

# ALLEGATO "A"

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47893 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

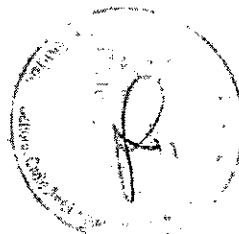
Comune di Morciano di Romagna  
(Provincia di Rimini)

COMUNE DI MORCIANO DI ROMAGNA

PROVINCIA DI RIMINI



Il presente elaborato è allegato a  
Aut. S. M. I. A. - D. G. T. - U. -  
3128 (A/43/11)  
n. .... prof. n. ....  
☒ rilasciato/a ☐ presentato/a  
in data 13 MAR. 2012  
Morciano di R., il 21 MAR. 2012



## RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: COMUNE DI MORCIANO DI ROMAGNA  
Servizio LL. PP. - Patrimonio

Lavori di ampliamento del Cimitero Comunale 8° Stralcio  
Via Abbazia - Morciano di Romagna - (RN)

Giugno 2011



Geologo Mara Marafioti



ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

**ARCHIGEO**

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Mondano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	8
3. VALUTAZIONI RELATIVE AL PIANO REGOLATORE VIGENTE .....	9
4. VINCOLI ESISTENTI: ANALISI ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	11
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	14
6. FORME DEL TERRENO E PROCESSI GEOMORFICI .....	19
7. ANALISI IDROGEOLOGICA DELL'AREA .....	19
8. VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO .....	21
9. DEFINIZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE .....	23
9.1 PARAMETRI GEOTECNICI .....	23
10. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA' DELL'AREA .....	25
10.1 VALUTAZIONE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	27
11. VALUTAZIONE DI IDONEITA' DEL TERRENO DI INUMAZIONE .....	31
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	32

Allegati:

Indagine geofisica Prova MASW

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti   Geol. Mara Marafioti   Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1   47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423   fax 0541 489977  
email [info@studioarchigeo.it](mailto:info@studioarchigeo.it)

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Fontani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

**Comune di Morciano di Romagna  
Provincia di Rimini**

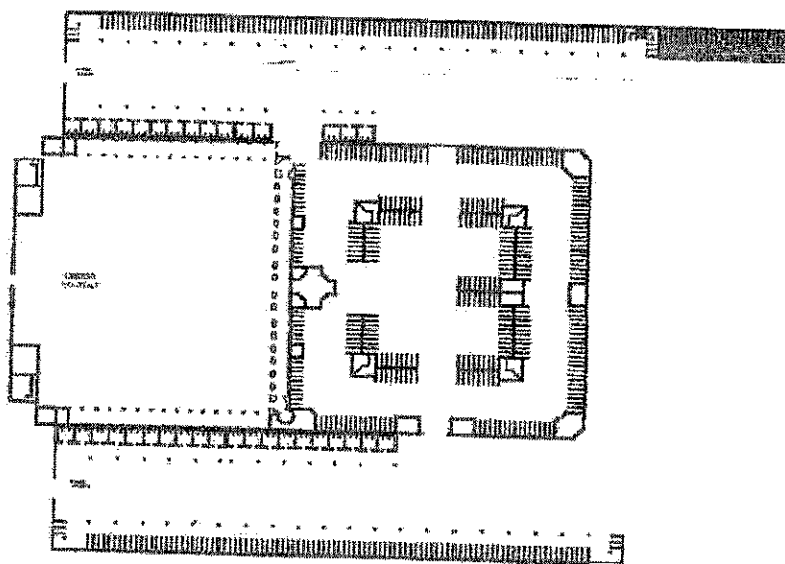
## **Lavori di Ampliamento del Cimitero Comunale 8° Stralcio**

**Via Abbazia - Morciano di Romagna - (RN)**  
**Committente: Comune di Morciano Di Romagna**

### ***Relazione Geologica***

#### **1. INTRODUZIONE**

Su incarico della Committenza Comune di Morciano di Romagna è stato eseguito lo studio geologico sull'area cimiteriale sita in via Abbazia, Comune di Morciano di Romagna (vedi Corografia figura 1) per verificare l'idoneità del sito, dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico alla realizzazione dei lavori di ampliamento.



Scopo del presente lavoro è quello di:

- valutare le caratteristiche geologiche-geomorfologiche dell'area in esame: individuare eventuali rischi geologici;
- analizzare la situazione idrogeologica dell'area in studio;
- analizzare le forme morfologiche dell'area di studio tramite l'esame di foto aeree;
- ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sito tramite un'adeguata campagna geognostica;
- caratterizzare le unità litotecniche individuate;

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

- verificare la presenza di eventuali vincoli (vincolo idrogeologico, P.A.I., P.T.C.P.)

Monte Mario Italy 7 115.000

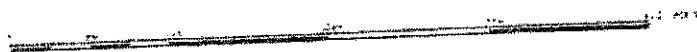


Fig. 1 - Corografia area di studio

Per valutare l'andamento stratigrafico e litotecnico del sottosuolo e per determinare i valori di alcuni parametri geotecnici relativi ai terreni presenti in sito, utili per verificare l'interazione terreno-strutture di fondazione sono stati realizzati, in sito, due sondaggi: una prova penetrometrica dinamica pesante DPSH (penetrometro dinamico pesante tipo "Emilia") ed una prova penetrometrica statica CPT (strumento utilizzato PAGANI TG 73 (200 kN)). Tali prove penetrometriche sono state integrate con una indagine sismica con metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), l'insieme dei dati unitamente al rilievo diretto hanno permesso di valutare l'andamento stratigrafico e litotecnico del sottosuolo e di determinare i valori di alcuni parametri geotecnici relativi ai terreni presenti in sito, utili all'ing. Strutturista per le verifiche sulle strutture.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 968423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

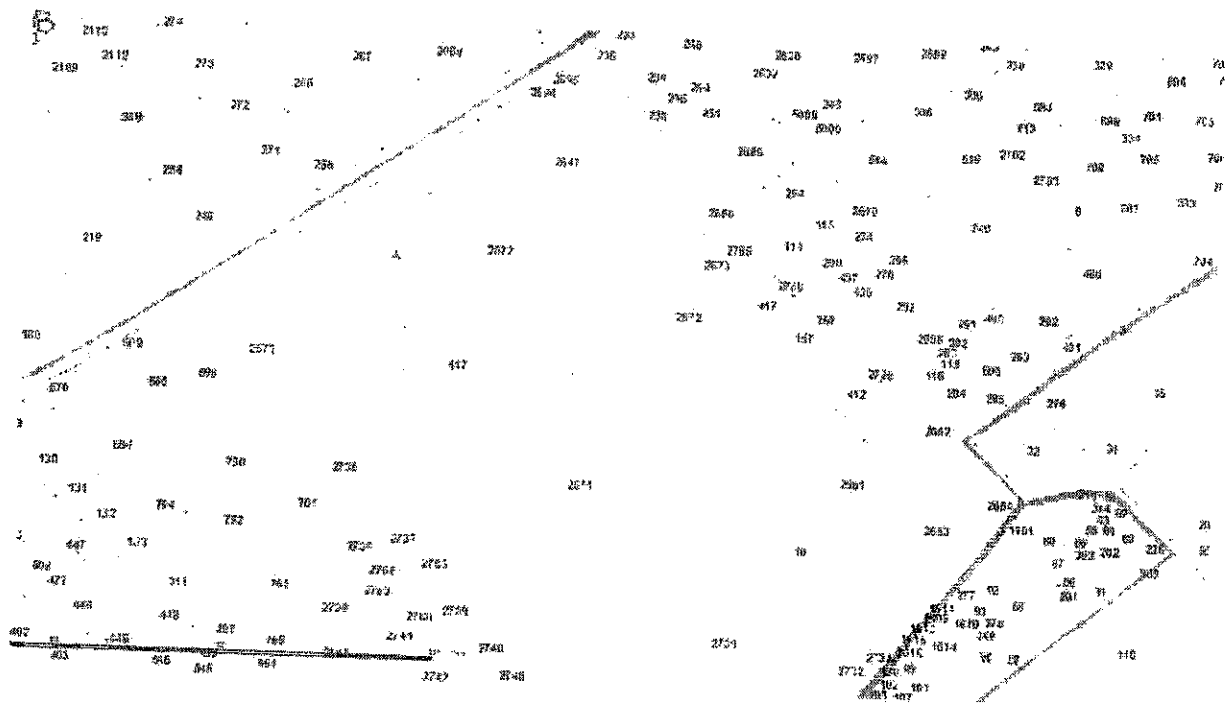


Fig. 2 - Mappa catastale SITUA scala 1:2000

L'area in esame è ubicata nella Sezione CTR scala 1:10000 n. 267080, nella CTR scala 1:5000 n. 267082; l'area è contraddistinta al catasto del Comune di Morciano di Romagna al Foglio 4, mappale 2571-2572.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La redazione della presente relazione è stata compiuta in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate:

1. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11 Marzo 1988;
2. Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988;
3. "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche". D.M. 16 Gennaio 1996;
4. AGI: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, Giugno 1977;
5. AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, Maggio 1990;
6. Ordinanza del Dipartimento della Protezione Civile e del Servizio Sismico Nazionale del 20 Marzo 2003: "Nuove disposizioni per le costruzioni in zona sismica" pubblicata nella G.U. del 8 Maggio 2003 e successive modifiche e integrazioni;
7. Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 2 maggio 2007, n.112: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, comma 1 della L.R. 20/00 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica".
8. "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14 gennaio 2008;
9. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: "Istruzione per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008" Circolare 617 del 2 febbraio 2009.



### 3. VALUTAZIONI RELATIVE AL PIANO REGOLATORE VIGENTE

Di seguito si inseriscono i riferimenti cartografici e normativi del PRG comunale vigente (Variante 2008), per evidenziare eventuali prescrizioni di natura geologica in relazione alla fattibilità e pericolosità dell'area.

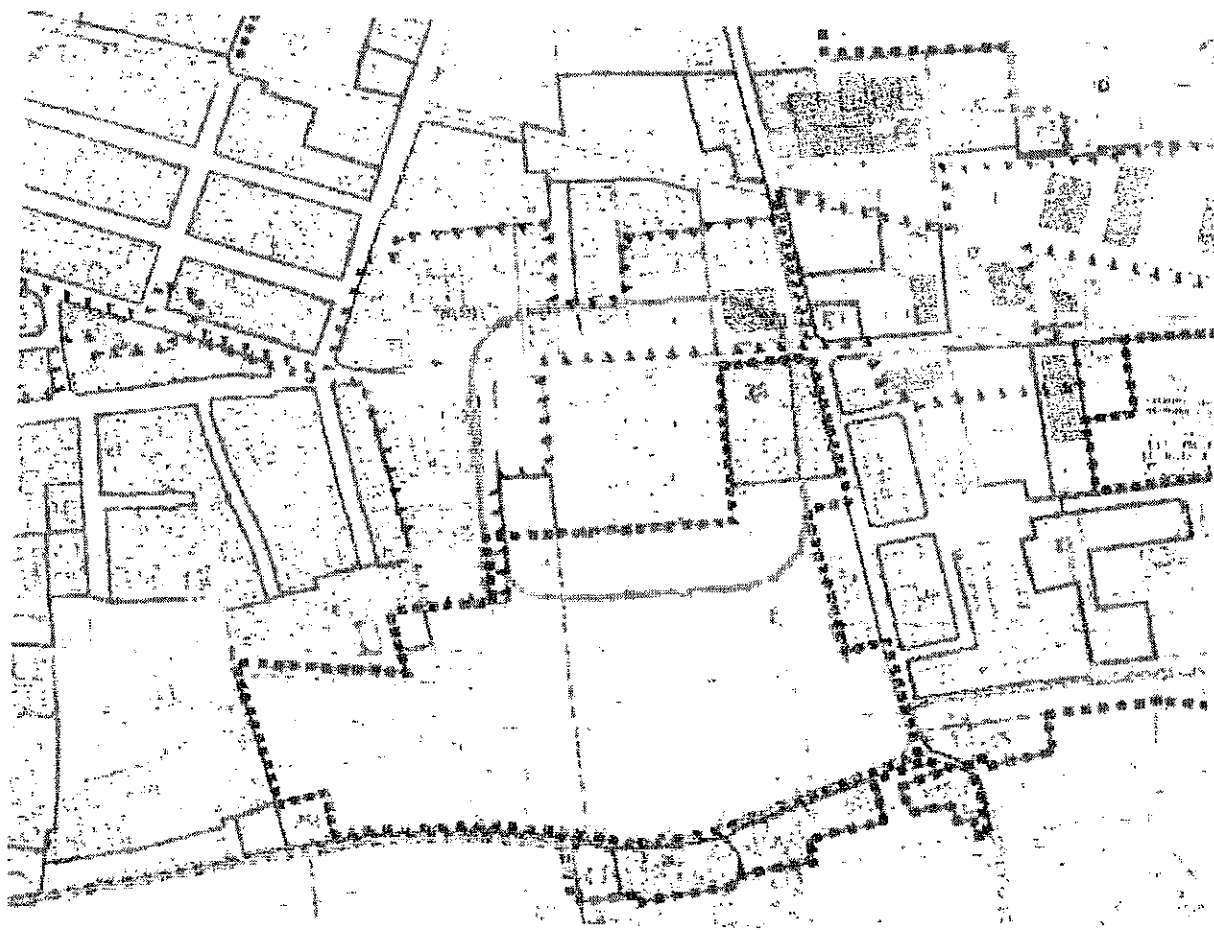


Fig. 3 – Stralcio tavola D.I.m- Definizione aree di espansione urbana – Zonizzazione

L'area in esame ricade in Zona F2 – zone destinate ad attrezzature, pubbliche assistenziali, sanitarie ed ospedaliere.

ARCHIGEO

## Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchiggeo.it

### LEGENDA

A/a	Zona A/a: centri urbani di formazione storica
A/b	Zona A/b: nuclei di formazione storica
A/a1	Zona A/a: edifici isolati di valore storico/ambientale; intervento di restauro conservativo tipo A
A/a2	Zona A/a: edifici isolati di valore storico/ambientale; intervento di restauro conservativo tipo B
B1	Zona B1: aree urbane di completamento e destinazione prevalentemente residenziale
B2	Zona B2: idem, in situazioni sensibili dal punto di vista ambientale
B3	Zona B3: edifici sparsi nel territorio rurale in situazioni sensibili dal punto di vista ambientale
B4	Zona B4: agglomerati rurali a destinazione prevalentemente residenziale
B5	Zona B5: aree urbanizzate a destinazione prevalentemente residenziale disciplinate da Piano Attuativo Vigente
B6	Zona B6: nuclei soggetti a interventi di ristrutturazione urbanistica
B7	Zona B7: aree di tipo turistico sottoposte a Piano Attuativo
C1	Zona C1: aree di espansione prevalentemente residenziale sottoposte a Piano Attuativo
C2	Zona C2: aree di espansione prevalentemente residenziale con intervento edilizio diretto e convenzionato
D1	Zona D1: aree produttive disciplinate dal Piano Attuativo Vigente
D2	Zona D2: aree produttive esistenti di tipo secondario (artigianato e industria)
D3	Zona D3: aree produttive esistenti di tipo terziario (commercio e dirigenza)
D4	Zona D4: aree produttive esistenti soggette a riqualificazione urbana
D5	Zona D5: aree speciali per la distribuzione del carburante
Q-1k	Zona Q-1k: aree produttive di tipo terziario sottoposte a Piano Attuativo
E1	Zona E1: aree agricole in contesti di tutela naturalistica
E2	Zona E2: aree agricole in contesti di interesse ambientale
E3	Zona E3: aree agricole perurbane
F1	Zona F1: aree per attrezzature pubbliche per l'istruzione
F2	Zona F2: aree per attrezzature pubbliche assistenziali, sanitarie e sportive
F3	Zona F3: aree per parchi attrezzati

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

#### 4. VINCOLI ESISTENTI: ANALISI ELABORATI DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano due stralci delle cartografie di riferimento della Provincia di Rimini e dell'Autorità di Bacino Marecchia Conca, per verificare eventuali vincoli sovraordinati al PRG vigente, in riferimento a criticità geologiche, per l'area in studio:

- stralcio Tavola D-2 (Rischi Ambientali) del PTCP 2007;
- stralcio Tavola 4-3 aggiornamento PAI 2005.

Come si può osservare nella tavola Tavola D-2 del PTCP 2007 l'area ricade nella fascia definita come ricarica indiretta della falda, normata dall'art. 3.5 NdA PTCP mentre dalla tavola 4-3 del PAI 2005 si evidenzia come tale area non ricada in alcun fenomeno di dissesto idrogeologico cartografabile nell'elaborato.

Carta della Provincia di Rimini - Tavola D-2 - PTCP 2007 - 1:5.000

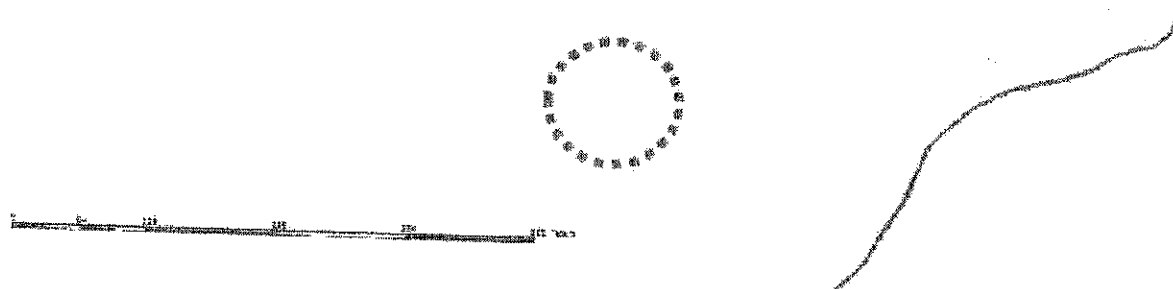


Fig. 4 - Stralcio Tavola D\_2 - PTCP 2007




ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia






Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## LEGENDA












### AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  Invasi ed alvei di aghi, bacini e corsi d'acqua -  
reticolo idrografico principale (art. 2.2)
-  Invasi ed alvei di aghi, bacini e corsi d'acqua -  
reticolo idrografico minore (art. 2.2)
-  Aree esondabili (art. 2.3)

### AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

-  Aree di ricarica idraulicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.2)
-  Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
-  Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.6)
-  Bacini instabili - BI (art. 3.5)
-  Bacino imbutifero del fiume Conca (art. 3.5)

### AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

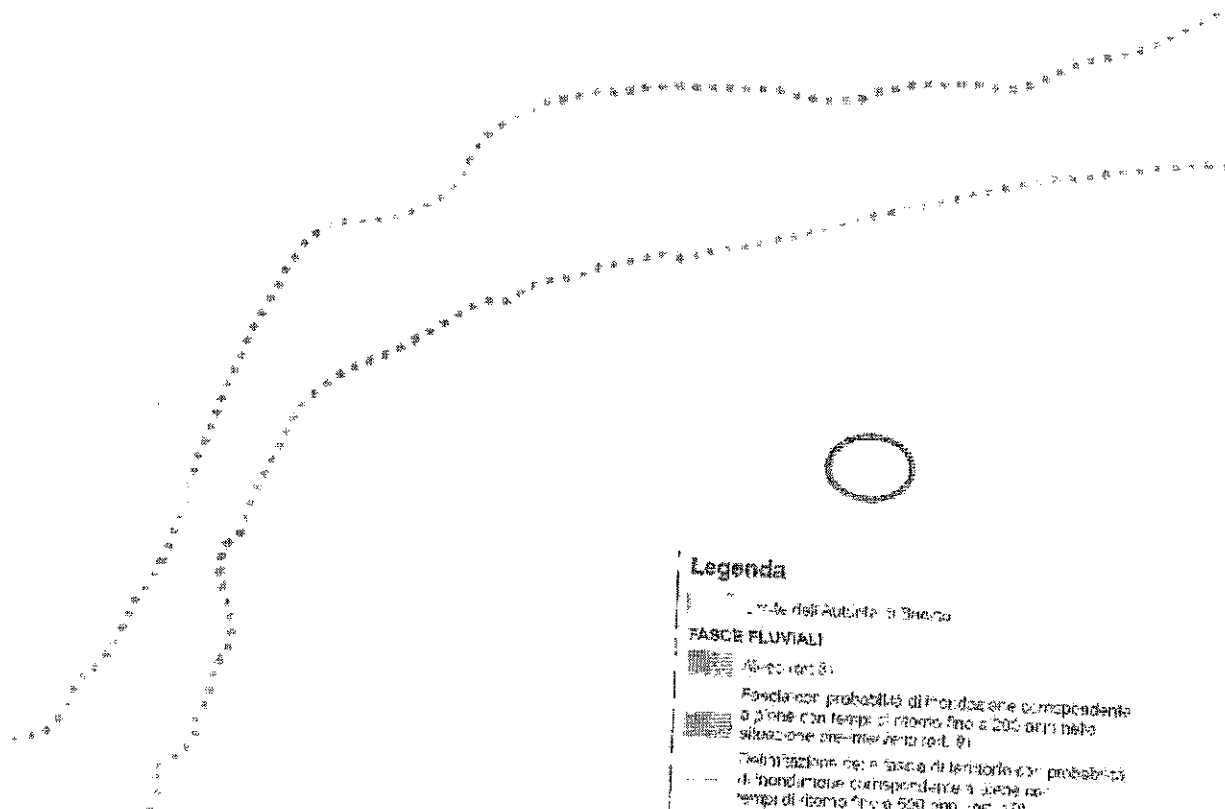
-  Zone instabili per fenomeni attivi (art. 4.1 comma 3)
-  Calanchi (art. 4.1 commi 3 e 4)
-  Zone instabili per fenomeni quiescenti da verificare (art. 4.1 comma 5)
-  Zone instabili per fenomeni quiescenti verificati (art. 4.1 comma 6)
-  Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
-  Dipsa: di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
-  Dipsa: di versante consolidato (art. 4.1 comma 11)
-  Dipsa: eluvio-occlusiva antropica (art. 4.1 comma 12)
-  Scarate (art. 4.1 comma 13)
-  Alti: da consolidare (art. 4.2)
-  Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 5.6)

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Mercano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeco.it

Fig. 5 - Stralcio Tavola 4-3 AGGIORNAMENTO PAI 2006 - Quadro Generale



### Legenda

Linea dell'Autunno di S. Maria

#### FASCE FLUVIALI

Alto (art. 8)

Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-intervento (art. 9)

Definizione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni (art. 10)

Quadrato d'azione - Pdl allegato 2 - 24.42

#### AREE DI VERSANTE IN CONDIZIONI DI DISSESTO

Calosci (art. 11)

Area sottoposta per l'andamento di un corso d'acqua

Area di possibile influenza del dissesto nelle falde art. 12

Area di possibile evoluzione del dissesto a fronte di interventi art. 13

Attesti dichiarati da consorzio ex l. 4/15/1909 nel territorio della Regione Emilia-Romagna (Art. 14 comma 3 lett. c) Art. 15 comma 3 lett. c) Art. 16 comma 3 lett. d)

Area verificate (art. 17)

#### AREE IN DISSESTO DA ASSOGGETTARE A VERIFICA (ART. 17)

Area

Chiusura

Area non cartografabile altro

Area non cartografabile qualsiasi

Costo di realizzazione di una rete di drenaggio sotterraneo  
per la raccolta e smaltimento delle acque

ARCHIGEO

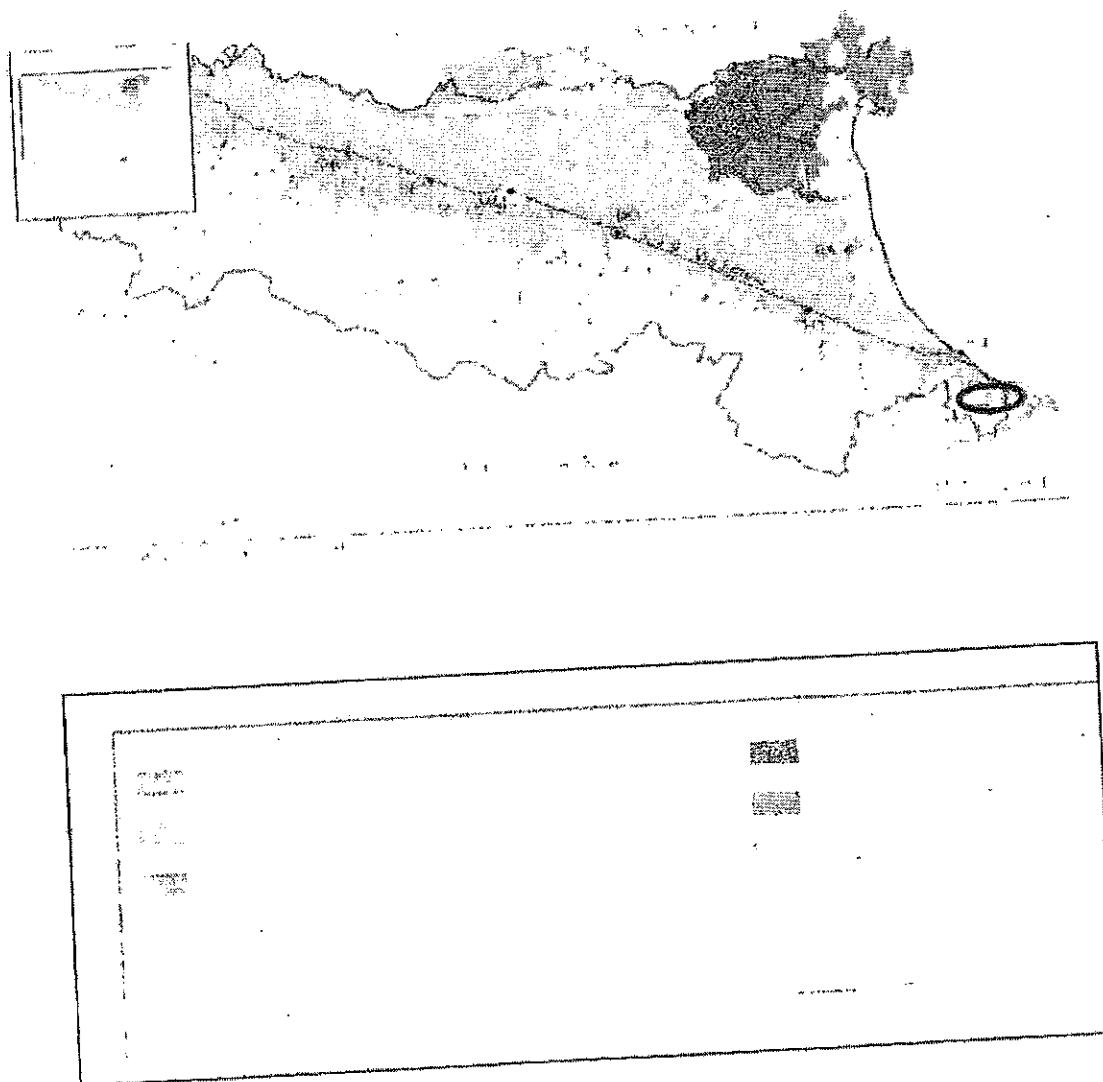
Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Maraffioti Geol. Lucilla Tentoni  
Via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona di studio è sita nel Comune di Morciano di Romagna, provincia di Rimini. Geologicamente, a scala regionale, l'area in esame è ubicata nella fascia di raccordo tra i depositi propri della prima fascia collinare (catena pedeappenninica) e i depositi di pianura, in particolari i depositi legati all'attività evolutiva del Fiume Conca (depositi di conoide).

Fig. 6 - Inquadramento regionale: schema geologico di sintesi Regione Emilia Romagna



ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

Il rilievo geologico di campagna e l'analisi di dettaglio della cartografia geologica scala 1:10000 della R.E.R. hanno evidenziato la presenza, nell'area in esame, della F.ne delle Argille Azzurre: si tratta di argille di colore grigio-azzurro con intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Tale Formazione appartiene alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico-padano.

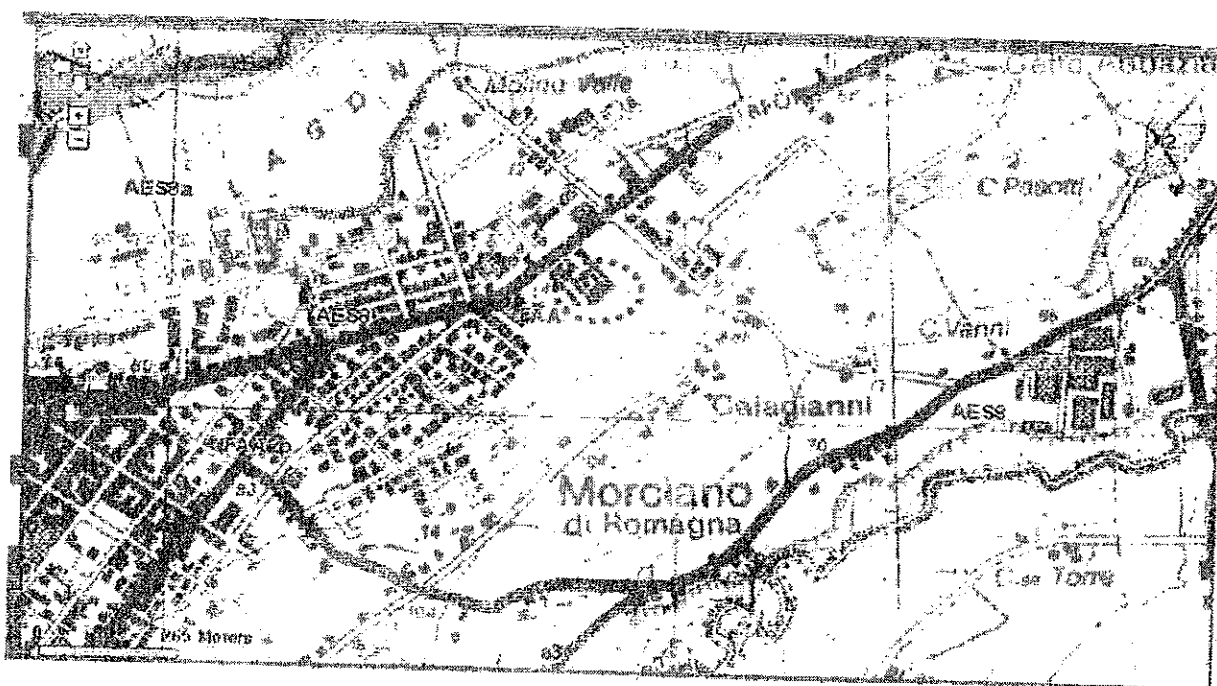


Fig. 7 - Stralcio Carta Geologica Regione Emilia Romagna

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Fortani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

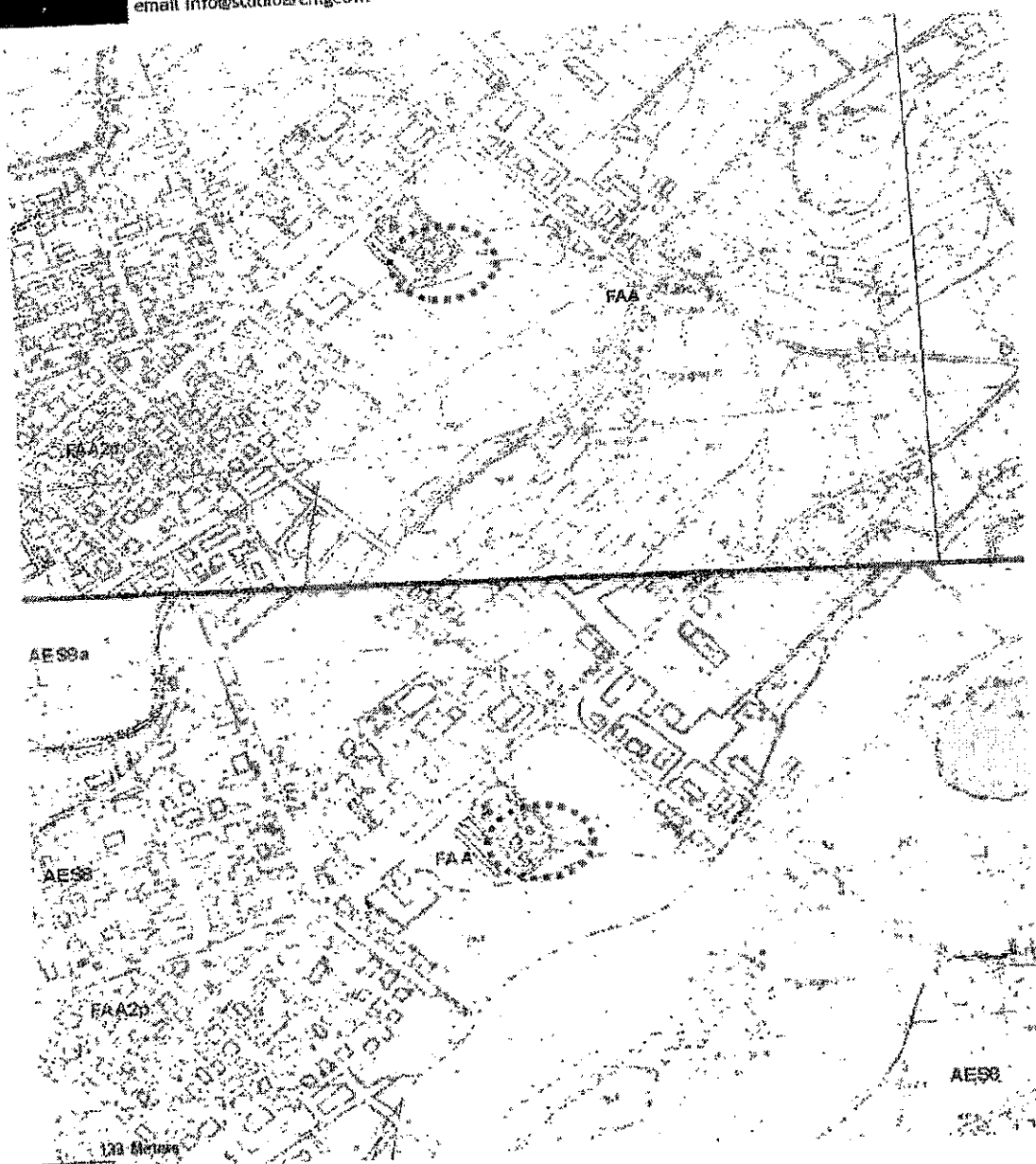


Fig. 8a e 8b – Stralcio Carta Geologica Regione Emilia Romagna scala 1:5000: 8a carta delle formazioni geologiche neo-geniche-quaternarie e 8b carta con depositi quaternari continentali



ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Merciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## Legenda dei Depositi Quaternari e delle Formazioni presenti nella Carta Geologica sopra riportata:

*Depositi quaternari*

### Deposito di frana quiescente (a2)

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente. La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

a2b: Deposito di frana per scivolamento (descrizione analoga a a1b)

a2d: Deposito di frana per colamento lento (descrizione analoga a a1d)

a2g: Deposito di frana complessa (descrizione analoga a a1g)

a3 - Deposito di versante s.l. Deposito costituito da litotipi eteroge

### SUCCESSIONE NEOLITICO-QUATERNARIA DEL PULITONE DI ALESSANDRO

#### **SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)**

Sabbie e ghiaie con subordinati limi argillosi costituenti terrazzi intravallivi e conoidi, talora con indizi di pedogenesi, e i depositi attualmente in evoluzione nei fondovalle. Sistema parzialmente suddiviso in sottosistemi limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli c, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoidi e di piana alluvionale. Contatto inferiore erosivo e discordante sui vari terreni pre-quaternari. Pleistocene superiore-Olocene

#### **AES8 - SUBSISTEMA DI RAVENNA**

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessori dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7. Pleistocene superiore-Olocene

#### **AES8a - Unità di Modena**

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive

#### **FAA - ARGILLE AZZURRE**

Argille di colore grigio-azzurro con intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Sono talora diffusi slumps con olistoliti di gesso derivati da unità evaporitiche. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2; paraconcordante su FCO. Depositi di scarpata e base scarpata. Potenza complessiva affiorante di circa 700 m Piacenziano-Gelasiano (biozone MN16a-MN18)

#### **FAAmc - litofacies delle marne di Corpolò**

Argille marnose e marne siltose grige e grigio-azzurre, in strati sottili poco evidenti, con intercalazioni di strati arenacei, da sottili a molto spessi, con evidenze di bioturbazione, alternate a strati sottili di silt argillosi con lamine sottilissime di marne tripolacee e tripoli bianchi, ricchi in fossili, organizzati in intervalli anche decametrici. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2. In rapporti di eteropia con la parte inferiore di FAA. Potenza massima di circa 450 m.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti   Geol. Mara Marafioti   Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1   47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423   fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

La stabilità generale dell'area in studio è garantita da una condizione di morfologia pianeggiante; l'area si inserisce in un contesto di ambiente di fondovalle, sul versante destro del corso del Fiume Conca; tale corso si sviluppa in direzione NE e presenta una piana alluvionale molto articolata, che nella zona in esame è occupata dai depositi terrazzati del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8 Subsintema di Ravenna).

Concorrono inoltre alla stabilità anche la presenza di una modesta copertura colluviale (di circa 1-1,5m) e le buone caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti in sito (vedi paragrafo 9).

Come si può osservare dallo stralcio di carta geologica riportata con in evidenza le coperture quaternarie (Fig. 8b), nell'area in esame non sono presenti forme morfologiche riconducibili a fenomeni di dissesto attualmente in atto o pregressi (movimenti franosi s.l.).

## 6. FORME DEL TERRENO E PROCESSI GEOMORFICI

Lo studio fotogeomorfologico è stato effettuato esaminando le strisciate relative al volo del '96 dell'Istituto Geografico Militare a scala 1/45.000 in bianco/nero.

L'esame aereofotogrammetrico del volo del '96, con una grande scala delle foto, rende ben mappabile l'eventuale presenza di forme e processi geomorfici del terreno, ed evidenzia un'area stabile posta al limite del ripiano terrazzato "AES8" (cfr. Fig.9b Carta Geologica RER scala 1/5000), legata all'evoluzione del Fiume Conca.

Il ripiano terrazzato non si presenta rimodellato né coinvolto in alcun processo gravitativo e ciò vale anche per parte più alta del versante posta entro la Formazione delle Argille Azzurre che, viste anche le basse pendenze, non mostra indizi di movimento.

## 7. ANALISI IDROGEOLOGICA DELL'AREA

Durante l'esecuzione delle indagini in sito (Giugno 2011) è stata rilevata la presenza di acqua:

n.1 prova penetrometrica penetrometrica dinamica pesante DPSH spinta fino ad una profondità media di -7.00m dal piano campagna, è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del foro di sondaggio ad una profondità di circa -3.40m da piano campagna.

n.2 prova penetrometrica CPT (strumento utilizzato PAGANI TG 73 (200 kN)) spinta fino ad una profondità media di -8.20m dal piano campagna, è stata rilevata la presenza di acqua all'interno del foro di sondaggio ad una profondità di circa -3.50m da piano campagna

Le prove geognostiche (prove penetrometriche dinamiche e statiche e prova geofisica MASW) eseguite hanno permesso di ricostruire in maniera dettagliata l'andamento stratigrafico del sottosuolo dell'area in studio: al di sotto dei terreni di copertura superficiali (che si trovano mediamente fino a circa -2.00m da p.c.) si trova uno strato di depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi con uno spessore di circa 2m. Questi ultimi ricoprono la formazione argillosa di base.

Si può quindi concentrare una circolazione idrica sub-superficiale all'interno dei terreni alluvionali: tali depositi saranno sicuramente saturi durante i periodi tardo autunnali, invernali e primaverili ed in tali periodi, per capillarità, l'acqua potrà anche raggiungere il piano campagna. Durante i mesi estivi si nota un abbassamento del livello piezometrico che rientra all'interno dei depositi ghiaiosi.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Fortani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email: info@studioarchigeo.it

E = popolazione, proprietà, attività economiche a rischio in una determinata area.

Per quanto riguarda il rischio sismico, possiamo dire che il Comune di Morciano di Romagna è classificato sismico di 2° categoria (livello di pericolosità medio); l'argomento verrà trattato in maniera dettagliata nel capitolo 10.

## 9. DEFINIZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITA' LITOTECNICHE

La campagna geognostica di indagine è stata articolata eseguendo n.1 prova penetrometrica dinamica pesante DPSH e n.1 prova penetrometrica statica attraverso penetrometro dinamico pesante tipo "Emilia" e una prova geofisica tipo MASW; tutte le prove sono state ubicate sull'area cimiteriale in ampliamento come riportato in Planimetria allegata.

La situazione litostratigrafica dell'area è stata determinata tramite l'analisi delle indagini geognostiche realizzate in sito e dall'analisi di studi eseguiti in aree limitrofe, considerate geologicamente analoghe.

La litostratigrafia dell'area è di seguito schematizzata (situazione media delle verticali di indagine):

UNITA' LITOTECNICHE	PROFONDITA' DA PIANO CAMPAGNA	DESCRIZIONE DELLA UNITA' LITOTECNICHE
Strato 1	Da 0.00 a - 2.0-2.5m da p.c.:	Terreni di copertura argilloso-limosi superficiali che risentono delle variazioni di umidità stagionali. Risultano caratterizzati da una resistenza media con valori di $R_p > 20 \text{ Kg/cm}^2$ .
Strato 2	Da - 2.0-2.5m a - 4.0-5.0m	Depositi alluvionali terrazzati del Fiume Conca: si tratta di sabbie in matrice argilloso-limosa, da mediamente a molto addensate, con livelli di ghiaia.
Strato 3	Da -4.0-5.0m a fine sondaggio	Argilla limosa debolmente sabbiosa, compatta.  Substrato compatto ascrivibile alle formazioni delle Argille Azzurre del Pliocene caratterizzato da valori di $R_p > 70 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 9.1 PARAMETRI GEOTECNICI

Ai diversi strati di terreno individuati (o meglio unità litotecniche) si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici caratterizzanti medi derivanti dall'analisi delle prove penetrometriche eseguite sul lotto in esame e da correlazioni empiriche di letteratura.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

### UNITA' LITOTECNICA 1:

	Peso dell'unità di volume	Coesione non drenata	Coesione efficace	Modulo edometrico	Angolo di attrito interno
	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$C_u$ (t/mq)	$c'$ (t/mq)	$E_{ed}$ (Kg/cmq)	$\phi'$ (°)
Strato 1 val. medi terreni superficiali	1,8	15	0,5 - 1,0	130	18

### UNITA' LITOTECNICA 2:

	Peso dell'unità di volume	Angolo di attrito interno	Densità relativa	Coefficiente di Winkler
	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	%	Kg/cm <sup>3</sup>
Strato 2 val. medi terreni alluvionali	2,0	32	60 - 80	6,00

### UNITA' LITOTECNICA 3:

	Peso dell'unità di volume	Coesione non drenata	Coesione efficace	Modulo edometrico	Angolo di attrito interno
	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$C_u$ (t/mq)	$c'$ (t/mq)	$E_{ed}$ (Kg/cmq)	$\phi'$ (°)
Strato 3 val. medi substrato formazione argillosa	2,2	40	3,0	160	20

Profondità della falda: presente al momento della realizzazione delle prove penetrometriche a - 3,50m da piano campagna;

Terreno di fondazione: **Strato 1/2;**

Volume significativo: **Strato 2/3.**

I parametri geotecnici sopra riportati sono la base per le considerazioni di natura geotecnica relative all'interazione terreno-struttura di fondazione.

L'area in esame non presenta problemi di natura geologica e le caratteristiche geotecniche sopra riportate risultano valori nella media, in relazione a valori reperiti in letteratura per materiali analoghi. Il sito si presenta quindi idoneo ad essere edificato utilizzando la tipologia di fondazione ritenuta più idonea in accordo con l'ingegnere strutturista, valutandola in relazione alla tipologia di opera da realizzare (in base ai carichi trasmessi, in base ai materiali utilizzati etc. L'area in esame è idonea alla realizzazione di fondazioni profonde su pali (incastri nei terreni alluvionali) od in alternativa alla realizzazione di fondazioni superficiali (platea o travi rovesce innervate tramite una soletta di fondazione) incastri nei terreni dello Strato 1/2, ad una profondità adeguata ai carichi previsti.

### 10. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA' DELL'AREA

Il territorio del Comune di Morciano di Romagna (RN), ricade nella **zona sismica 2**; il territorio nazionale infatti con l'Ordinanza P.C.M. 3273 del 23/03/2003 è stato interamente classificato come sismico, suddividendo il territorio in quattro zone sismiche: 1, 2, 3, 4.

Di seguito si riporta una tabella dove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo  $a_p$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_p/g$ ]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ $a_r/g$ ]
1	$> 0.25$	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	$< 0.05$	0.05

La regione Emilia Romagna, con Delibera Assemblea Legislativa 112 del 2 maggio 2007, fornisce nell'ALLEGATO 4 il valore del parametro  $a_{ref}$  (accelerazione massima orizzontale di picco al suolo in frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ ): per il comune di Morciano di Romagna vale: **0,184g**.

Di seguito si riporta la mappa della zonazione sismica dell'Italia al 2004 redatta dal Dipartimento di Protezione Civile.

ARCHIGEO

# Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{10}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{10}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{60(15)} \geq 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u(20)} \geq 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{10}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 \leq N_{60(15)} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 \leq c_{u(20)} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{10}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{60(15)} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u(20)} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con $V_c \geq 800$ m/s).

Nella tabella che segue sono riportate le espressioni dei coefficienti  $S_s$  (amplificazione stratigrafica) e  $C_c$  (funzione della categoria di sottosuolo) che servono nella valutazione di  $a_{max}$  (accelerazione massima attesa al sito).

Tabella 3.2.V - Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1.00	1.00
B	$1.00 \pm 1.40 - 0.40 \Gamma_e \frac{a_d \pm 1.20}{g}$	$1.10 \cdot (\Gamma_e)^{-0.25}$
C	$1.00 \pm 1.70 - 0.60 \Gamma_e \frac{a_d \pm 1.50}{g}$	$1.05 \cdot (\Gamma_e)^{-0.25}$
D	$0.90 \pm 1.90 - 1.00 \Gamma_e \frac{a_d \pm 1.80}{g}$	$1.05 \cdot (\Gamma_e)^{-0.25}$
E	$1.00 \pm 1.00 - 1.10 \Gamma_e \frac{a_d \pm 1.00}{g}$	$1.15 \cdot (\Gamma_e)^{-0.25}$



### 11 VALUTAZIONE DI IDONEITA' DEL TERRENO DI INUMAZIONE

La presenza di argilla ed il ristagno delle acque piovane per mancato drenaggio costituiscono la causa prima della mancata consumazione delle salme allo scadere della rotazione decennale delle sepolture.

I terreni destinati a "campi di inumazione" debbono possedere adeguate caratteristiche di porosità per consentire la circolazione dell'aria nella sua azione ossidante e di drenaggio per permettere l'allontanamento dei liquami prodotti dal decadimento delle salme.

Il terreno analizzato si può ritenere idoneo per la destinazione prevista in relazione alle caratteristiche di composizione granulometrica, di porosità e di permeabilità a partire da una profondità media da piano campagna di -2.00m circa in corrispondenza del tetto dei Depositi Alluvionali (Strato 2 Cap. 9).

In relazione al parametro Permeabilità (K) per i terreni alluvionali, sopra descritti, si è stimato un valore pari a  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/sec che caratterizza terreni permeabili.

ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
Via Diomede Forlani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## 12 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini geologiche eseguite in sito, il rilievo diretto e le verifiche condotte permettono di affermare che l'area in oggetto è idonea, dal punto di vista geologico, alla realizzazione dei lavori di progetto riguardanti l'ampliamento del cimitero comunale di Morciano di Romagna. Data la litostratigrafia dell'area di sedime del fabbricato oggetto di studio si consiglia di realizzare le opere di fondazione incastrandole nello **Strato 1/2**: si consiglia di realizzare fondazioni su pali di tipo trivellato o, in alternativa, fondazioni superficiali ad una profondità adeguata ai carichi previsti.

L'area in esame non presenta vincoli geologici valutabili dall'analisi dei riferimenti cartografici del PRG comunale e delle tavole del PTCP della provincia.

Ai fini dell'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, contenute nel Testo Unico allegato al D.M. del 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", secondo la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, quest'area è classificata come zona sismica di classe "2", caratterizzata da una accelerazione orizzontale massima  $a_g=0,25 \cdot g$  ( $m/s^2$ ). La regione Emilia Romagna ha fornito per il Comune di Morciano di Romagna il valore del parametro  $a_{refg}$  (accelerazione massima orizzontale di picco al suolo in frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ ) e vale: **0,184g**. Sulla base delle indicazioni fornite dalla sopracitata normativa, il terreno di fondazione può essere classificato considerando i risultati della prova geofisica MASW eseguita sul lotto in esame. Dai dati ricavati dalle prove **i suoli di fondazione dell'area in esame risultano essere di tipo "B"**.

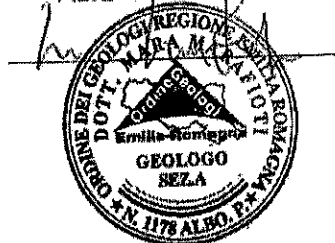
In fase di esecuzione, si raccomanda infine di raccogliere e regimare le acque di scorrimento superficiale, di dotare i muri contro terra di vespai drenanti adeguatamente dimensionati e di effettuare gli eventuali movimenti di terra sempre in condizioni morfologiche ed idrogeologiche di sicurezza. Lo studio è a disposizione per verifiche e controlli che dovessero rendersi necessari durante la fase esecutiva.

Morciano di Romagna, giugno 2011

Lucilla Geol. Tentoni



Mara Geol. Marafioti



ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1 47813 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeco.it

Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici - info@intergeo-ri.com

cantiere: Morciano (RN), via Abbazia

quota inizio: piano campagna

data: Giugno 2011

prof. falda: -3,40 mt.

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE

DPSH 1

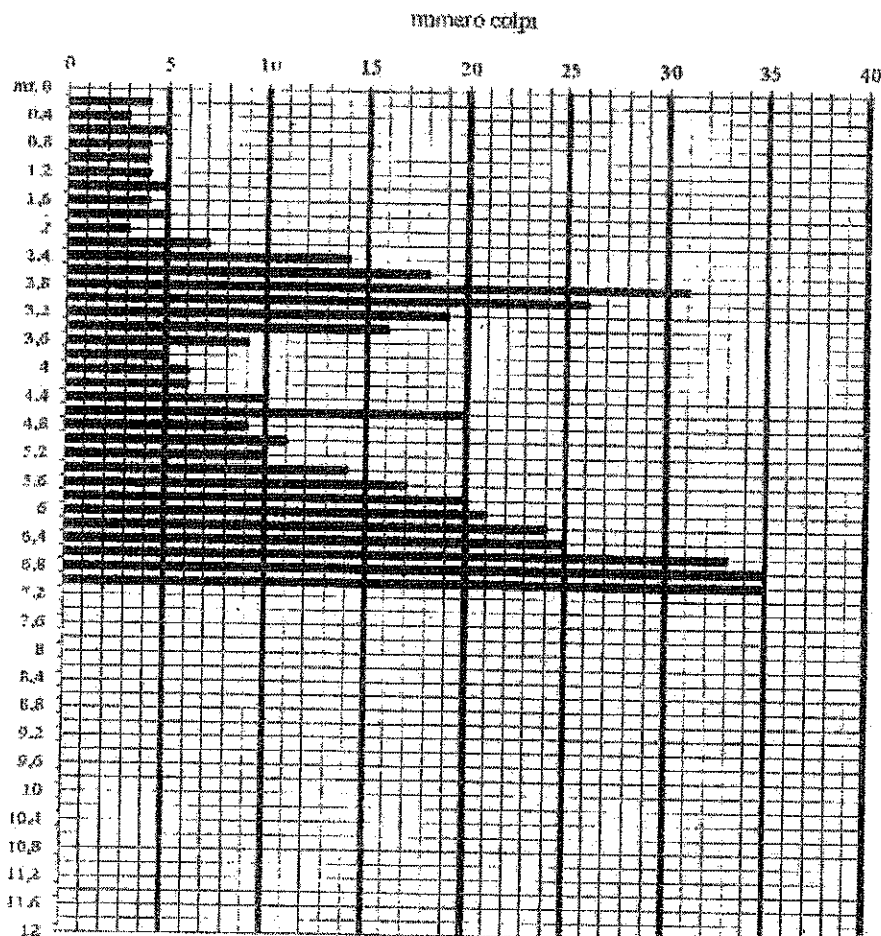
Penetrometro dinamico pesante tipo "Unilia":

Peso maglio: 63,50 Kg.

Caduta maglio: 75 cm.

Sezione punta: 20 cmq.

Peso anco: 6,20 Kg/mt.



ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Tentoni  
Via Diomede Fortani 80/1 47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423 fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

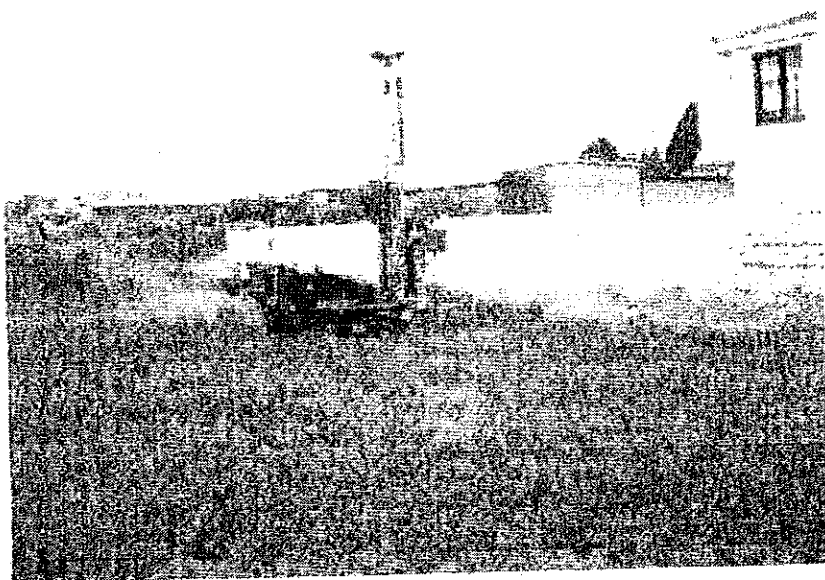


Foto prova DPSH 1

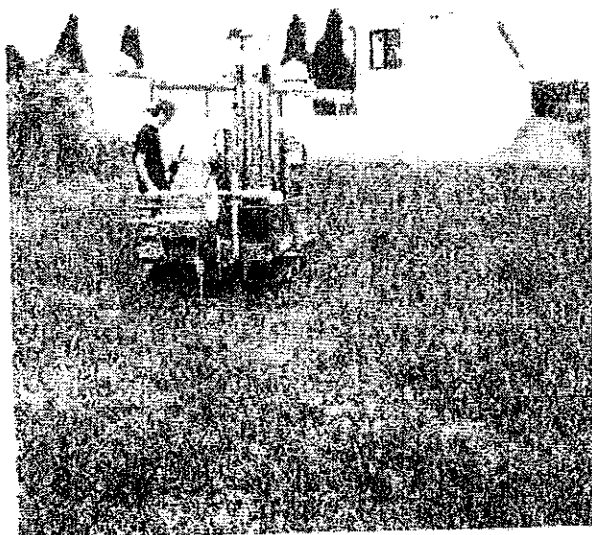


Foto prova CPT 1



Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Setti Gen. Mara Maraffi Geol. Lucilla Tentoni  
via Donato Portani 10/1 47011 Roccamare di Verucchio (FC)  
tel. 0541 980423 fax 0541 489777  
email: info@studioarchgeo.it

## Diagramma Prova CPT 1

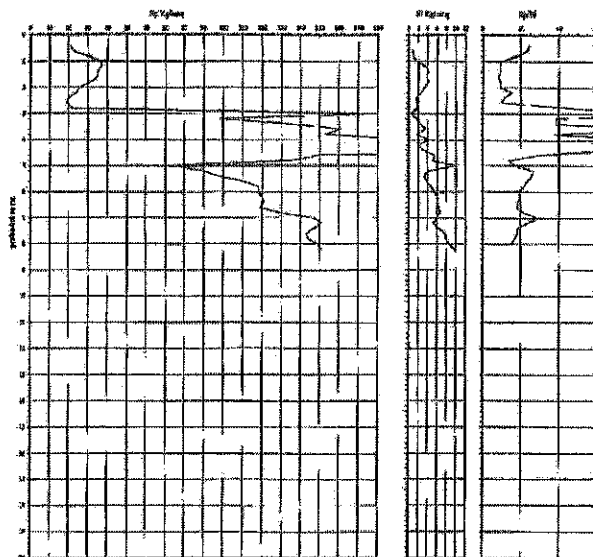
### Prova Penetrometrica Statica

Prova: CPT1  
Caricatore: Motore 00N, 30 kN  
Data: Giugno 2011

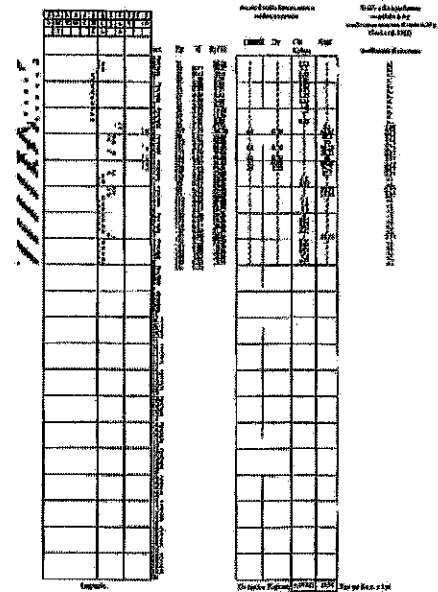
Intergo S.p.A. - Corso Salaria 100 - 00198 Roma

Quota inizio: piano campagna  
Liv. 000: -1,50 mt.  
Nota:

Classificazione micromeccanica del terreno (Géotechnique - 1999)

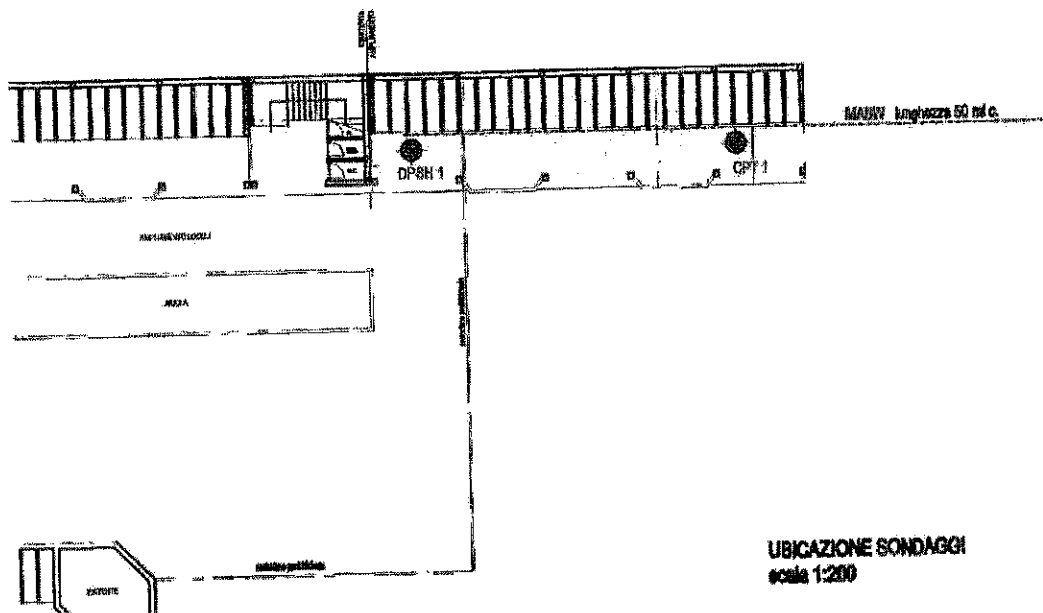


Il presente documento è riservato al cliente e non deve essere diffuso.  
Per informazioni e richieste di copia, rivolgersi al servizio clienti.



Il presente documento è riservato al cliente e non deve essere diffuso.  
Per informazioni e richieste di copia, rivolgersi al servizio clienti.

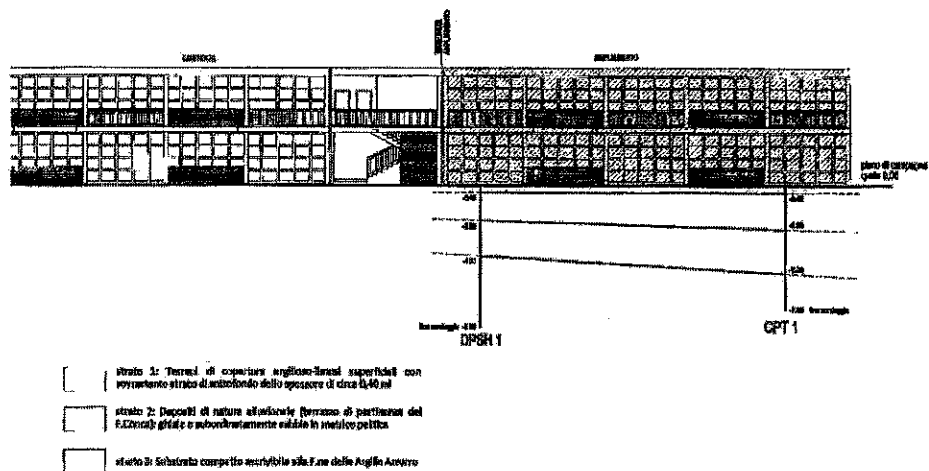
**Studio di Architettura e Geologia**  
**ARCH GEO** Arch. Giancarlo Gatti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucilla Terenzi  
 via Donmeda-Farini 10/11 - 47033 Arcore di Pessegna (RN)  
 tel. 0541-939402 fax 0541-489977  
 email: info@studiogechgeo.it





Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti Geol. Mara Marafioti Geol. Lucia Ventoni  
via Giuseppe Forlani 90/1 47032 Mercatino di Sanagotio (RN)  
tel. 0541 986423 fax 0541 489977  
email info@studiodiarchgeo.it



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA  
scale 1:200





ARCHIGEO

Studio di Architettura e Geologia

Arch. Giancarlo Betti   Geol. Mara Marafioti   Geol. Lucilla Tentoni  
via Diomede Forlani 80/1   47833 Morciano di Romagna (RN)  
tel. 0541 988423   fax 0541 489977  
email info@studioarchigeo.it

## **Allegati fuori testo**

### Indagini in sito:

- Risultati indagine geofisica MASW





INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici  
Via Randaglia, 37 - 47899 Serravalle - RSM  
Codice Operatore Economico - SM23197  
Tel. 02 2447949 - 333 2208376  
www.intergeo.com - mail: info@intergeo.com

Località:

Morciano di R. (RN), via Abbazia

Oggetto:

Indagine geofisica

Prova MASW (multichannel analysis of surface waves)

Data:

Giugno 2011

INTERGEO s.r.l.  
Cod. Op. Ec. SAI 21167  
Via Randaglia, 37  
47899 SERRAVALLE - RSM

Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici

## PREMESSA

Il giorno 1/06/2011 a Morciano di R. (RN), via Abbazia stata eseguita un'indagine geofisica mediante una prova MASW (ubicazione fig. 1) per il calcolo del valore  $V_{s30}$ .

Lo scopo dell'indagine era di ottenere la stratigrafia delle velocità delle onde trasversali  $V_s$  da cui ricavare il parametro  $V_{s30}$ .

In questo cantiere è stata realizzata n. 1 prova MASW.

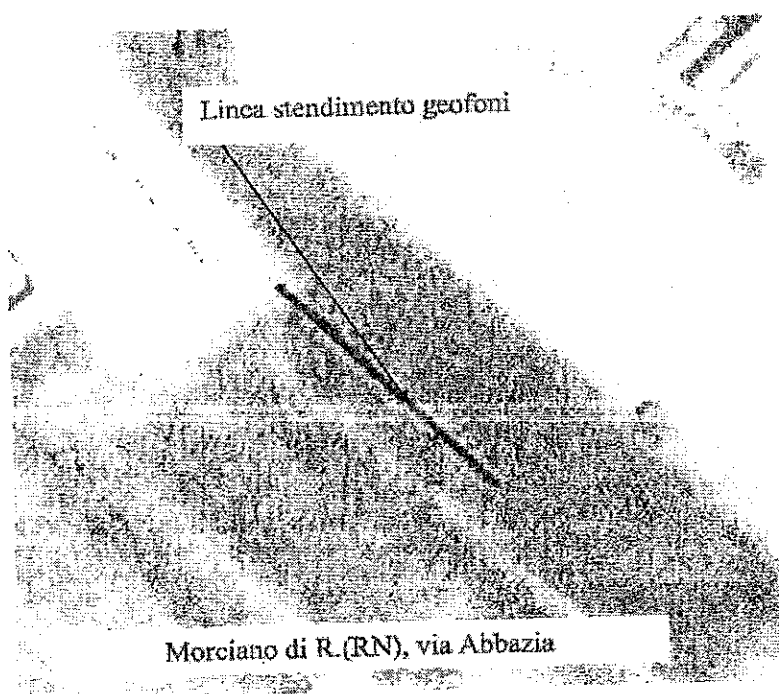


Fig. 1

Le caratteristiche della prova sono:

Nome	Stendimento geofonico (m)	Energizzaz.	Geofoni
LI	46	4	24

## ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali; questo viene interpretato con la metodologia MASW.

Questa pratica permette di utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali e di costruire un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata utilizzando la curva ottenuta dalla modellizzazione diretta.

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

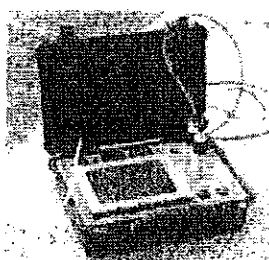


fig. 2

La strumentazione utilizzata (fig. 2) è costituita da:  
un sismografo PASI 16S24P; processore Intel Celeron;  
Ambiente Operativo Windows Xp; Numero canali 24; Display  
VGA a colori LCD touch screen; Supporto memorizzazione  
Hard-Disk; Temperatura di funzionamento 0°-55°; Umidità 5%  
- 90%; 24 geofoni da 4.5Hz; una mazza da 8 Kg;

## DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo I-D) che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

## ELABORAZIONE E RISULTATI

In allegato sono riportati i risultati della prova MASW eseguita.

Nella prima figura (allegato 1) si osserva l'acquisizione delle onde generate in seguito all'energizzazione.

Segue (allegato 2) il piking effettuato sulla curva di dispersione per la modellizzazione delle Vs.

Infine viene mostrato il grafico delle Vs (allegato 3).

La  $V_{S30}$  è stata ricavata mediante l'utilizzo della formula sotto riportata:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Con la determinazione delle onde di taglio  $V_s$  i terreni indagati vengono inseriti in una delle seguenti categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008\_Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III):

Categoria	Descrizione
A	Aluviali recenti effluenti o terreni molto ripidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 5 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto, talora con o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 50 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (coefficiente $N_{61.5} = 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,0} = 250$ kPa nei terreni a grana fine)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente consistenti o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 50 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (coefficiente $N_{61.5} = 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,0} = 250$ kPa nei terreni a grana fine)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente consistenti o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 50 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (coefficiente $N_{61.5} = 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,0} = 70$ kPa nei terreni a grana fine)
E	Terroni che cadono al di sotto C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s = 800$ m/s)

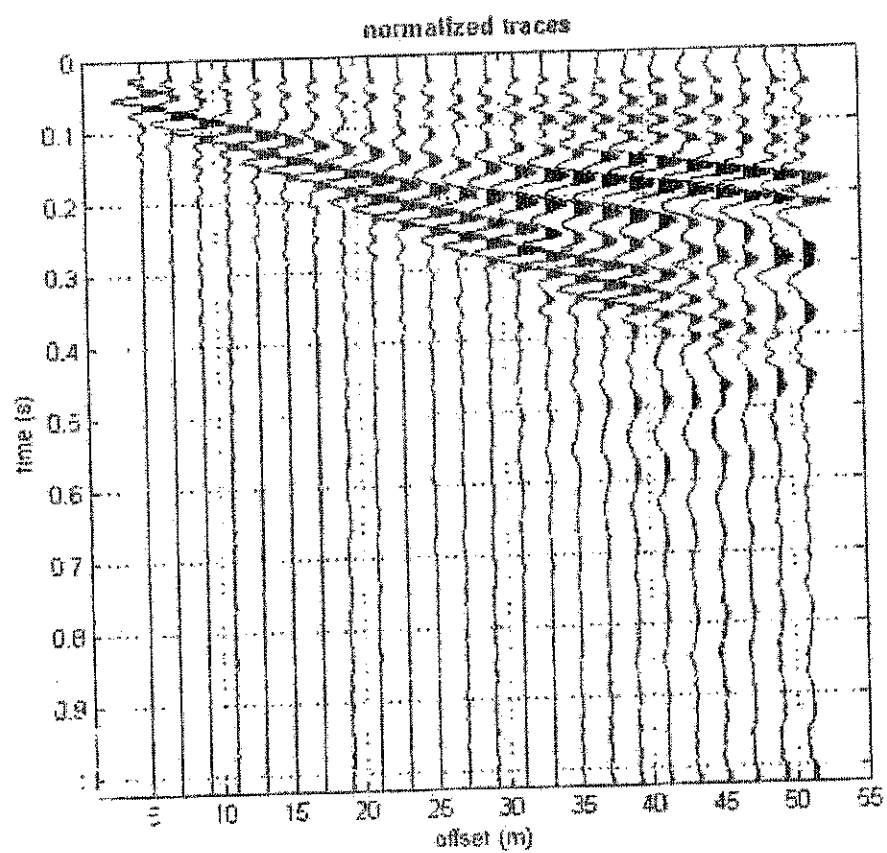
Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (coefficiente $N_{61.5} = 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 5 m di terreni a grana fine di bassa consistenza oppure che includono almeno 5 m di torci o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille venute o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

Dall'analisi dell'indagine si può affermare che il sito è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ):

profondità di calcolo	$V_{s30}$ m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	444	B
1,00-31,00mt.	470	B
2,00-32,00mt.	499	B
3,00-33,00mt.	527	B
4,00-34,00mt.	537	B

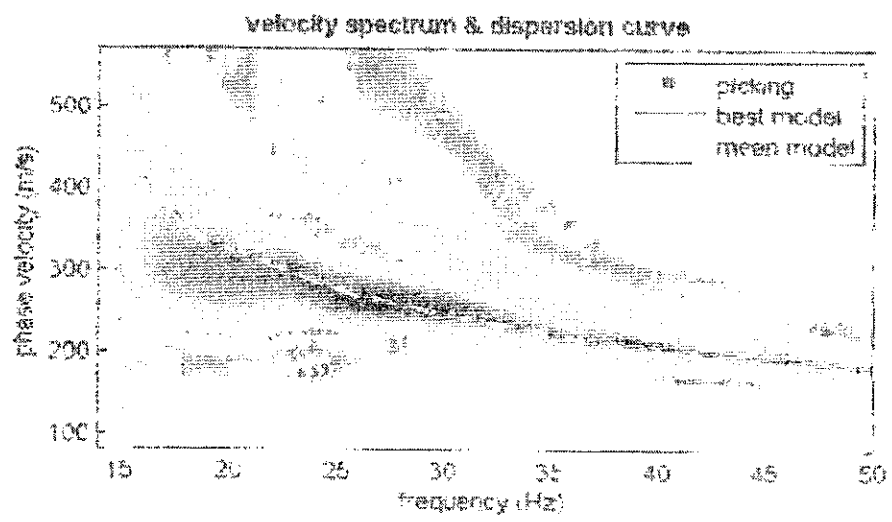
INTERGEO s.r.l.  
Cod. Op. Ed. S. 21/197  
Via Fardaglia, 37  
47026 SERRAVALLE - RN

## ALLEGATO 1 - Acquisizione delle onde



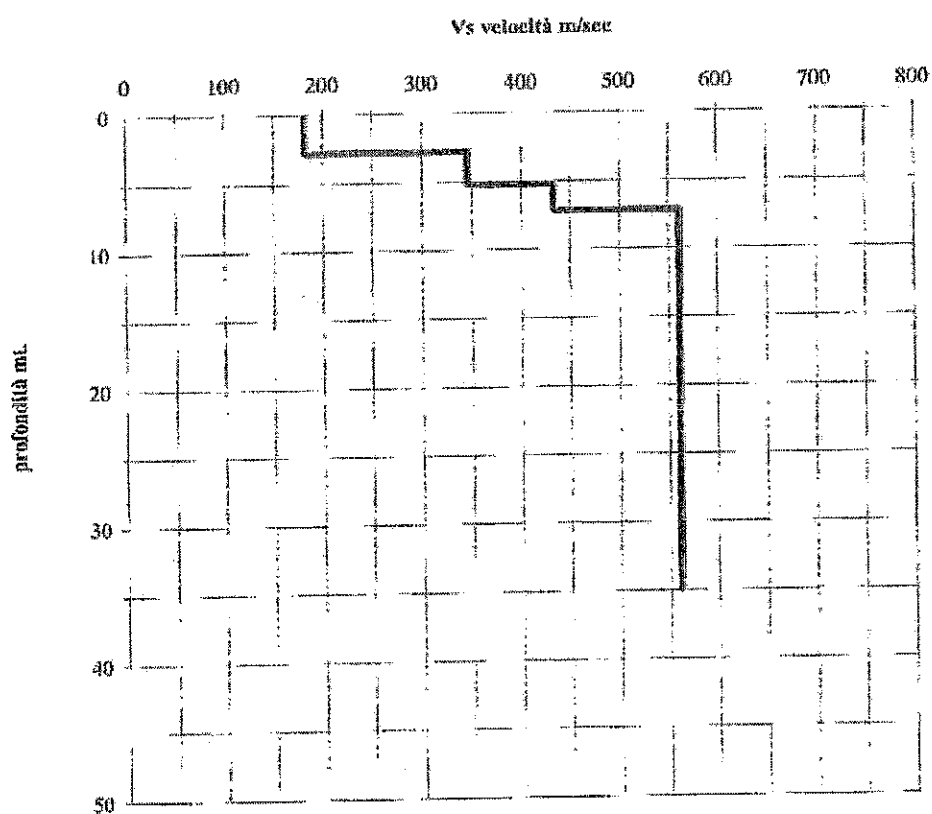


## ALLEGATO 2 - Picking della curva di dispersione



## Profilo delle Velocità (onde S)

Tabella di calcolo			
da prof. mt.	a prof. mt.	Vs m/sec	$(H/V)$
0,00	2,50	182	0,015384615
2,50	5,20	346	0,006936416
5,20	7,20	433	0,004618938
7,20	35,00	561	0,049554367



Profondità di calcolo	Vs 30 m./sec.	Categoria del suolo
0,00-30,00 mt.	444	B
1,00-31,00 mt.	470	B
2,00-32,00 mt.	499	B
3,00-33,00 mt.	527	B
4,00-34,00 mt.	537	B