



PROTEZIONE CIVILE  
 Presidenza del Consiglio dei Ministri  
 Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME

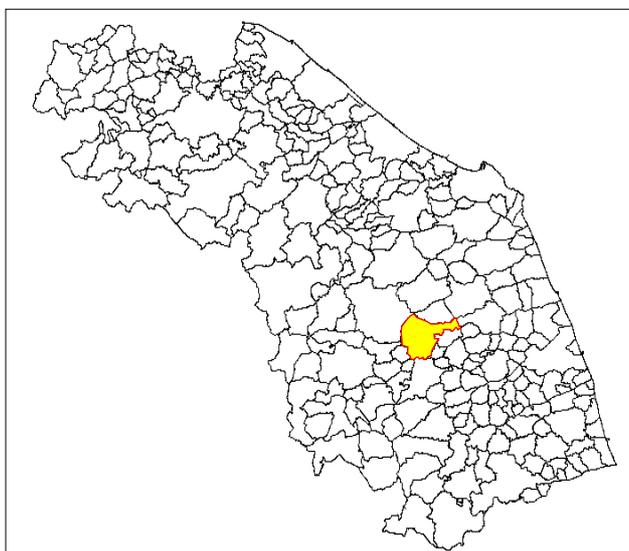
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77  
 OPCM 4007/2012

PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA. ANNUALITA' 2011

# MICROZONAZIONE SISMICA

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### Regione Marche Comune di Tolentino



Regione



Soggetto realizzatore:

Dott. Geol. Fabrizio Tombolini  
 Dott. Geol. Roberto Pucciarelli

Collaboratore:

Dott. Geol. Mauro Cataldi

Altre collaborazioni:

Dott. Geol. Francesco Viti

Data:

Luglio 2013

## ***INDICE GENERALE***

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 Inquadramento territoriale.....	5
1.2 Analisi dei dati esistenti.....	7
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE.....	8
2.1 Sismicità storica dell'area .....	8
2.2 Stazione accelerometrica Tolentino (TLN - RAN).....	8
2.2.1 <i>Evento sismico del 21.07.2013</i> .....	9
3. ASSETTO GEOLOGICO DI AREA VASTA.....	10
3.1 Successione stratigrafica.....	11
3.1.1 <i>Unità della copertura</i> .....	12
3.1.2 <i>Unità del substrato</i> .....	14
3.2 Assetto strutturale.....	23
4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DI AREA VASTA .....	26
4.1 Generalità.....	26
4.2 Analisi geomorfologica del territorio comunale.....	28
5. ASSETTO IDROGEOLOGICO DI AREA VASTA.....	36
5.1 Sorgenti e punti d'acqua significativi .....	37
5.2 Pozzi .....	40
6. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	41
6.1 Dati geotecnici.....	41
6.2 Dati geofisici.....	43
6.2.1 <i>Descrizione indagine Down Hole</i> .....	44
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE DATI .....	49
8. ELABORATI CARTOGRAFICI .....	50
8.1 Carta delle indagini .....	50
8.2 Carta geologico – tecnica per la microzonazione sismica.....	51
8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica e modello del sottosuolo .....	53
8.3.1 <i>Centro abitato</i> .....	53
8.3.2 <i>San Giuseppe</i> .....	57
8.3.3 <i>Bura</i> .....	60
8.3.4 <i>Zona industriale Le Grazie</i> .....	63
8.3.5 <i>Rosciano – San Diego</i> .....	66

8.3.6 Ex Parco Sonia .....	70
8.3.7 Piani bianchi .....	73
8.3.8 Ributino .....	77
8.3.9 Zona industriale Est .....	80
8.3.10 Paterno .....	84
8.3.11 Regnano .....	88
8.3.12 Piane della Rancia .....	91

**- Elaborati fuori testo:**

- TAV. 0 QUADRO D'UNIONE
- TAV. 1.1 CARTA DELLE INDAGINI – area nord
- TAV. 1.2 CARTA DELLE INDAGINI – area sud
- TAV. 2.1 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – centro abitato
- TAV. 2.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località San Giuseppe
- TAV. 2.3 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Bura
- TAV. 2.4 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – zona industriale Le Grazie
- TAV. 2.5 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Rosciano – San Diego
- TAV. 2.6 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località ex Parco Sonia
- TAV. 2.7 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Pianibianchi
- TAV. 2.8 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Ributino
- TAV. 2.9 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – Zona Industriale est
- TAV. 2.10 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Paterno
- TAV. 2.11 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Regnano
- TAV. 2.12 CARTA GEOLOGICO-TECNICA – località Piane della Rancia
- TAV. 2.1.1 SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE – centro abitato
- TAV. 2.2.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località San Giuseppe
- TAV. 2.3.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Bura
- TAV. 2.4.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – zona industriale Le Grazie
- TAV. 2.5.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Rosciano – San Diego
- TAV. 2.6.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località ex Parco Sonia
- TAV. 2.7.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Pianibianchi
- TAV. 2.8.1 SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE – località Ributino
- TAV. 2.9.1 SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE – Zona Industriale est
- TAV. 2.10.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Paterno
- TAV. 2.11.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Regnano
- TAV. 2.12.1 SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA – località Piane della Rancia

- TAV. 3.1 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) - centro abitato
- TAV. 3.2 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località San Giuseppe
- TAV. 3.3 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località Bura
- TAV. 3.4 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – zona industriale Le Grazie
- TAV. 3.5 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località Rosciano – San Diego
- TAV. 3.6 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località ex Parco Sonia
- TAV. 3.7 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località Pianibianchi
- TAV. 3.8 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – località Ributino
- TAV. 3.9 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS I° livello) – Zona Industriale est
- TAV. 3.10 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA  
SISMICA (MOPS I° livello) – località Paterno
- TAV. 3.11 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA  
SISMICA (MOPS I° livello) – località Regnano
- TAV. 3.12 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA  
SISMICA (MOPS I° livello) – località Piane della Rancia

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Tolentino (MC), di intesa con la Regione Marche ed il Dipartimento della Protezione Civile, sono state eseguite indagini sulle caratteristiche geologico-geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche delle principali aree urbanizzate del territorio comunale, al fine della realizzazione di Carte di Microzonazione Omogenea in Prospettiva Sismica (MOPS), di 1° livello.

La metodologia di analisi adottata può essere così riassunta:

- *acquisizione dei dati esistenti e loro elaborazione ed interpretazione;*
- *rilevamento geolitologico alla scala 1:5.000;*
- *rilevamento geomorfologico alla scala 1:5.000;*
- *studio fotogeologico eseguito su aerofotogrammi;*
- *elaborazione Carta delle Indagini, alla scala 1:10.000 (TAV. 1);*
- *elaborazione di n° 12 Carte geologico-tecniche, alla scala 1:5.000 (TAVV. 2);*
- *elaborazione di n° 15 Sezioni geologiche schematiche, alla scala 1:500 (TAVV. 2.1);*
- *elaborazione di n° 12 Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, alla scala 1:5.000 (TAVV. 3);*
- *stesura della Relazione esplicativa;*
- *creazione del database e dei relativi shapefiles.*

Come base topografica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000, opportunamente ridotta alla scala 1:5.000 per ciò che concerne le carte geologico – tecniche e le carte relative alle MOPS (Sezioni 302120, 302150, 302160, 303090, 303130, 303140, 313030, 313040, 314010).

## 1.1 Inquadramento territoriale

Il territorio del Comune di TOLENTINO ha una estensione di 94,80 Km<sup>2</sup> ed è situato nella porzione centrale della Provincia di Macerata (Fig. 1).



Confina a nord con i comuni di *Pollenza*, *Macerata* e *Treia*, ad est con *Corridonia* e *Petriolo*, a sud-est con i comuni di *Urbisaglia* e *Colmurano*, a sud con *Camporotondo di Fiastone* e *S. Ginesio* e ad ovest, infine, con i comuni di *San Severino Marche*, *Belforte del Chienti* e *Serrapetrona* (Fig. 2).

Fig. 1 - Ubicazione territoriale

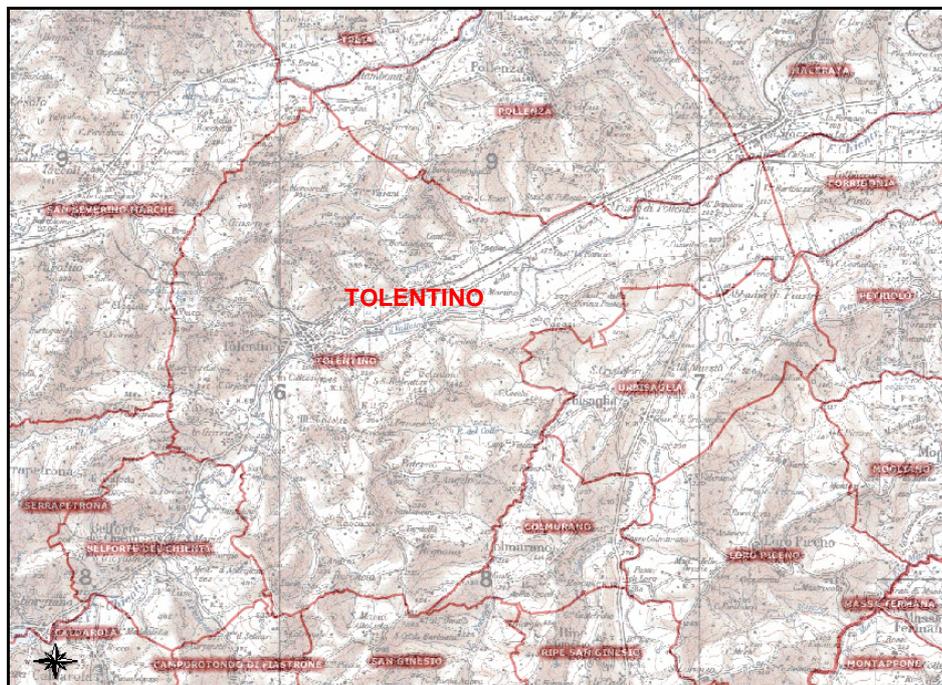


Fig. 2 - Limiti comunali

I nuclei abitati principali, ovvero le aree a maggior densità abitativa considerate ai fini della microzonazione sismica, sono costituiti, oltre che dal Capoluogo (Foto 1), dalle seguenti località:

- *San Giuseppe;*
- *Bura;*
- *Zona industriale Le Grazie;*
- *Rosciano – San Diego;*
- *Ex Parco Sonia;*
- *Pianibianchi;*
- *Ributino;*
- *Zona industriale Est;*
- *Paterno;*
- *Regnano;*
- *Piane della Rancia.*



Foto 1 - Vista panoramica del Capoluogo (da ovest)

Dal punto di vista orografico, il territorio comunale rientra nella fascia medio-collinare del maceratese, con quote comprese tra circa 150 metri s.l.m. (fondovalle del *Fiume Chienti* – estremità orientale) e 523 metri s.l.m. (*S. Andrea Vecchio*).

## 1.2 Analisi dei dati esistenti

L'area oggetto di studio ricade nel *Foglio n° 124 - Macerata* della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 (1967). Tale documento fornisce soltanto un inquadramento generale che può ritenersi superato dalla recente Carta dell'Ambiente Fisico delle Marche, alla scala 1:100.000, redatta nel 1991. Attualmente, sono in corso di elaborazione e stampa definitiva, alcuni fogli geologici alla scala 1:50.000, riguardanti il territorio in esame, redatti nell'ambito del Progetto CARG.

Le principali pubblicazioni consultate sono state:

- ❖ *Le sorgenti della Provincia di Macerata* - Studio idrogeologico (Vol. I-II; a cura dell'Università di Camerino, 1972).
- ❖ *Carta Geologica dei depositi neogenico-quadernari tra il F. Potenza e il F. Tronto* (G. Cantalamessa ed altri, Studi Geologici Camerti, Numero Speciale, VII, 1983)
- ❖ *L'ambiente Fisico delle Marche - Geologia-Geomorfologia-Idrologia* (Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente, 1991).
- ❖ *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei bacini minori torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 9) Il bacino della Laga tra il F. Potenza ed il F. Fiastrone - T. Fiastrella* (Studi Geologici Camerti, Istituto di Geologia Univ. di Camerino, Volume VII, 1981-82).
- ❖ *Carta inventario dei movimenti franosi della Regione Marche ed aree limitrofe* - Scala 1:100.000 - Coordinatori: M. Cardinali e F. Guzzetti, CNR-IRPI, Perugia, 1993.
- ❖ *Il rischio idrogeologico nella Provincia di Macerata* (a cura di Torquato Nanni), Provincia di Macerata - Assessorato all'Ambiente (2000).
- ❖ *Carta del Rischio Idrogeologico Potenziale nella Provincia di Macerata (Marche)* - scala 1:100.000 (A cura di Torquato Nanni) - Amministrazione Provinciale di Macerata - Settore Ambiente e Territorio (2000).
- ❖ *Carta Geologica d'Italia - Catalogo delle Formazioni* - Quaderni Serie III – Volume 7 – Fascicolo VI (2007).
- ❖ *Carta Geologica d'Italia - Catalogo delle Formazioni* - Quaderni Serie III – Volume 7 – Fascicolo VII (2007).

Tali studi a carattere generale, forniscono utili indicazioni per inquadrare il territorio comunale in un contesto più ampio, relativamente alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE

Il territorio comunale di Tolentino, ai sensi del D.M. 19.03.1982, era classificato sismico di seconda categoria.

L'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale come nella tabella seguente, in cui ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica □ Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g] □ Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/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 □ □  
 Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni

### DIGITIZERS

Installation start	Installation end	Model	Serial	Samples per second	Gain	N° bits adc	Type	Detail
2010-01-28 00:00:00		Etna	KP6636			18	Digital	

### SENSORS

Installation start	Installation end	Model	Serial	Orientation	Location	Installation	Sensor depth (m)	Detail
2010-01-28 00:00:00		Episensor FBA ES-T	KP6636	East-West	Ground surface		0.0	
2010-01-28 00:00:00		Episensor FBA ES-T	KP6636	North-South	Ground surface		0.0	

2010-01-28 00:00:00		Episensor FBA ES-T	KP6636	Up-Down	Ground surface		0.0	
------------------------	--	-----------------------	--------	---------	-------------------	--	-----	--

#### What to export

Raw data	<input type="checkbox"/>
Processed data	<input checked="" type="checkbox"/>

#### What to export - physical quantities

Acceleration	<input checked="" type="checkbox"/>
Velocity	<input type="checkbox"/>
Displacement	<input type="checkbox"/>

#### What to export - spectra

Fourier spectra	<input type="checkbox"/>
Response spectra	<input type="checkbox"/>

#### How to export - format

Ascii ITACA	<input checked="" type="checkbox"/>
MiniSEED/SEED	<input type="checkbox"/>
SAC	<input type="checkbox"/>

### 2.2.1 Evento sismico del 21.07.2013

In data 21.07.2013 alle ore 01.32.24 si è verificato un sisma di magnitudo 4.9 con epicentro a largo del tratto di costa compreso tra Ancona e Porto Recanati.



Fig. 6

In corrispondenza della stazione accelerometrica TLN l'evento è stato regolarmente registrato; vengono di seguito riportati i relativi accelerogrammi nelle tre componenti fondamentali.

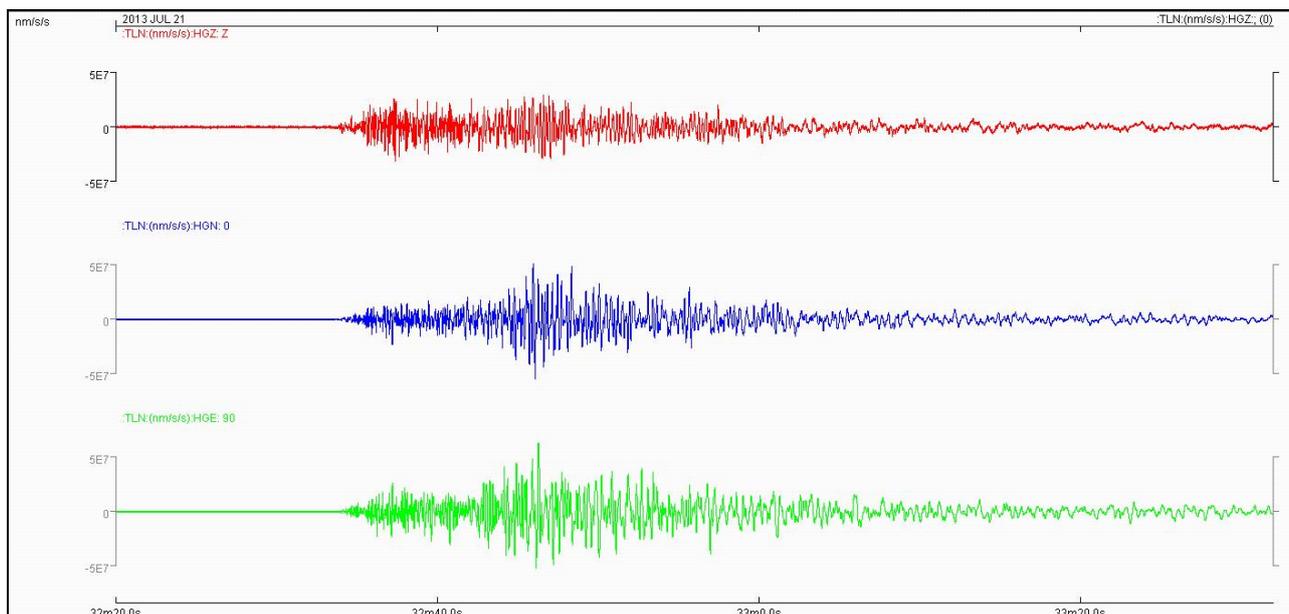


Fig. 7

### 3. ASSETTO GEOLOGICO DI AREA VASTA

Il territorio del Comune di Tolentino, rientra nel Bacino marchigiano esterno s.l., e più precisamente, nel settore centro-occidentale dello stesso, caratterizzato, in affioramento, dalla

presenza di terreni sedimentari appartenenti ad una successione marina mio-plio-pleistocenica e da depositi continentali quaternari (depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, accumuli di frana, ecc.).

I criteri adottati per cartografare i terreni del substrato sono stati principalmente quelli litostratigrafici e dell'analisi di facies; in generale, il rilevamento è stato condizionato, in alcuni settori, dalla scarsità degli affioramenti analizzabili.

Particolarmente importante è risultato anche lo studio di immagini telederivate le quali, unitamente alle indagini di terreno, hanno consentito di cartografare i diversi elementi morfologici e la distribuzione dei depositi continentali quaternari.

Per la caratterizzazione della successione marina silicoclastica, si è fatto largo uso dei criteri litostratigrafici classici, integrati, ove possibile, dalla descrizione di altri caratteri tipici dei depositi silicoclastici. Sulla base del rapporto arenaria/pelite (A/P), sono state distinte le seguenti associazioni litologiche:

- Litofacies pelitica ( $A/P < 30\%$ )
- Litofacies pelitico-arenacea ( $30\% \leq A/P \leq 40\%$ )
- Litofacies arenaceo-pelitica ( $40\% \leq A/P \leq 70\%$ )
- Litofacies arenacea ( $A/P > 70\%$ )

L'approccio utilizzato per cartografare i terreni affioranti nell'area di interesse ha consentito di riconoscere e cartografare unità litostratigrafiche di rango differente, le quali hanno evidenziato l'estrema variabilità latero-verticale della successione mio-plio-pleistocenica marchigiana.

Oltre alle unità litologiche costituenti il substrato, sono stati cartografati i depositi alluvionali del F. Chienti, del F. Potenza, del T. Fiastra e del T. Cesolone, i depositi eluvio-colluviali e gli accumuli di frana antichi e recenti.

### **3.1 Successione stratigrafica**

Di seguito vengono dettagliatamente descritti i caratteri delle varie unità litologiche, distinte in unità della copertura ed unità del substrato.

### ***3.1.1 Unità della copertura***

#### *- Depositi continentali quaternari*

Questi litotipi ricoprono diffusamente il substrato con spessori molto variabili e, in particolare per i depositi alluvionali, con notevoli differenze latero-verticali:

#### *- Depositi eluvio-colluviali (spessore > 3,0 m), accumuli di frana antichi e recenti*

(Età: Olocene-Pleistocene sup.)

Sono costituiti da limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie, a luoghi con inclusi lapidei di dimensioni variabili dalle ghiaie ai blocchi; ricoprono diffusamente i versanti collinari e la loro genesi è da attribuire a meccanismi di alterazione, soliflusso, ruscellamento diffuso, reptazione e/o a movimenti di massa.

#### *- Depositi alluvionali attuali e recenti*

(Età: Olocene)

Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, con intercalazioni lentiformi limoso-argillose e sabbioso-limose; gli elementi grossolani sono di natura prevalentemente calcarea, ben arrotondati. Corrispondono al IV ordine tradizionale dei terrazzi fluviali.

#### *- Depositi alluvionali terrazzati*

(Età: Pleistocene superiore)

Sono costituiti principalmente da sabbie e ghiaie medio-grossolane, da sciolte a mediamente cementate, con elementi poligenici prevalentemente calcarei, ben arrotondati e con intercalazioni di livelli o lenti limoso-argillose e limoso-sabbiose (Foto 2-3). Sono rinvenibili ai fianchi delle valli principali (*F. Chienti, F. Potenza, Rio Cesolone, T. Fiastra e T. Entogge*), con altezze medie comprese tra circa 10 e 30 metri sull'alveo attuale. Corrispondono al III ordine tradizionale dei terrazzi fluviali.



Foto 2 - Alluvioni terrazzate del T. Entogge



Foto 3 - Contatto erosivo tra le alluvioni terrazzate ed il substrato pelitico (loc. Pianarucci)

- Depositi alluvionali terrazzati

(Età: Pleistocene medio-finale)

Costituiti principalmente da ghiaie e ghiaie sabbiose, eterometriche, mediamente cementate, ad elementi poligenici prevalentemente calcarei, da debolmente a ben arrotondati, con intercalazioni di livelli o lenti sabbioso-limose. Sovente questi depositi si presentano cementati in superficie a seguito di processi pedogenetici responsabili anche della formazione di suoli evoluti, lisciviati ed arrossati di tipo fersiallitico, presenti alla sommità. Si rinvencono in sinistra idrografica del *Fiume Chienti*, ad altezza comprese tra circa 30 e 100 m sul talweg (Foto 4). Corrispondono al II ordine tradizionale dei terrazzi fluviali.



Foto 4 - Alluvioni terrazzate ghiaiose, con livelli cementati  
(loc. Colmaggiore)

- Depositi alluvionali terrazzati

(Età: Pleistocene medio-medio inferiore)

Ghiaie e ghiaie sabbiose, eterometriche, mediamente cementate, ad elementi poligenici prevalentemente calcarei; corrispondono al I ordine tradizionale dei terrazzi fluviali. Alcuni lembi, posti a quote ancora più elevate, costituiti da materiali fini limoso argillosi e limoso-sabbiosi, sono stati interpretati come depositi alluvionali di bassa energia (lacustri, palustri).

### ***3.1.2 Unità del substrato***

#### ***- Successione marina – Depositi silicoclastici, gessosi e marnoso-calcarei***

La successione marina affiorante nel territorio comunale, è stata distinta e cartografata nelle seguenti n. 5 Formazioni (dal termine più recente al più antico):

***1 - FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE***

***2 - FORMAZIONE A COLOMBACCI***

***3 - FORMAZIONE DELLA LAGA – membro post-evaporitico***

***4 - FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA***

***5 - SCHLIER***

***1 - FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE***

(Età: Pliocene inferiore - Pliocene medio)

Nel territorio esaminato, questa Formazione è costituita da una successione sedimentaria prevalentemente pelitica, pliocenica, formata da argille e argille marnose grigio-azzurre, fossilifere, con rari e sottili livelli siltitici o arenitici di colore giallo ocra.



Foto 5 - Argille marnose grigio-azzurre, con livelli sabbiosi fini, ocracei (Argille Azzurre, litofacies pelitica - loc. Pacciarone)

La stratificazione delle peliti massive è in genere poco visibile, mentre la frattura è concoide e le tonalità grigio-azzurre. Le **litofacies pelitiche** affiorano estesamente nel territorio in esame, sia a nord del *Fiume Chienti*, in loc. *Collina* (Foto 5) e *Acquasalata*, sia a sud (loc. *Pianarucci*, *Divina Pastora*). All'interno della litofacies pelitica, sono state distinte e cartografate separatamente le seguenti associazioni litologiche:

**1a - Litofacies pelitico-arenacea:** è costituita da peliti e peliti laminate con intercalazioni di arenarie grigio-giallastre in strati sottili, a granulometria fine e media, a basso grado di cementazione, con laminazione piano-parallela e base erosiva.

Il rapporto sabbia-argilla è molto basso.

Questa litofacies è stata rinvenuta solamente sui versanti collinari, in destra idrografica del *F. Chienti*, in corpi lenticolari di pochi metri di spessore (Foto 6).



Foto 6 - Intercalazioni di orizzonti lenticolari pelitico-arenacei nelle Argille Azzurre (loc. la Divina pastora)

**1b - Litofacies arenaceo-pelitica:** alternanze di arenarie e sabbie grigio-giallastre in strati sottili e medi, a granulometria media e fine, a basso grado di cementazione, e peliti grigie; gli strati più spessi presentano laminazione generalmente piano-parallela e/o ondulata, talora incrociata.

Anche questa litofacies, come la precedente, è stata rinvenuta solamente sui rilievi collinari, in destra idrografica del F. Chienti (Foto 7).



Foto 7 - Orizzonte arenaceo-pelitico, intercalato nelle Argille Azzurre  
(loc. la Divina Pastora)

## 2 - FORMAZIONE A COLOMBACCI

(Età: Messiniano p.p.)

Questa Formazione giace, con contatto stratigrafico discordante (unconformity) sui depositi del Membro post-evaporitico della Formazione della Laga; al tetto della formazione, a nord del F. Chienti, poggiano, in discordanza angolare, i depositi del Pliocene inferiore (Formazione delle Argille azzurre), mentre a sud del F. Chienti le Argille azzurre poggiano, sempre in discordanza, direttamente sui litotipi della Formazione della Laga.

Un'altra importante differenziazione di questa formazione è data dalla prevalenza di litofacies prevalentemente pelitiche e pelitico-arenacee a nord della linea del F. Chienti, rispetto al settore meridionale, nel quale predominano (o comunque sono ben rappresentate) facies grossolane arenaceo-pelitiche e, subordinatamente, arenacee, intercalate, a varie altezze, nell'associazione pelitico-arenacea.

Le litologie fini, pelitiche e pelitico-arenacee, sono caratterizzate dalla presenza dei caratteristici livelli calcarei denominati “colombacci”.

Nell'ambito di questa formazione, dello spessore complessivo pari a circa 600-700 metri, sono state distinte e cartografate le seguenti associazioni litologiche:

**2a - Litofacies pelitica:** è costituita da argille siltose ed argille marnose, di colore grigio, con rare e sottilissime intercalazioni di arenarie bruno-ocree, a granulometria fine. Questa litofacies è stata rinvenuta solamente nel settore settentrionale del territorio comunale (a nord del F. Chienti), dove risulta, insieme all'associazione pelitico-arenacea, appresso descritta, nettamente predominante.

**2b - Litofacies pelitico-arenacea:** è costituita da argille siltose grigie, con intercalazioni di arenarie grigio-avane in strati sottili, a granulometria fine e media.

Il rapporto sabbia-argilla è molto basso.

Questa litofacies affiora molto diffusamente sui versanti collinari del territorio, in particolare nei settori occidentali, a nord e a sud del F. Chienti (Foto 8).



Foto 8 - Litofacies pelitico-arenacea della Formazione a Colombacci  
(loc. Monte Ginestre)

**2c - Litofacies arenaceo-pelitica:** alternanze di arenarie di colore avana-nocciola, in strati medi e sottili, a granulometria medio-fine, a geometria lenticolare e peliti marnose grigie; a luoghi, si

rinvengono arenarie in strati spessi. Anche questa litofacies, come la precedente, è stata rinvenuta prevalentemente sui rilievi collinari a sud del *F. Chienti* (Foto 9 – 10).



Foto 9 - Litofacies arenaceo-pelitica in strati medi  
(loc. Terme S. Lucia)



Foto 10- Litofacies arenaceo-pelitica in strati spessi  
(loc. San Martino)

**2d - Litofacies arenacea:** è costituita da arenarie di colore avana-nocciola, a granulometria medio-grossolana, in strati medi e spessi, a geometria marcatamente lenticolare, con frequenti *cogoli* diagenetici alla base degli strati; localmente, si rinvengono arenarie a granulometria medio-fine con interstrati pelitici. Questa litofacies affiora unicamente al nucleo della struttura sinclinalica della dorsale *Monte Ginestre - Monte Cucco*, nel settore meridionale del territorio comunale (Foto 11).



Foto 11 - Cogoli diagenetici della litofacies arenacea  
(loc. Monte Cucco)

### **3 - FORMAZIONE DELLA LAGA**

(Età: Messiniano p.p.)

Nel territorio comunale di Tolentino, i litotipi di questa formazione sono costituiti da sedimenti silicoclastici, di natura torbiditica, che affiorano prevalentemente nel settore meridionale, a sud della linea del F. Chienti; essi sono limitati, verso est, dalla traccia in superficie del contatto trasgressivo basale, discordante, della successione marina plio-pleistocenica (Formazione delle Argille azzurre).

In generale, a livello regionale, i sedimenti torbiditici della Formazione della Laga si sono depositi, a partire dal Messiniano inferiore, in un bacino di avanfossa ubicato al fronte del sovrascorrimento dei Monti Sibillini e presentano spessori massimi variabili da circa 3.000 m ad oltre 4.000 metri.

I depositi silicoclastici, nell'insieme, rappresentano un ciclo sedimentario di primo ordine, di tipo trasgressivo, caratterizzato da notevoli variazioni latero-verticali, sia di spessore che di facies. L'analisi delle paleocorrenti evidenzia, per l'intero bacino, correnti di torbida di provenienza prevalentemente nord-occidentale, che venivano smistate verso SSE.

Questa formazione è stata suddivisa in tre principali unità litostratigrafiche (membri), di scala regionale, denominati dal basso verso l'alto:

- Membro pre-evaporitico;
- Membro evaporitico;
- Membro post-evaporitico.

Nel territorio in esame, ubicato nel settore settentrionale del Bacino della Laga, affiorano esclusivamente i termini appartenenti al Membro post-evaporitico del Messiniano superiore; la porzione basale di tale membro contiene un livello vulcanoclastico, a composizione riodacitica, con spessori compresi tra circa 1,0 m e 3,0 metri (non cartografato). Per tale membro, le provenienze delle torbide sembrano indicare anche direzioni occidentali e, localmente, da SW.

Nell'ambito di questa formazione, dello spessore affiorante pari a circa 300-400 metri, sono state distinte e cartografate le seguenti litofacies:

**3a - Litofacies pelitico-arenacea:** è costituita da peliti marnose e marnoso-siltose, grigie ed avana, con sottili intercalazioni di arenarie grigio-avana in strati sottili, a granulometria fine e media. In tale associazione si rinviene intercalato un *livello vulcanoclastico*, a composizione riodacitica, che non è stato cartografato separatamente. Il rapporto sabbia-argilla è molto basso.

Questa litofacies affiora diffusamente sui versanti collinari, in particolare nel settore meridionale del territorio, a sud del F. Chienti (Foto 12 - 13).



Foto 12 - Litofacies pelitico-arenacea (Formazione della Laga - loc. Villa Apriletti)



Foto 13 - Litofacies pelitico-arenacea (Formazione della Laga - loc. Lago Le Grazie)

**3b - Litofacies arenaceo-pelitica:** alternanze di arenarie di colore avana-giallastro e grigie, in strati sottili e medi, a granulometria da media a grossolana ed argille marnose grigie; a luoghi, si rinvengono livelli arenacei in strati spessi, ben cementati (Foto 14 - 15).



Foto 14 - Litofacies arenaceo-pelitica in strati sottili e medi (loc. sponda sx Fiume Chienti)



Foto 15 - Strati arenacei della litofacies arenaceo-pelitica, ben cementati (loc. Rosciano)

**3c - Litofacies arenacea:** è costituita da arenarie di colore avana, a granulometria medio-grossolana, in strati medi e spessi, a geometria marcatamente lenticolare, con frequenti *cogoli* diagenetici e sottili interstrati pelitici grigi. Questa litofacies affiora unicamente nel settore sud-occidentale del territorio, al fianco orientale della struttura anticlinale Poggio la Croce - Villa Santolini e nella dorsale di S. Andrea Vecchio (Foto 16).



Foto 16 - Litofacies arenacea (loc. S. Andrea Vecchio)

#### **4 - FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA**

(Età: Messiniano p.p.)

La Formazione Gessoso-solfifera comprende, in generale, i depositi connessi alla crisi di salinità messiniana s.s., collocabile tra 5.96 e 5.33 Ma (milione di anni) e risulta interessata dalla discontinuità intra-messiniana, attribuibile ad un'importante fase di deformazione tettonica che interessa vari contesti geodinamici (fra cui quello in esame) e che coincide con la fase di acme della crisi di salinità.

Il limite superiore, sincrono, viene posto in coincidenza con il ritorno a franche condizioni marine, alla base dello Zancleano, mentre il limite inferiore, diacrono, è dato dalla prima comparsa di depositi evaporitici primari o clastici.

Nel territorio comunale in esame, questa formazione, caratterizzata da un'estrema eterogeneità litologica, affiora unicamente nel settore sud-occidentale del territorio (dorsale anticlinalica di Poggio la Croce – Villa Santolini), ed è costituita prevalentemente da alternanze di marne ed argille gessose laminate, di colore grigio scuro e tabacco, marne diatomitiche, sottili calcari stromatolitici di colore grigio-avorio, talora con tracce di bioturbazione, arenarie fini e siltiti giallo-brunastre, gessi laminati e gessi detritici (Foto 17 - 18).



Foto 17 - Arenarie fini e siltiti laminate della Formazione Gessoso solfifera (loc. V.la Rofanello)



Foto 18 - Livello gessoso laminato della Formazione Gessoso solfifera (loc. V.la Rofanello)

## 5 - SCHLIER

(Età: Burdigaliano superiore p.p. - Messiniano inferiore p.p.)

Lo Schlier è costituito da alternanze di marne, marne calcaree, marne argillose grigie e, subordinatamente, di calcari marnosi biancastri, talora finemente detritici. La bioturbazione è molto frequente ed intensa, mentre la stratificazione è in genere sottile e media, sovente obliterata da un diffuso clivaggio (Foto 19 – 20).

Lo Schlier umbro-marchigiano è caratterizzato da una notevole variabilità per quanto riguarda gli spessori, le litofacies, l'età ed i rapporti stratigrafici al tetto: nell'area in esame, lo Schlier passa superiormente, in concordanza o, talora, con evidenti discordanze angolari, alla Formazione Gessoso-solfifera.



Foto 19 - Strati medi dello Schlier, caratterizzato da un intenso clivaggio (loc. C.<sup>le</sup> Pucci)



Foto 20 - Formazione dello Schlier (loc. C.<sup>le</sup> Pucci)

### 3.2 Assetto strutturale

Dal punto di vista geologico-strutturale, nel territorio comunale sono presenti strutture plicative sinclinaliche ed anticlinaliche, di varia estensione, ad assi prevalentemente appenninici, dislocate da faglie di natura compressiva, estensiva e trascorrente, con orientazione NE-SW, NNE-SSW, NW-SE ed ENE-WSW, caratterizzate da rigetti variabili.

In particolare, nel settore settentrionale, sono presenti, da ovest verso est e da sud a nord, le seguenti strutture geologiche:

*a - Anticlinale Colle Pucci - Rosciano*: costituisce un tratto della struttura nota in letteratura con il nome di *anticlinale Taccoli - Villa Rofanello*, ad asse appenninico. Qui, al nucleo, affiora lo *Schlier* (la formazione più antica del territorio in esame), mentre il contatto lungo i fianchi, con i termini più recenti della *Formazione a Colombacci* (ad ovest) e del *membro post-evaporitico della Formazione della Laga* (ad est) avviene mediante faglie ad alto angolo, con direzione circa N170.

*b - Sinclinale S. Martino - S. Bartolomeo - Bura*: si tratta di una struttura piuttosto complessa, complessivamente ad asse appenninico, interessata da faglie ad andamento circa NE-SW che la disarticolano in vari blocchi. Sono interessati i litotipi torbiditici pelitico-arenacei ed arenaceo-pelitici della *Formazione a Colombacci*, che danno luogo a strutture plicative minori. A nord la struttura sinclinalica viene ribassata da una faglia normale di notevole estensione, ad andamento antiappenninico (ENE-WSW) al di sotto delle peliti plioceniche della *Formazione delle Argille azzurre*.

*c - Sinclinale la Collina - Corvatto*: questa ampia struttura sinclinalica, ad asse appenninico, si sviluppa nell'estrema porzione nord-occidentale del territorio e presenta, al nucleo, i litotipi prettamente pelitici della *Formazione delle Argille azzurre*. Il fianco orientale è in continuità stratigrafica discordante con la *Formazione a Colombacci* (litofacies pelitica), mentre, a sud, la sinclinale viene a contatto con i termini *pelitico-arenacei* ed *arenaceo-pelitici* della *Formazione a Colombacci*, tramite la faglia diretta sopra citata.

*d - Sinclinale La Maestà - Riolante - S. Giovanni:* questa sinclinale, ubicata immediatamente a SE della precedente, interessa i termini silicoclastici della *Formazione a Colombacci*, qui costituiti prevalentemente dalla litofacies pelitico-arenacea.

*e - Anticlinale Vicigliano - Rio Pace:* affiora in località *Vicigliano* (a nord) e lungo i versanti che digradano verso il *Rio Pace* (a sud), presentando, al nucleo, le litofacies pelitico-arenacee ed arenaceo-pelitiche del *membro post-evaporitico della Formazione della Laga*; questa struttura anticlinale ha asse con direzione NNW-SSE e, nel settore settentrionale, passa superiormente, con contatto discordante, alla *Formazione a Colombacci* (litofacies pelitica), mentre nel settore meridionale si realizza il contatto tettonico con quest'ultima, tramite la faglia diretta di notevole estensione, ad andamento antiappenninico (ENE-WSW), sopra ricordata.

*f - Sinclinale Rambona - l'Acquasalata - Cantagallo:* di questa ampia struttura sinclinalica, nel territorio comunale affiora solamente il fianco occidentale, con i termini argillosi della *Formazione delle Argille azzurre* caratterizzati da immersione verso i quadranti orientali, compresa tra circa 10° e 20°; anche in questo caso, il contatto tra questa formazione e la sottostante *Formazione a Colombacci*, è di tipo discordante.

Nel **settore meridionale**, si rinvengono, da ovest verso est, le seguenti strutture:

*g - Anticlinale Rofanello – Poggio la Croce:* costituisce il tratto meridionale dell'*anticlinale Taccoli – Villa Rofanello*, ad asse appenninico (N160/170). Al nucleo affiorano i litotipi dello *Schlier*, passante superiormente, in continuità stratigrafica, alla *Formazione Gessoso-solfifera*. Immediatamente ad ovest, al di sopra di quest'ultima, affiorano i litotipi arenacei intercalati nella facies pelitico-arenacea del membro post-evaporitico della *Formazione della Laga*, che costituiscono il fianco orientale di un'ampia struttura sinclinalica, ricadente quasi interamente al di fuori del limite comunale.

*h - Sinclinale Monte Cucco - Colle Pascucci - Colle Cotoiani:* questa sinclinale costituisce la struttura maggiore, per ampiezza, dell'intero territorio comunale; si tratta di una struttura piuttosto complessa ed articolata, complessivamente ad asse appenninico (N170), interessata da faglie ad andamento antiappenninico (circa NE-SW) che la smembrano in vari blocchi. Al nucleo della

macrostruttura affiorano i litotipi più grossolani della *Formazione a Colombacci*, costituiti dalla litofacies arenacea ed arenaceo-pelitica, intercalate a varie altezze nella pelitico-arenacea. Il passaggio con la sottostante *Formazione della Laga* (affiorante ai fianchi e nell'estremo settore meridionale del territorio) è di tipo discordante.

i - *Anticlinale Ributino - Balzi - Villa Paciaroni*: questa stretta ed allungata struttura anticlinale, ad asse circa NNE-SSW, fagliata al nucleo, si sviluppa all'interno dei depositi torbiditici silicoclastici del membro post-evaporitico della *Formazione della Laga*. Verso nord la struttura si sviluppa con una certa continuità (affioramenti ben visibili nell'alveo in erosione del *F. Chienti*), e, ancora più a nord, costituisce la struttura *e*) precedentemente descritta (settore meridionale dell'*Anticlinale Vicigliano - Rio Pace*); verso sud, l'anticlinale risulta interrotta da una faglia, impostata nell'incisione del *Rio di Paterno*.

l - *Sinclinale Colle Tolentino e sinclinale Villa Apriletti - Colle Bamboccio*: queste due strutture sinclinali, la prima, più ampia, con asse WNW-ESE, la seconda, stretta ed allungata lungo un asse NNW-SSE, interessano i litotipi torbiditici arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei della *Formazione della Laga*; il contatto, lungo il fianco orientale, tra quest'ultima e la soprastante *Formazione delle Argille azzurre*, è di tipo trasgressivo e discordante. A sud, entrambe le strutture sono delimitate dalla faglia dell'incisione valliva di *Rio del Colle*.

m - *Sinclinale S. Angelo*: questa sinclinale, piuttosto ampia ed articolata, compresa tra *Rio del Colle* (a nord) e *Rio Paterno* (a sud), presenta un asse con direzione WNW-ESE ed interessa i termini arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei della *Formazione della Laga*; una faglia normale, con direzione circa N-S, disarticola la struttura in blocchi.

n - *Monoclinale Pianarucci - la Divina Pastora - Abbadia di Fiastra*: nel settore orientale del territorio comunale, a sud del *F. Chienti*, affiorano i litotipi prettamente pelitici della *Formazione delle Argille azzurre*, caratterizzata da un contatto basale, trasgressivo e discordante sui termini silicoclastici del membro post-evaporitico della *Formazione della Laga* (diversamente da quanto avviene a nord del *F. Chienti*, dove, come ricordato precedentemente, il contatto basale, trasgressivo e discordante si realizza con i litotipi pelitici della *Formazione a Colombacci*). La struttura, nel complesso, è di tipo monoclinale, con strati debolmente immergenti verso i quadranti orientali (pendenze comprese

tra 5° e 10°), anche se, localmente, nel settore a ridosso delle formazioni messiniane, sono presenti pieghe minori.

## 4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DI AREA VASTA

### 4.1 Generalità

La storia evolutiva quaternaria dell'area esaminata è strettamente legata all'interazione tra sollevamento tettonico e variazioni climatiche. Questi fenomeni hanno prodotto, in alcuni casi, un approfondimento della rete idrografica, zone maggiormente sollevate e depositi colluviali, a luoghi molto spessi.

La conseguenza principale di questi processi è stata la formazione di valli piuttosto incise, con versanti caratterizzati da una energia del rilievo sufficiente ad innescare fenomeni gravitativi, erosioni concentrate ed altri processi destabilizzanti.

La gravità e le acque correnti superficiali hanno avuto sia in passato, che attualmente, un ruolo morfogenetico molto importante. Allo stato attuale riveste particolare interesse anche la morfogenesi legata all'azione antropica.

I processi gravitativi ed erosivi (frane di varia genesi e cinematisimo, ruscellamenti, erosioni concentrate, alvei in approfondimento, aree calanchive, ecc.), possono presentare caratteristiche di pericolosità e di rischio tali da influenzare la pianificazione comunale e le relative scelte progettuali.

Nel rilevamento geomorfologico di dettaglio eseguito all'interno delle aree oggetto di microzonazione, sono state indicate le forme, i depositi ed i processi morfogenetici legati all'azione della gravità, a quella delle acque correnti superficiali, nonché all'interazione, più o meno intensa, tra gli agenti esogeni ed endogeni.

Per quanto riguarda la gravità e le acque correnti superficiali, si è cercato di stabilire, attraverso criteri esclusivamente geomorfologici, il loro grado di attività (inattivo, quiescente e attivo).

Per le frane il concetto di inattivo è legato al fatto che l'accumulo, raggiungendo un livello di base locale, come ad esempio un fondovalle, termina la sua storia evolutiva. Nelle aree esaminate non sono stati rilevati fenomeni franosi definibili inattivi in quanto non risultano verificate le situazioni sopra descritte.

I movimenti franosi in stato quiescente potrebbero riattivarsi, come è noto dalla letteratura scientifica, in occasione di sismi particolarmente forti o di periodi piovosi molto lunghi ed intensi.

Occorre sottolineare che tutti i processi gravitativi per i quali sono stati realizzati interventi di

miglioramento delle condizioni generali di stabilità (es.: drenaggi superficiali e profondi, palificate, pozzi drenanti, ecc.), sono stati cartografati come fenomeni quiescenti, unificando quindi, con tale terminologia, anche i movimenti franosi definibili “stabilizzati” o “bonificati”.

Di seguito vengono elencate le forme di versante dovute alla gravità, le forme fluviali e di versante dovute al dilavamento e le forme antropiche, distinte e cartografate durante il rilevamento geomorfologico di campagna.

*N.B.: la tipologia dei fenomeni morfogenetici cartografati e il loro stato di attività, seguono sostanzialmente i criteri e la simbologia della “Carta Geomorfologica d’Italia - 1:50.000, Guida al rilevamento” a cura del Gruppo di Lavoro per la Cartografia Geomorfologica - Servizio Geologico Nazionale - Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (Quaderni serie III, volume 4, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1994). Rispetto a tale legenda, sono state apportate alcune modifiche relativamente allo stato di attività dei fenomeni: in pratica, i fenomeni attualmente inattivi ma con indizi di attività passata e suscettibili tuttora, totalmente o parzialmente, di riattivazione ed innesco, sono stati classificati come fenomeni quiescenti; viceversa, i fenomeni che hanno mostrato forme nette e “fresche”, nonché evidenze di attività recente più o meno intensa, sono state distinte e cartografate come fenomeni attivi.*

• **Forme di versante dovute alla gravità**

- Nicchia di frana
- Corpo di frana di scorrimento
- Corpo di frana di scorrimento
- Corpo di frana di tipo complesso
- Superficie dissestata da soliflusso e/o deformazioni plastiche
- Piccola frana non classificata

• **Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento**

- Orlo di scarpata di erosione o di terrazzo
- Conoide alluvionale

• **Forme antropiche**

- Rilevato stradale, terreni di riporto

## 4.2 Analisi geomorfologica del territorio comunale

Le unità morfologiche fondamentali del territorio comunale di Tolentino, sono costituite dai *fondovalle* a morfologia subpianeggiante dei corsi d'acqua principali (F. Chienti, T. Fiastra e, subordinatamente, F. Potenza e T. Cesolone), da *dorsali*, *rilievi* e *vallecole minori*, variamente orientate ed incise da un *reticolo idrografico* ben gerarchizzato, da lembi di *superfici sommitali* sub-pianeggianti o debolmente acclivi (superfici di erosione “villafranchiana”), in genere poco estese, e da versanti a diversa pendenza, che raccordano le sommità dei rilievi con i locali fondovalle.

L'analisi del reticolo idrografico secondario mostra come lo stesso si sia impostato prevalentemente secondo direttrici tettoniche (faglie, fratture, lineazioni, ecc.) orientate in direzione appenninica ed antiappenninica; di conseguenza, anche le dorsali ed i rilievi incisi dai corsi d'acqua, si mostrano allungati secondo le medesime direttrici.

Complessivamente, l'area presenta una forma variamente articolata, con crinali e dorsali minori, posti a quote diverse (talora correlabili stratimetricamente) e separati da impluvi e vallecole più o meno ampie che, dalla sommità del rilievo, degradano verso i fondovalle dei corsi d'acqua principali.

I singoli settori dei versanti presentano generalmente una forma convessa, separati da impluvi a morfologia concava, ove si ha un maggiore accumulo di depositi colluviali, sovente interessati da diffusi fenomeni di dissesto.

Dal punto di vista litologico, il paesaggio in esame, tipicamente collinare, è modellato su corpi sedimentari prevalentemente terrigeni, costituiti da varie alternanze di litotipi pelitici ed arenacei. La differenza di caratteristiche meccaniche dei diversi litotipi che costituiscono tali corpi, fa sì che quelli a granulometria maggiore (corpi arenacei ed arenaceo-pelitici), più resistenti all'erosione, emergano sensibilmente dal paesaggio circostante. Ciò è reso particolarmente evidente in condizioni giaciture a reggipoggio: in tali situazioni strutturali, i livelli prettamente arenacei, intercalati nei litotipi pelitici, danno luogo a nette scarpate di erosione selettiva, in genere caratterizzate da elevata acclività, continuità laterale e presenza di folta copertura arborea (Foto 21).



*Foto 21 - Scarpate con influenza strutturale, in corrispondenza di litotipi arenaceo-pelitici intercalati nella pelitico-arenacea (Formazione a Colombacci, loc. Viandrello)*

Viceversa, i termini prevalentemente argillosi, molto sensibili all'azione degli agenti esogeni, danno luogo alla formazione di estese coltri colluviali, che sovente manifestano una notevole propensione al dissesto idrogeologico. Come accennato in precedenza, sono in genere tali coperture, costituite prevalentemente da materiali a granulometria fine, talora di considerevole spessore, ad essere interessate da fenomeni gravitativi diffusi, prevalentemente superficiali (frane e deformazioni plastiche), attivati in special modo da precipitazioni intense e prolungate (Foto 22).



*Foto 22 - Versanti impostati prevalentemente su litotipi pelitico-arenacei della Formazione della Laga, ricoperti da coltri colluviali interessate da un diffuso dissesto idrogeologico (loc. S. Andrea Vecchio)*

Per quanto riguarda i movimenti franosi, in prevalenza classificabili come scorrimenti attivi, questi interessano diffusamente i versanti collinari del territorio comunale, in particolare quelli delle aree con affioramento di termini prevalentemente pelitici e, sovente, sono caratterizzati da ampia estensione areale con coinvolgimento di notevole spessore di materiale (Foto 23).

Numerosi fenomeni franosi, spesso riattivati in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi, coinvolgono le rete viaria locale, periodicamente sottoposta ad interventi di sistemazione, e minacciano o coinvolgono direttamente edifici e infrastrutture varie (acquedotti, elettrodotti, ecc.).



*Foto 23 - Versante coinvolto da una frana di tipo S corrimonto e da deformazioni plastiche (loc. Fontebigoncio)*

Le frane di tipo colamento, anche se ben rappresentate, sono meno diffuse e risultano concentrate in particolar modo nel settore nord-occidentale del territorio comunale (località la Collina); tuttavia, anche se non molto diffusi, tali fenomeni, sia per la loro notevole estensione areale sia per il particolare cinematismo che li contraddistingue, possono comportare elevati rischi idrogeologici (Foto 24 - 25).



*Foto 24 - Frana di tipo colata (loc. la Collina)*



*Foto 25 - Colata recente (loc. Massaccio)*

In alcuni casi, le frane di tipo scorrimento, evolvono, al piede, in colamenti veri e propri. Tali fenomeni vengono periodicamente attivati in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati, coinvolgendo notevoli quantità di materiali che si mobilitano, per l'effetto fluidificante dell'acqua, con velocità elevate.

Nel territorio in esame, inoltre, sono molto diffuse le **deformazioni plastiche**, consistenti in lenti movimenti del terreno che mobilizzano la coltre superficiale con ondulazioni anche ad ampio raggio, contropendenze e ristagni idrici (Foto 26 – 27 – 28).

Tali fenomeni si rinvencono, in particolar modo, all'interno dei maggiori impluvi e lungo versanti dell'area di affioramento di litotipi prevalentemente pelitici, in condizioni giaciture a franapoggio (loc. la Collina, Corvatto, la Divina Pastora).

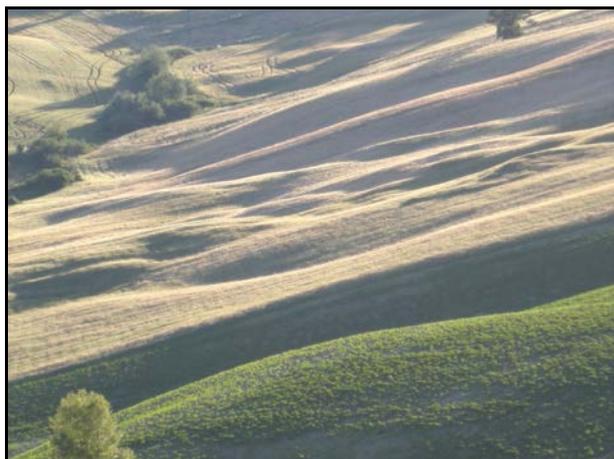


Foto 26 - Deformazioni plastiche (loc. Massaccio)

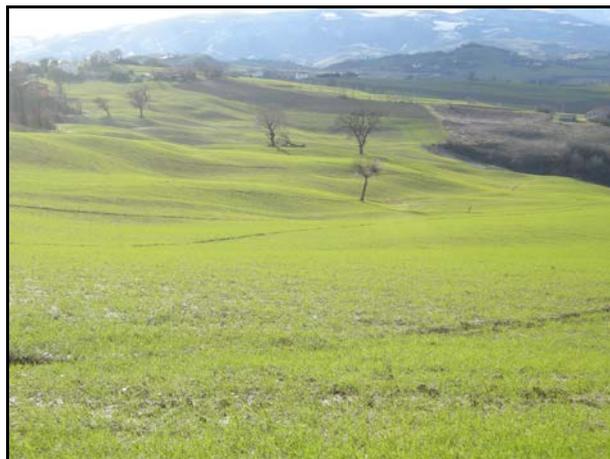


Foto 27 - Deformazioni plastiche (loc. la Collina)



Foto 28 - Versanti interessati da un diffuso dissesto idrogeologico: colate, scorrimenti e deformazioni plastiche (loc. Corvatto - la Collina)

Sono state inoltre riscontrate numerose **piccole frane non classificate**, che coinvolgono soprattutto scarpate stradali e fluviali (Foto 29).



Foto 29 - Piccola frana di scorrimento rotazionale  
(scarpata stradale, loc. Vaglie)

Per quanto riguarda le forme fluviali e di versante dovute al dilavamento, nel territorio in esame sono presenti numerose **scarpate di erosione o di terrazzo** (attive, inattive e quiescenti, con prevalenza delle prime), lungo l'asse vallivo dei principali corsi d'acqua (F. Chienti, T. Fiastra, T. Cesolone, ecc.) e di qualche fosso minore (Foto 30 – 31 – 32).



Foto 30 - Scarpata del terrazzo del III ordine, inattiva  
(loc. Pianarucci)



Foto 31 - Scarpata fluviale attuale (attiva) e del III ordine (inattiva) del F. Chienti (loc. la Rancia)



Foto 32 - Terrazzo alluvionale (III ordine del F. Chienti): in evidenza paleosuoli bruni, sepolti (loc. Cisterna)

Gran parte dei principali corsi d'acqua, in particolare il F. Chienti ed il T. Fiastra, presenta **alvei in approfondimento** (sovente nel substrato – Foto 33) mentre, in corrispondenza di alcuni tratti ad andamento meandriforme degli alvei fluviali, si hanno fenomeni di intensa **erosione laterale** attiva,

che talora danno luogo a franamenti della scarpata fluviale per erosione con scalzamento al piede (Foto 34).

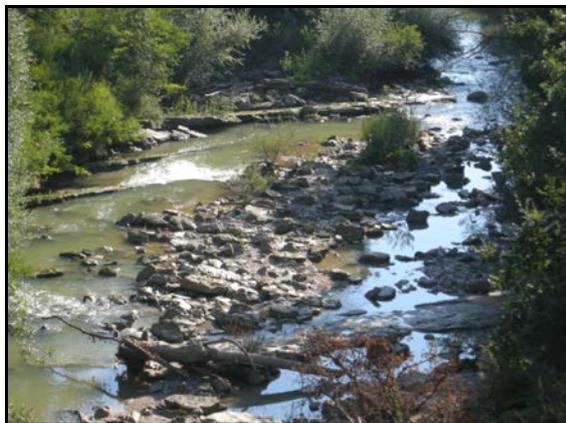


Foto 33 - Intensa erosione lineare in alveo del F. Chienti, con incisione nel substrato



Foto 34 - Erosione laterale in corrispondenza di un tratto meandriforme del T. Fiastra

La presenza predominante di terreni ad elevata componente argillosa, soprattutto nel settore settentrionale del territorio comunale, caratterizzati da una bassa permeabilità, favorisce il drenaggio in superficie delle acque meteoriche che, scorrendo lungo i pendii con elevata energia, spesso danno luogo a fenomeni di **dilavamento prevalentemente diffuso** (Foto 35 – 36), caratterizzati dall'eliminazione della vegetazione erbacea e dal denudamento del terreno sottostante, e di **ruscellamento concentrato** (Foto 37 – 38).



Foto 35 - Versante con forme di dilavamento prevalentemente diffuso (loc. la Collina)



Foto 36 - Dilavamento diffuso e concentrato (loc. Vaglie)



Foto 37 - Versante con forme di dilavamento concentrato (loc. la Collina)



Foto 38 - Solco di erosione concentrata (loc. la Collina)

Il reticolo idrografico minore presenta generalmente, nei tratti apicali, **vallecole a conca** (quiescenti). Trattasi principalmente di vallecole di limitata estensione areale, caratterizzate in genere dalla presenza di spessori notevoli di depositi colluviali e nelle quali l'azione delle acque superficiali è attualmente molto modesta.

Sono stati evidenziati, inoltre, alcuni **conoidi alluvionali**, inattivi, impostati alla confluenza dei fossi principali ad elevata pendenza, con il fondovalle del F. Chienti.

Infine, per quanto riguarda le forme antropiche, esse risultano costituite essenzialmente da scarpate (prevalentemente stradali), **opere di sbarramento fluviale** (Foto 39), **cave** (dismesse), **laghetti collinari** (Foto 40) e da una **discarica** (Foto 41).



Foto 39 - Diga del Lago le Grazie



Foto 40 - Laghetto collinare (loc. Vicigliano)



*Foto 41 - Discarica (loc. Maricella)*

## 5. ASSETTO IDROGEOLOGICO DI AREA VASTA

Il territorio in oggetto appartiene ai macrobacini idrografici del Fiume Potenza (settore settentrionale) e del Fiume Chienti.

Lo *spartiacque* naturale tra i due bacini idrografici è rappresentato dalla dorsale che si snoda, in senso circa SW-NE, lungo l'allineamento *Colle Bura – San Giuseppe – Case Vissani – Bivio Cantagallo*.

Le unità idrogeologiche riconosciute presentano sia permeabilità primaria per porosità che permeabilità secondaria per fessurazione.

Sono state distinte n° 4 classi di permeabilità:

- 1) *Terreni a permeabilità variabile, generalmente bassa*
- 2) *Terreni a permeabilità variabile, generalmente alta*
- 3) *Terreni a permeabilità molto bassa*
- 4) *Terreni a permeabilità bassa*

Le prime due classi (1 - 2), appartengono alle unità della copertura; le classi 3 e 4 alle unità del substrato.

Nella classe 1) rientrano le *coltri eluvio- colluviali e gli accumuli di frana antichi e recenti*, di natura prevalentemente limoso-argillosa e limoso-sabbiosa. Tali depositi, a causa del notevole contenuto della frazione fine, presentano una **permeabilità generalmente bassa**; tuttavia, in corrispondenza di livelli a maggiore componente sabbiosa, si può manifestare una circolazione idrica di modesta entità.

La classe 2) comprende i *depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati ed i conoidi alluvionali*, di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. Tali terreni possiedono, in generale, **una permeabilità variabile, generalmente alta**. Quando la loro potenza ed estensione è rilevante, acquistano notevole importanza da un punto di vista idrogeologico, poiché sono sede di falde idriche relativamente estese.

La classe **3**) è rappresentata dalle litofacies pelitiche e pelitico-arenacee (*Formazione delle Argille azzurre*, *Formazione a Colombacci* e *Formazione della Laga*), dalla *Formazione Gessoso-solfifera* e dallo *Schlier*. Queste unità litologiche, a causa del loro elevato contenuto argilloso, presentano una permeabilità **molto bassa** e sono considerate praticamente impermeabili, anche se, nei tratti in cui predominano le litofacies sabbioso-arenacee (nelle formazioni silicoclastiche) o le litofacies calcareo-marnose (nello *Schlier*), può sussistere localmente una certa permeabilità per fessurazione, soprattutto in corrispondenza delle zone maggiormente fratturate.

Alla classe **4**) appartengono le **litofacies arenaceo-pelitiche** ed **arenacee** della *Formazione delle Argille azzurre*, della *Formazione a Colombacci* e della *Formazione della Laga*. Tali litotipi possono considerarsi complessivamente a **permeabilità bassa** anche se, in corrispondenza di zone fratturate, o localmente, in concomitanza di litofacies marcatamente arenacee, si può determinare al loro interno una circolazione ipogea relativamente modesta.

### 5.1 Sorgenti e punti d'acqua significativi

Nel territorio comunale sono presenti alcune **sorgenti**, ubicate prevalentemente in corrispondenza del contatto tra i litotipi arenacei e quelli argillosi o in prossimità di contatti tettonici (sbarramenti per faglia). Si tratta di manifestazioni sorgentizie che, per la qualità ed il particolare chimismo delle acque, rivestono un certo interesse sia dal punto di vista prettamente commerciale (ex imbottigliamento delle **Sorgente Santa Lucia**) che terapeutico (usi termali, bagnoterapici, ecc. della **Sorgente Rofanello**).

La *Sorgente Santa Lucia*, a facies cloruro-sodica, ricca in litio (Li), si rinviene sul versante settentrionale di *Colle Bura*, in località *S. Lucia*, ad una quota di circa 395 metri s.l.m., nei termini della *Formazione a Colombacci*, al contatto tra litotipi arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei; i primi fungono, con tutta probabilità, da acquiferi di alimentazione, sostenuti dalle peliti sottostanti. Non è da escludere, tuttavia, in relazione alla presenza di una faglia in prossimità dell'emergenza, anche apporti profondi derivanti da corpi arenaceo-pelitici sepolti.



Foto 42 - Opere di captazione Sorgente Santa Lucia

La *Sorgente Rofanello* si rinviene in località *S. Rocco*, lungo l'incisione di un breve tributario di sinistra del *T. Entogge di S. Rocco*, ad una quota di circa 265 metri s.l.m., nei litotipi della *Formazione della Laga*. Per questa sorgente, con acque a facies solfato-calcica, ricche in stronzio (Sr) è assodato un apporto profondo, con risalita di acque dai litotipi della *Formazione Gessoso-solfifera* lungo la faglia di impostazione del fosso, arricchendosi, in tal modo, in solfati.



Foto 43 - Opera di captazione Sorgente Rofanello

Un'altra significativa opera di captazione è ubicata in località *S. Angelo*, lungo la porzione mediana del versante in destra idrografica della valle del *Rio del Colle*, ad una quota di circa 345 metri s.l.m., nei

litotipi della *Formazione della Laga*, al contatto tra litotipi arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei (Foto 44).



Foto 44 - Opera di captazione (pozzo) in loc. S. Angelo

E' stata inoltre rilevata la presenza di alcune sorgenti minori e fonti, evidenziate sia durante il rilevamento di campagna, sia tratte dalla cartografia I.G.M. alla scala 1:25.000. Queste sorgenti sono caratterizzate, generalmente, da portate variabili ed in genere molto modeste, tanto da risultare asciutte per buona parte dell'anno.

Le fonti si presentano di solito in stato di totale abbandono: Foto 45 - 46 - 47 - 48).



Foto 45 - Vecchia fonte in stato di abbandono (loc. Rosciano)



Foto 46 - Vecchia fonte in disuso (loc. la Bura)



Foto 47 - Fonte lungo la strada di S. Rocco



Foto 48 - Fonte in località Monte Ginestre

## 5.2 Pozzi

All'interno del territorio comunale è stata riscontrata la presenza di numerosi *pozzi*, per lo più ad uso domestico e/o irriguo.

L'acquifero più sfruttato attualmente è localizzato all'interno dei depositi alluvionali corrispondenti al III e IV ordine classico dei terrazzi fluviali del *Fiume Chienti* e del *Torrente Fiastra*, che poggiano su un substrato argilloso praticamente impermeabile.

Non a caso in tale ambito sono localizzati numerosi pozzi a scopo sia irriguo che domestico. In generale si tratta di un acquifero freatico con locali condizioni di artesianità, con scambi consistenti con il corso d'acqua di riferimento.

Per una migliore caratterizzazione degli acquiferi è stata effettuata la misurazione del livello statico dell'acqua in *n° 86 pozzi* significativi.

L'ubicazione e le misure relative a ciascun pozzo sono riportati nella *Carta Igeologico - tecnica*: di ciascun pozzo è stata rilevata la quota sul livello del mare (riferita al piano campagna e desunta dal supporto cartografico a disposizione) e la profondità del livello dell'acqua rispetto al piano campagna; è stato quindi ricavato il livello statico di ciascun pozzo (riferito al livello del mare) e, sulla base di quest'ultimo dato, è stato ricostruito l'andamento delle *curve isofreatiche*, con i relativi gradienti.

## 6. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Nel presente capitolo vengono sinteticamente descritti i parametri geotecnici e geofisici caratterizzanti i terreni presenti nel territorio comunale e, più precisamente, all'interno delle 12 aree oggetto di microzonazione sismica.

### 6.1 Dati geotecnici

Relativamente ai parametri geotecnici, viene eseguita la caratterizzazione dei litotipi ascrivibili al substrato, alle coltri eluvio – colluviali ed ai depositi alluvionali. Tali parametri sono stati desunti dall'analisi di prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno prelevati all'interno delle aree analizzate nonché dalla bibliografia tecnica esistente.

## UNITA' DELLA COPERTURA

### Coltri eluvio – colluviali (MLec)

Sono generalmente costituite da sedimenti a grana fine quali limi argillosi, limi argilloso – sabbiosi, limi sabbioso – argillosi e, in subordine, argille limose e limi sabbiosi. Si tratta di terreni normalmente consolidati, prevalentemente coesivi, di consistenza e plasticità variabili, ai quali possono essere attribuiti i seguenti parametri geomeccanici medi:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.94 ÷ 1.98	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	22° ÷ 25°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.05 ÷ 0.10	Kg/cm <sup>2</sup>
$C_u$	=	coesione non drenata	=	0.60 ÷ 2.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	40 ÷ 90	Kg/cm <sup>2</sup>

### Coltri eluvio – colluviali (SM)

Generalmente costituiti da sedimenti a grana fine e medio – fine quali limi sabbiosi e sabbie limose. Si tratta di terreni normalmente consolidati, prevalentemente sciolti, attritivi, ad addensamento variabile, ai quali possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.90 ÷ 1.93	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	26° ÷ 30°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.01 ÷ 0.05	Kg/cm <sup>2</sup>
$E'$	=	modulo elastico	=	50 ÷ 80	Kg/cm <sup>2</sup>

### **Coltri alluvionali prevalentemente fini (MLtf)**

Costituite da sedimenti a grana fine quali limi argillosi, limi argilloso – sabbiosi, limi sabbioso – argillosi e limi sabbiosi. Si tratta di terreni normalmente consolidati, prevalentemente coesivi, di consistenza e plasticità variabili, ai quali possono essere attribuiti i seguenti parametri geomeccanici medi:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.90 ÷ 1.95	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	23° ÷ 27°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.03 ÷ 0.08	Kg/cm <sup>2</sup>
$C_u$	=	coesione non drenata	=	0.50 ÷ 1.20	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	40 ÷ 90	Kg/cm <sup>2</sup>

### **Coltri alluvionali prevalentemente grossolane (GMtf)**

Ghiaie in matrice sabbiosa e/o sabbioso – limosa con ciottoli; a luoghi livelli prevalentemente sabbiosi. Si tratta di un terreno sciolto, a grana grossa e media, incoerente, mediamente addensato, scarsamente compressibile.

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.80 ÷ 1.85	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	32° ÷ 36°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E'$	=	modulo elastico	=	300 ÷ 400	Kg/cm <sup>2</sup>

## **UNITA' DEL SUBSTRATO**

### **Substrato geologico rigido coesivo sovraconsolidato, stratificato (COS)**

E' costituita da argille siltose grigie, con intercalazioni di arenarie grigio-avana in strati sottili, a granulometria fine e media. Si tratta dei litotipi ascrivibili alle litofacies pelitica e pelitico – arenacea della formazione delle Argille Azzurre, della formazione della Laga e della formazione a Colombacci.

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	2.05 ÷ 2.15	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	24° ÷ 27°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.15 ÷ 0.30	Kg/cm <sup>2</sup>
$C_u$	=	coesione non drenata	=	2.50 ÷ 5.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	150 ÷ 200	Kg/cm <sup>2</sup>

### **Substrato geologico rigido granulare cementato, stratificato (GRS)**

Alternanze di arenarie di colore avana-nocciola, in strati medi e sottili, a granulometria medio-fine, a geometria lenticolare e peliti marnose grigie; a luoghi si rinvengono arenarie in strati spessi. Si tratta dei litotipi ascrivibili alle litofacies arenacea e arenaceo – pelitica della formazione della Laga e della formazione a Colombacci.

Il comportamento meccanico di tali litotipi, quando integri, è paragonabile a quello di una roccia lapidea “tenera”. Prove di laboratorio eseguite su tali terreni indicano un *peso volume* pari a **2.2 – 2.4 g/cm<sup>3</sup>**, una *resistenza a compressione* pari a **50.0 – 349.0 Kg/cm<sup>2</sup>** ed una *resistenza a trazione* pari a **22.0 – 36.0 Kg/cm<sup>2</sup>**. La porzione più superficiale del substrato presenta un debole grado di alterazione ed è interessata da vari fenomeni di fratturazione ad andamento variabile, che la fanno paragonare, come comportamento geotecnico, ad un materiale granulare incoerente. Per quest’ultimo possono essere assunti i seguenti parametri geotecnici:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.85 ÷ 1.90	g/cm <sup>3</sup>
$\phi$	=	angolo di attrito interno	=	30° ÷ 34°	
$c'$	=	coesione drenata	=	0.00	Kg/cm <sup>2</sup>
$E_d$	=	modulo edometrico	=	200 ÷ 300	Kg/cm <sup>2</sup>

***N.B. Il litotipo denominato SM è privo del suffisso che indica la genesi del sedimento (ec e tf) in quanto lo stesso non compare negli allegati cartografici, poiché non è mai presente in affioramento (da 0.0 a 3.0 m di profondità).***

## 6.2 Dati geofisici

In merito ai parametri geofisici, i valori sotto riportati sono stati desunti da alcune prove sismiche tipo MASW e HVSR; i dati maggiormente significativi sono tuttavia stati estrapolati da una indagine tipo DOWN HOLE eseguita nell'estrema porzione meridionale dell'area denominata "Centro abitato".

<i>Unità Litologiche</i>	<i>V<sub>s</sub> (m/sec)</i>
Coltri eluvio - colluviali e Depositi alluvionali fini – <b>MLec e SM</b> - <i>Limi sabbiosi e sabbie limose</i> - <i>Limi argillosi ed argilloso-sabbiosi</i>	<b>120/250</b>
Coltri alluvionali prevalentemente grossolane - <b>GMtf</b> - <i>Ghiaie sabbiose e limoso-sabbiose</i>	<b>350/450</b>
Substrato – <b>COS</b> - <i>Argille ed argille siltose (Argille grigio-azzurre)</i> - <i>Argille siltoso-marnose e marnoso-siltose con sottili livelli arenacei</i> <i>(Litofacies pelitico-arenacea - Formazione a Colombacci e Formazione della Laga)</i> - <i>Marne argillose (Schlier)</i>	<b>400/800</b>
Substrato – <b>GRS</b> - <i>Arenarie stratificate con sottili livelli di argille siltoso-marnose</i> <i>(Litofacies arenaceo-pelitica - Formazione a Colombacci e Formazione della Laga)</i>	<b>450/650</b>

### 6.2.1 Descrizione indagine Down Hole

Il metodo Down-Hole si basa sui principi della sismica a rifrazione di superficie e rappresenta una delle più accurate misure di tipo non distruttivo per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dinamiche dei terreni; in particolare per una corretta valutazione della risposta di un terreno soggetto a carichi dinamici come quelli prodotti dal terremoto.

Nel Down-Hole, un apposito geofono tridimensionale viene calato a profondità note all'interno del foro e fatto aderire alle pareti del tubo in PVC. Successivamente vengono registrati i sismogrammi relativi ai tempi di percorso tra il punto di energizzazione (shot-point) situato in superficie e quello a cui è posto il geofono.

I tempi di arrivo delle onde simiche prodotte sono inseriti in un diagramma spazio-tempo, in cui la pendenza delle rette che interpolano i punti di primo arrivo delle onde, rappresenta la velocità di propagazione nei litotipi investigati.

Nella prova sono state prodotte onde di compressione (P) ed onde di taglio polarizzate sul piano orizzontale (SH).

La verticale d'indagine è stata suddivisa in base alle velocità di propagazione delle onde in sette intervalli come riportato nella seguente tabella:

<i>Intervallo N.</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Ascrizione Litologica</i>	<i>Velocità onde P (m/sec)</i>	<i>Velocità onde SH (m/sec)</i>
1	0.0-2.5	Terreno di riporto.	410	155
2	2.5-6.0	Depositi alluvionali grossolani .	780	355
3	6.0-8.5	Depositi alluvionali fini.	1090	235
4	8.5-11.0	Depositi alluvionali grossolani.	1510	430
5	11.0-16.0	Substrato Pelitico-Arenaceo.	1420	400
6	16.0-25.0	Substrato Pelitico-Arenaceo.	2050	515
7	25.0-30.0	Substrato Pelitico-Arenaceo.	2375	660

E' stato eseguito un sondaggio geognostico denominato DH S1, a carotaggio continuo del diametro pari a 101 mm, in cui è stata utilizzata una perforatrice idraulica CMV modello MK600F avente coppia 600 kgm ed argano da 1.000 kg di tiro.

La perforazione per i primi 13.00 metri di profondità è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere del diametro  $\Phi=101$  mm, mentre da 13.00 m a 30.00 m dall'attuale p.c. è stata adottata la tecnica di avanzamento a distruzione di nucleo, utilizzando un trilama sempre da 101 mm di diametro complessivo.

La successione litostratigrafica dei terreni ove è stata eseguita la prova è riassumibile nel seguente schema:

- a) *terreno di riporto;*
- b) *depositi alluvionali fini;*

- c) *depositi alluvionali grossolani;*
- d) *substrato (Associazione pelitico-arenacea).*

a) *Terreni di riporto:* terreno di riporto prevalentemente grossolano, composto da ghiaie, ciottoli fluviali e laterizi; terreni di riporto costituiti da limi sabbiosi ed argilloso-sabbiosi con piccoli frammenti di laterizi e ghiaie. Sono stati rinvenuti da 0.00 m a 3.00 m dal p.c..

b) *Depositi alluvionali fini:* limi argillosi ed argilloso-sabbiosi di colore grigio. Sono stati riscontrati da 5.60 m a 8.20 m dal p.c..

c) *Depositi alluvionali grossolani:* clasti prevalentemente calcarei arrotondati, eterometrici, di colore biancastro (subordinatamente selciosi) eterometrici, a spigoli arrotondati, in matrice sabbiosa beige e/o limoso-sabbiosa avana. Sono stati rilevati da 3.00 m a 5.60 m e da 8.20 m a 10.70 m dal p.c.

d) *Substrato (Associazione pelitico-arenacea):* argille siltoso-marnose grigie, stratificate e consistenti, con sottili livelli arenacei a diverso grado di cementazione anch'essi di colore grigio. Tali litotipi nella loro porzione più superficiale (circa 0.50 m), risultano alterati e fessurati ed assumono una colorazione avana-grigiastra. Essi sono stati rinvenuti da 10.70 m a 30.50 m dal p.c. (fine sondaggio).

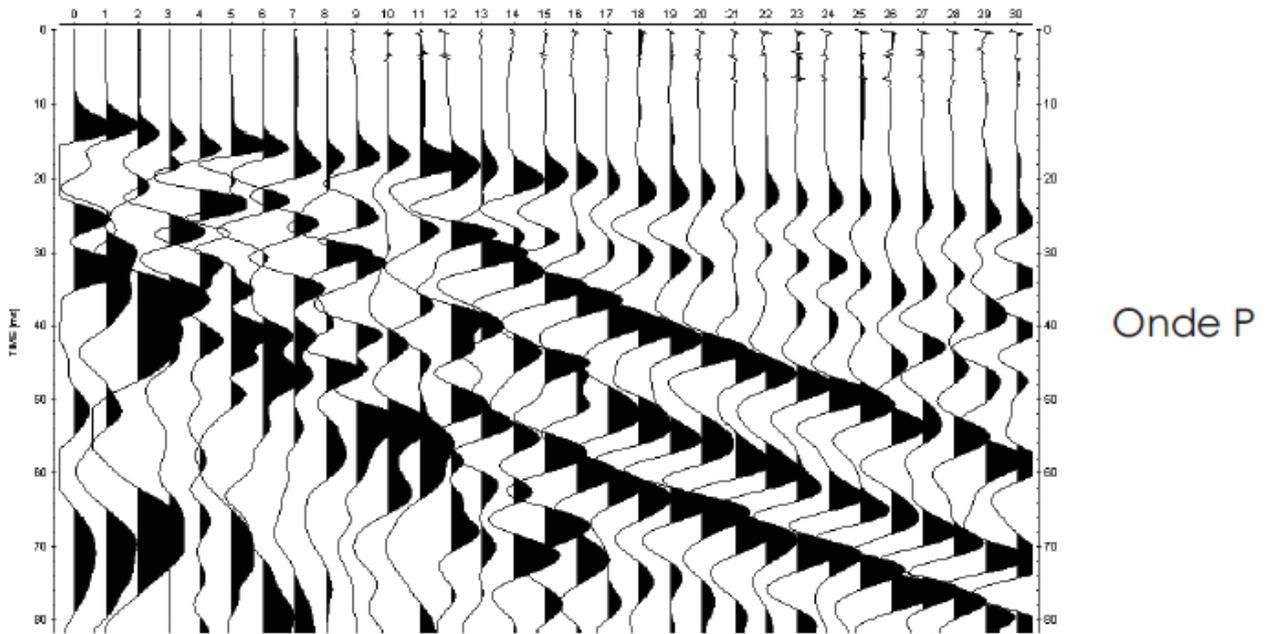


Fig. 8

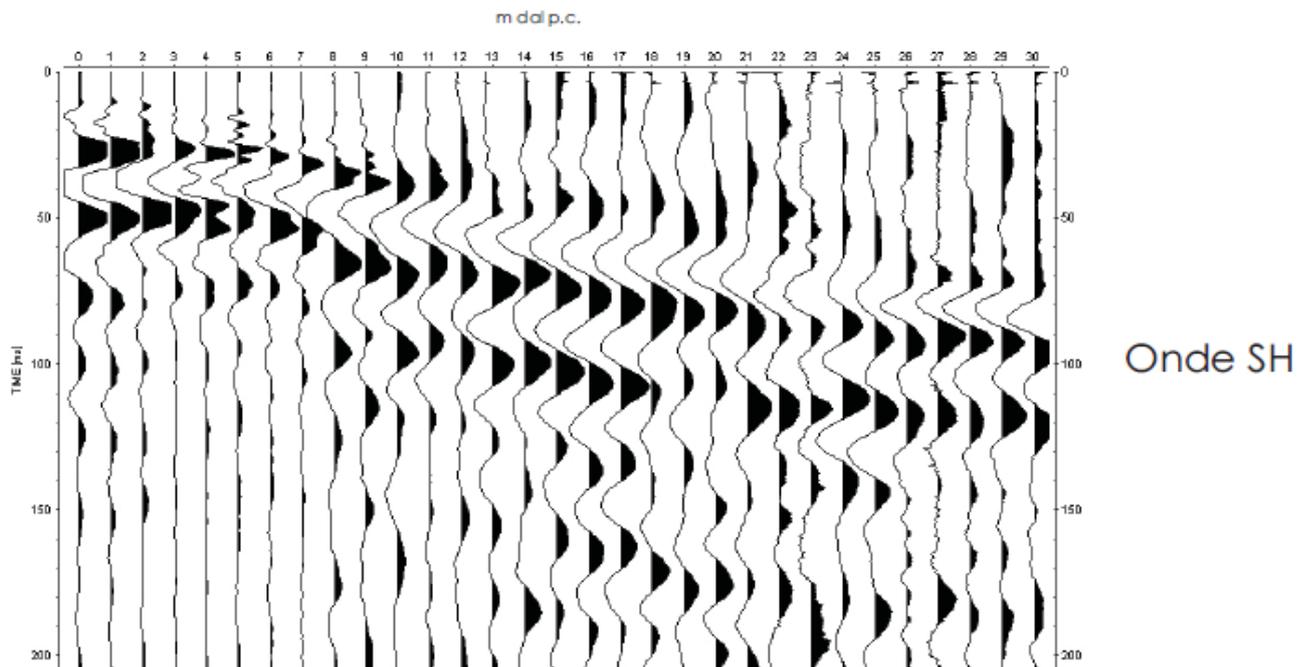


Fig. 9

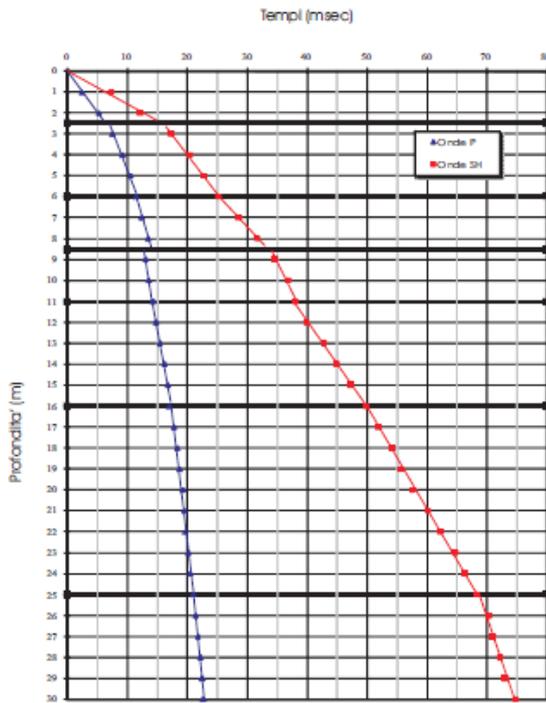


Fig. 10

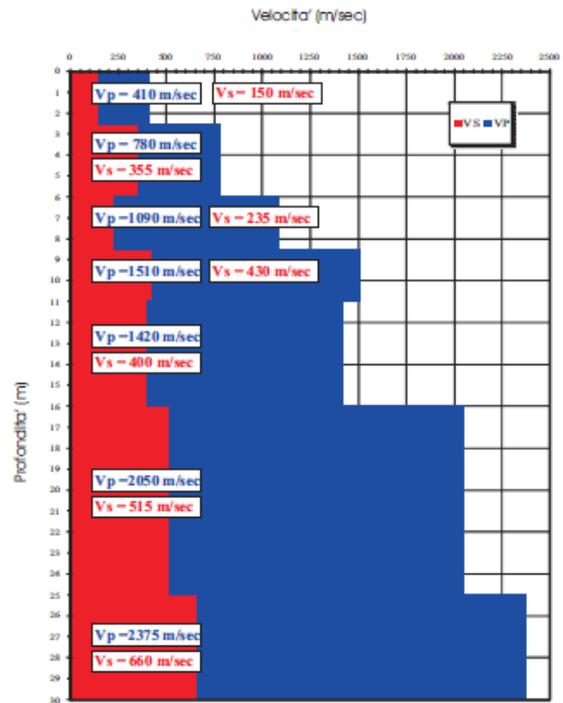


Fig. 11

**Down-Hole DH S1 - Via Borgo Cartiere**

*** MODULI ELASTICI DINAMICI***								
Int. (m)	$\gamma$	Vp	Vs	Vp/Vs	$E_0$	G	$\sigma$	K
0.0-2.5	1800	410	150	2.73	1.152E+08	4.050E+07	0.4227	2.49E+08
2.5-6.0	1900	780	355	2.20	6.558E+08	2.394E+08	0.3694	8.37E+08
6.0-8.5	1900	1090	235	4.64	3.097E+08	1.049E+08	0.4756	2.12E+09
8.5-11.0	2000	1510	430	3.51	1.077E+09	3.698E+08	0.4559	4.07E+09
11.0-16.0	2000	1420	400	3.55	9.324E+08	3.200E+08	0.4569	3.61E+09
16.0-25.0	2100	2050	515	3.98	1.633E+09	5.570E+08	0.4663	8.08E+09
25.0-30.0	2100	2375	660	3.60	2.668E+09	9.148E+08	0.4582	1.06E+10

\*\*\*  $\gamma$  Kg/m<sup>3</sup> - Velocità m/sec - Moduli N/m<sup>2</sup> \*\*\*

Fig. 12

## 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE DATI

La carta delle indagini (TAVV. 1.1 e 1.2 – Scala 1:10.000) fornisce informazioni su sondaggi geognostici, prove penetrometriche e geofisiche effettuate all'interno del territorio comunale. Tali indagini sono state reperite presso l'archivio comunale del settore Urbanistica. La carta in argomento non costituisce soltanto un documento grafico per indicare l'ubicazione delle indagini; ad essa è infatti associata una banca dati dalla quale possono essere estrapolate le informazioni a carattere geologico e geofisico associate ad ogni singola indagine puntuale.

La banca dati in questione è un database di Access, che grazie al software “softMS”, consente l'inserimento dei dati relativi alle indagini così come previsto dagli *standard di rappresentazione e di archiviazione informatica, versione 2.0*. La struttura di archiviazione è quella prevista dall'art. 11 della legge 77/2009. La banca dati, costituita da n° 233 indagini puntuali e n° 2 indagini lineari, è stata agganciata alla cartografia utilizzata con l'ausilio di un software G.I.S. mediante una join. Nel database, messo a disposizione dalla Protezione Civile (download eseguito nel sito [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/commissione\\_opcm\\_3907.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/commissione_opcm_3907.wp)), sono stati immessi i dati reperiti sopra citati. Per le diverse tipologie di indagini archiviate, le tabelle per l'introduzione dei dati sono le seguenti.

- “*Sito Puntuale*”;
- “*Indagini Puntuali*”;
- “*Parametri Puntuali*”;
- “*Sito Lineare*”.
- “*Indagine Lineari*”.
- “*Parametri Lineari*”

La prima tabella “*Sito Puntuale*” è destinata ad archiviare i parametri da georeferenziare dei siti di indagine; con tale tabella si definisce il punto sulla superficie topografica in corrispondenza del quale è stata effettuata l'indagine. Quindi vengono immessi dati come **località** del sito (Provincia, Comune, ecc...), **ubicazione** (coordinate geografiche in un S.R. WGS84), **quota altimetrica** e **base cartografica** utilizzata per la rappresentazione grafica.

Nella tabella “*Indagini Puntuali*” vengono descritte le tipologie di indagini eseguite in uno specifico sito puntuale; oltre alla tipologia e agli elementi che concorrono a definire la quota a cui è

stata eseguita l'indagine, vengono archiviate le informazioni necessarie alla sua tracciabilità, anche attraverso il collegamento esterno alla documentazione originaria.

Nella tabella “*Sito lineare*” vengono archiviati i tracciati lungo i quali sono state svolte le indagini di tipo lineare; l'elenco di tali indagini è riportato nella tabella di decodifica delle indagini e dei parametri. I dati introdotti sono relativi all'identificazione ed all'ubicazione nello spazio ed alla stima dell'accuratezza con la quale è stata determinata la loro posizione. Le caratteristiche delle indagini sono archiviate nella tabella “indagini\_lineari”. Il campo “ID\_SLN” serve da chiave esterna utile per il collegamento (join) con lo shapefile “Ind\_In”.

La tabella “*Indagini lineari*” riporta le tipologie di indagini eseguite in corrispondenza di un particolare tracciato sulla superficie. Le indagini inserite, anche se lineari, producono risultati riferibili ad una verticale (MASW), per le quali è richiesta anche l'archiviazione dei parametri “discretizzati” (tabella “parametri\_lineari”). Nei documenti PDF allegati sono stati indicati esattamente i punti A e B corrispondenti agli estremi dell'indagine, anche riportati nella tabella “sito\_lineare”, per il corretto posizionamento del tracciato.

Nella tabella “*Parametri lineari*” sono stati archiviati i valori derivanti dalle indagini lineari con parametri discretizzabili (MASW). Tali valori sono quelli misurati nel punto mediano del segmento lineare.

## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

### 8.1 Carta delle indagini

La carta delle indagini, come peraltro già evidenziato nel precedente capitolo, è stata redatta in scala 1:10.000 utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale. Le indagini geognostiche e geofisiche reperite sono state rappresentate su carta secondo quanto previsto dalla legenda contenuta nel volume “*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*” Versione 2.0 (Commissione tecnica per la microzonazione sismica – articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907).

Le indagini reperite e rappresentate cartograficamente sono le seguenti:

### **Elementi puntuali:**

- **HVSR**            Stazione microtremore a stazione singola;
- **DP**                Prova penetrometrica dinamica pesante;
- **SD**                Sondaggio a distruzione di nucleo;
- **SDS**              Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato;
- **SS**                Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato.

### **Elementi lineari:**

- **MASW**            Multichannel Analysis Surface Waves.

Considerata la notevole estensione del territorio comunale sono state prodotte due distinte tavole rappresentative della porzione settentrionale (TAV. 1.1) e meridionale (TAV. 1.2).

## **8.2 Carta geologico – tecnica per la microzonazione sismica**

Per ognuna delle 12 aree indagate è stata realizzata la carta geologico – tecnica in scala 1:5.000, sulla base delle informazioni acquisite nel corso del rilevamento geologico e geomorfologico di campagna nonché dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici, dalle prove penetrometriche e dalle indagini geofisiche reperite.

Le unità litologiche cartografate sono state così suddivise:

### → ***Terreni di copertura***

- MLec    =     limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (eluvi/colluvi);
- MLtf    =     limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (eluvi/colluvi);
- GMtf    =     ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (terrazzo fluviale).

→ *Substrato geologico rigido*

GRS = granulare cementato, stratificato;  
COS = coesivo sovraconsolidato, stratificato.

Nella carta geologico – tecnica sono stati riportati anche alcuni elementi tettonico – strutturali, quali le giaciture degli strati (con indicazione dell'inclinazione in gradi) e le faglie.

I sondaggi geognostici ubicati sulla carta sono stati rappresentati con colori diversi: in verde quelli che hanno intercettato il substrato rigido, in rosso quelli che non lo hanno raggiunto.

Relativamente agli elementi idrogeologici, sono stati cartografati i pozzi con il relativo livello statico della falda e le linee isofreatiche con l'indicazione della quota assoluta (m.s.l.m.).

Per ciò che concerne gli elementi geomorfologici sono state cartografate le forme relative all'instabilità di versante (frane di tipo scorrimento, colamento, complesse e non definite, attive e quiescenti), nonché le forme di superficie (conoidi alluvionali e orli di scarpata o terrazzo fluviale di altezza compresa tra 10.0 m e 20.0 m).

Sono state infine indicate le tracce delle sezioni geologiche schematiche, ubicate in corrispondenza di zone rappresentative delle strutture sismostratigrafiche presenti. Complessivamente sono state redatte n° 15 sezioni in scala 1:500; la scelta della scala è stata dettata dalla necessità di evidenziare gli spessori e le diverse litologie delle coperture eluvio – colluviali ed alluvionali.

Si specifica che il litotipo denominato SM (sabbie limose, miscela di sabbie e limo), non compare negli elaborati cartografici; nella carta geologico – tecnica perché non presente in affioramento, nelle sezioni geologiche schematiche in quanto si rinviene sotto forma di livelli e/o lenti di spessore non significativo ai fini del presente lavoro. Tale litotipo è stato comunque inserito nel database indipendentemente dal suo spessore.

Le varie tipologie di substrato presenti nel territorio comunale, sono state cartografate come COS e GRS (substrato rigido) in virtù delle loro caratteristiche geofisiche e geomeccaniche.

### 8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica e modello del sottosuolo

Le *Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di TAVV. 3* costituiscono la sintesi di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche idrogeologiche, litotecniche, geotecniche, geofisiche), derivate dalle carte geologico - tecniche, necessarie per la definizione del modello di sottosuolo e funzionali agli studi di microzonazione sismica di 1° livello.

#### 8.3.1 Centro abitato

Costituisce la parte di territorio a più elevata densità abitativa. Si sviluppa in sinistra idrografica del F. Chienti con una superficie pari a 3.17 km<sup>2</sup>, comprende il centro storico, porzioni urbanizzate sviluppatesi negli anni '60 e '70 ed alcune località periferiche quali C.da S. Giovanni, C.da Maestà, C.da Vaglie, C.da Asinina e C.da Pace.

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: si sviluppa prevalentemente nella piana alluvionale costituita dai depositi alluvionali terrazzati del III e IV ordine, posti in sinistra idrografica del F. Chienti. Il centro storico presenta quote comprese tra 219.0 e 233.0 m.s.l.m.. La porzione settentrionale dell'abitato insiste nelle porzioni medio – basali dei versanti collinari esposti a sud, degradanti verso la piana alluvionale.



*Foto 49*



*Foto 50*

- **GEOLOGIA:** insiste per gran parte sulle coltri eluvio – colluviali ed alluvionali; alcuni settori settentrionali marginali si sviluppano sui litotipi del substrato.

- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è prevalentemente pianeggiante, interrotta unicamente da scarpate di erosione fluviale che separano i ripiani alluvionali del III° e IV° ordine. Le porzioni settentrionali sono invece caratterizzate da pendenze medie di circa 6° - 12°. Tra gli elementi morfologici di maggior rilevanza, occorre segnalare la presenza di processi gravitativi attivi e quiescenti localizzati prevalentemente nel settore occidentale (C.da Vaglie) nonché, relativamente alle forme di superficie, orli di scarpata o terrazzo fluviale.
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente ai depositi alluvionali, litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf), medio fine (SM) e grossa (GMtf). I versanti sono ricoperti da coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec) e medio fine (SM). Il substrato affiorante nelle porzioni settentrionali dell'area è costituito dalle litofacies arenaceo – pelitica (GRS) e pelitico – arenacea (COS).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.1; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati gli 11 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

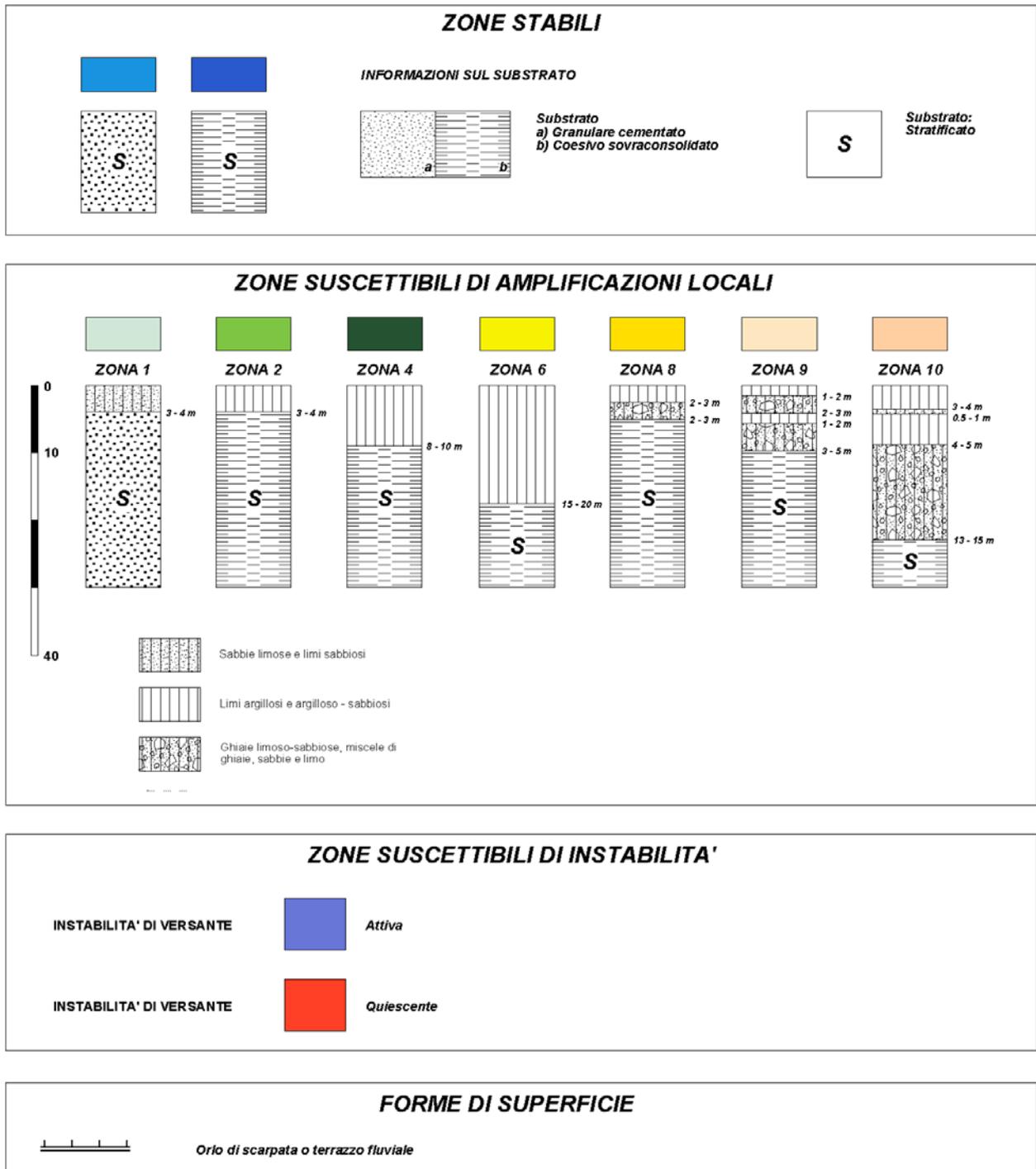


Fig. 13 - Legenda delle MOPS del Centro abitato

### 8.3.2 San Giuseppe

La frazione denominata San Giuseppe è ubicata a nord – ovest rispetto al capoluogo ed ha una superficie di 0.22 km<sup>2</sup>. Tale area presenta una forma stretta ed allungata in direzione SW – NE e si sviluppa a quote comprese tra 390.0 e 410.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: si sviluppa lungo il crinale costituente porzione dello spartiacque che separa il bacino idrografico del F. Chienti da quello del F. Potenza. La densità abitativa maggiore è concentrata nell'estrema porzione nord – orientale dell'area, nei dintorni dell'omonima Chiesa.



Foto 51

- *GEOLOGIA*: insiste per la quasi totalità sui litotipi del substrato costituito dalla litofacies pelitico – arenacea della formazione a Colombacci. Alcune limitate porzioni a geometria prevalentemente concava, sono caratterizzate dalla presenza di coltri eluvio – colluviali.
- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle zone di cresta, con deboli pendenze in senso longitudinale e acclività maggiore lungo i fianchi. Tra gli elementi morfologici di maggior

rilevanza, occorre segnalare la presenza di processi gravitativi attivi presenti soprattutto lungo i versanti meridionali.

- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: Il substrato affiorante in gran parte dell'area è costituito dalla litofacies pelitico – arenacea (COS). Le porzioni di versante ricomprese nell'area sono ricoperte da coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.2; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 3 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

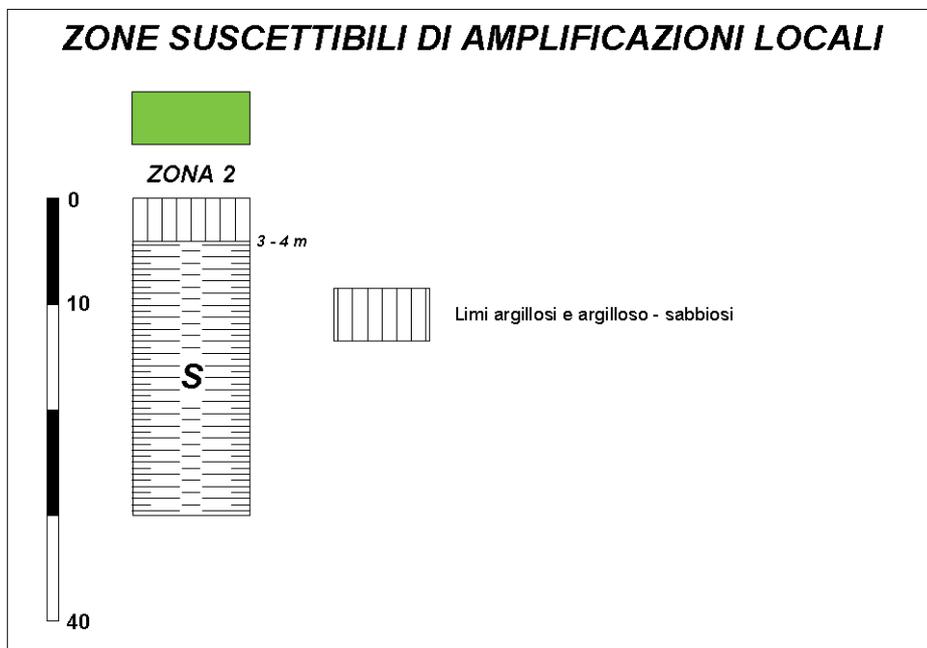


Fig. 14 - Legenda delle MOPS località San Giuseppe

### 8.3.3 Bura

La frazione denominata Bura è ubicata ad ovest rispetto al centro abitato e presenta una superficie di 0.19 km<sup>2</sup>. L'area in oggetto presenta una forma stretta ed allungata in direzione E – W e si sviluppa a quote comprese tra 450.0 e 470.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: si sviluppa lungo il crinale costituente porzione dello spartiacque che separa il bacino idrografico del F. Chienti (a sud) da quello del F. Potenza (a nord). Le unità abitative, rade, sono distribuite in maniera piuttosto omogenea all'interno dell'area.



Foto 52

- *GEOLOGIA*: insiste per la quasi totalità sui litotipi del substrato costituito dalla litofacies pelitico – arenacea ed arenaceo – pelitica della formazione a Colombacci. Alcune limitate porzioni a geometria prevalentemente concava, sono caratterizzate dalla presenza di coltri eluvio – colluviali. Dal punto di vista tettonico-strutturale, la porzione occidentale dell'area è interessata da due faglie dirette che determinano modesti dislocamenti.
- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle zone di cresta, con deboli pendenze in senso longitudinale e acclività maggiore lungo i fianchi.

- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità, minori per i litotipi pelitico – arenacei.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: Il substrato affiorante in gran parte dell'area è costituito dalle litofacies pelitico – arenacea (COS) ed arenaceo – pelitica (GRS). Le porzioni di versante ricomprese nell'area sono ricoperte da coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.3; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 4 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

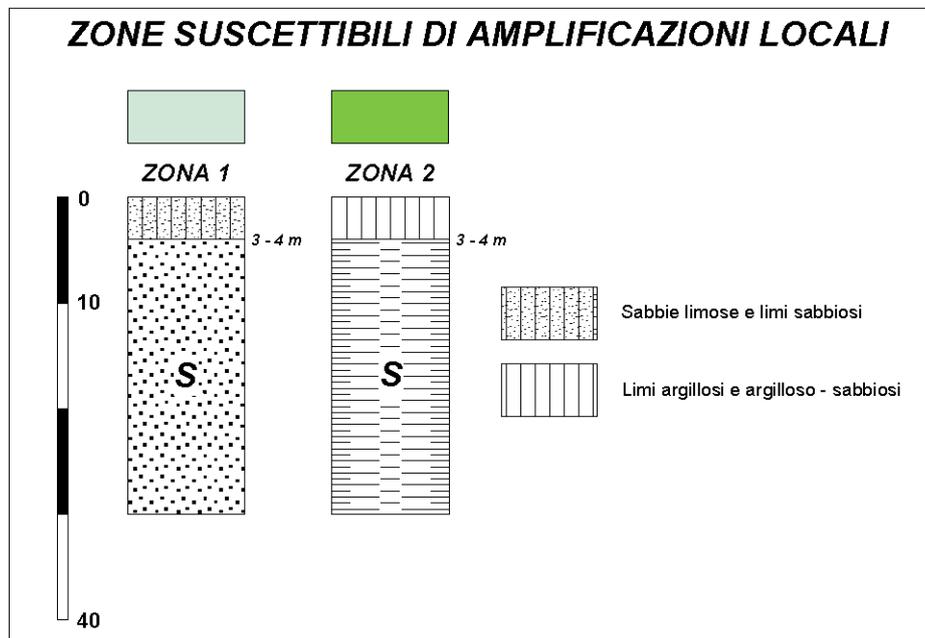


Fig. 15 - Legenda delle MOPS località Bura

### 8.3.4 Zona industriale Le Grazie

Tale zona si trova a sud - ovest rispetto al centro abitato di Tolentino e presenta una superficie di 1.11 km<sup>2</sup>. Confina a sud – est con il “Lago delle Grazie”, a nord – est con il torrente Cesolone, a sud – ovest con un fosso minore tributario di sinistra del F. Chienti e, a nord – ovest, con il rilievo calcareo – marnoso denominato “Colle Pucci”, il quale raggiunge la quota di 323.0 m.s.l.m.. L’area in oggetto si sviluppa tra le quote di 207.0 e 260.0 m.s.l.m..

- **TIPOLOGIA DELL’ABITATO:** l’edificato è di tipo prevalentemente industriale – artigianale e risulta uniformemente distribuito. La porzione di edificato di tipo abitativo è localizzata soprattutto nella porzione orientale.



Foto 53

- **GEOLOGIA:** insiste per la quasi totalità sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente ghiaiosa nella porzione sud – orientale e limoso – argillosa in quella nord – occidentale. L’estrema porzione occidentale è caratterizzata dalla presenza del substrato marnoso – calcareo ascrivibile alla formazione dello Schlier, talora ricoperto da una sottile coltre eluvio – colluviale limoso – argillosa.

- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle pianure alluvionali, in cui sono distinguibili due ordini di terrazzi fluviali prevalentemente pianeggianti, separati da scarpate di erosione talora smussate e rielaborate.
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente ai depositi alluvionali, litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf), medio fine (SM) e grossa (GMtf). Il versante orientale di “Colle Pucci” è ricoperto da una sottile coltre eluvio – colluviale a grana fine (MLec). Il substrato affiorante nella porzione occidentale dell'area è costituito da litotipi marnoso - calcarei (COS).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.4; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 5 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

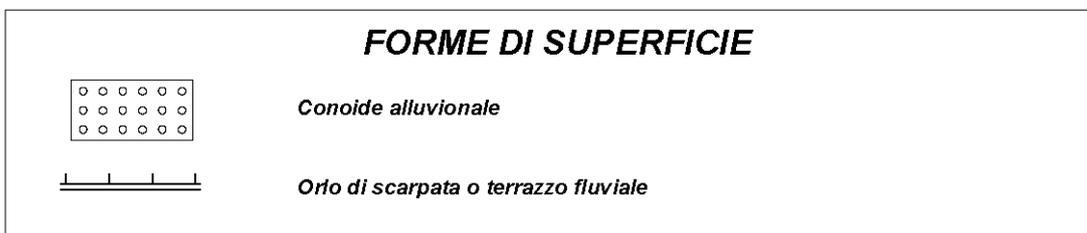
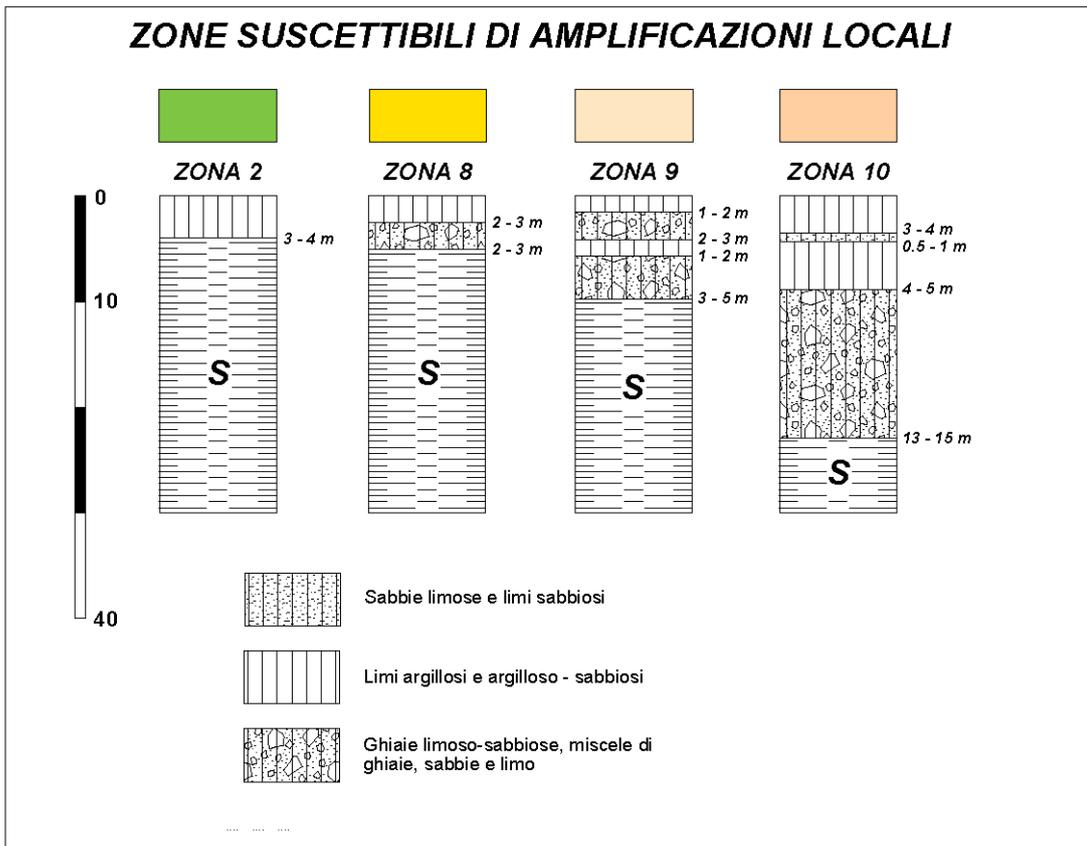


Fig. 16 - Legenda delle MOPS località Zona industriale Le Grazie

### *8.3.5 Rosciano – San Diego*

Si trova a sud - ovest rispetto al centro abitato, presenta una superficie di 0.58 km<sup>2</sup> e confina ad est con il F. Chienti ed a sud con il torrente Cesolone. Tale area si sviluppa tra le quote di 210.0 e 325.0 m.s.l.m. e presenta una forma allungata in direzione SSW – NNE.

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: l'edificato è di tipo prevalentemente industriale – artigianale nella zona meridionale mentre a nord, a ridosso del centro abitato, prevalgono gli edifici di tipo residenziale.



*Foto 54*



Foto 55

- **GEOLOGIA:** insiste per la quasi totalità sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente ghiaiosa nella porzione meridionale e limoso – argillosa in quella settentrionale. Il settore occidentale è caratterizzato dalla presenza dei litotipi pelitico – arenacei ed arenaceo – pelitici ascrivibili alla formazione a Colombacci, ricoperti nelle porzioni basali dei versanti da coltri eluvio – colluviali.
- **GEOMORFOLOGIA:** l'area presenta una morfologia prevalentemente pianeggiante, ad eccezione del settore occidentale, in cui il versante collinare, caratterizzato da una pendenza media di circa 11°, si raccorda con la sottostante piana alluvionale. Un elemento morfologico degno di nota è rappresentato dal conoide alluvionale posto nell'estrema porzione meridionale, in località Le Grazie.
- **IDROGEOLOGIA:** litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente ai depositi alluvionali, litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- **CARATTERISTICHE LITOLOGICHE:** in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf), medio fine (SM) e grossa (GMtf). Nel settore occidentale affiorano i litotipi del substrato arenaceo – pelitico (GRS) e pelitico – arenaceo (COS) i quali risultano

localmente mascherati dalle coltri detritiche eluvio – colluviali (MLec) di natura limoso – sabbiosa e limoso – argillosa.

- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.5; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati gli 8 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

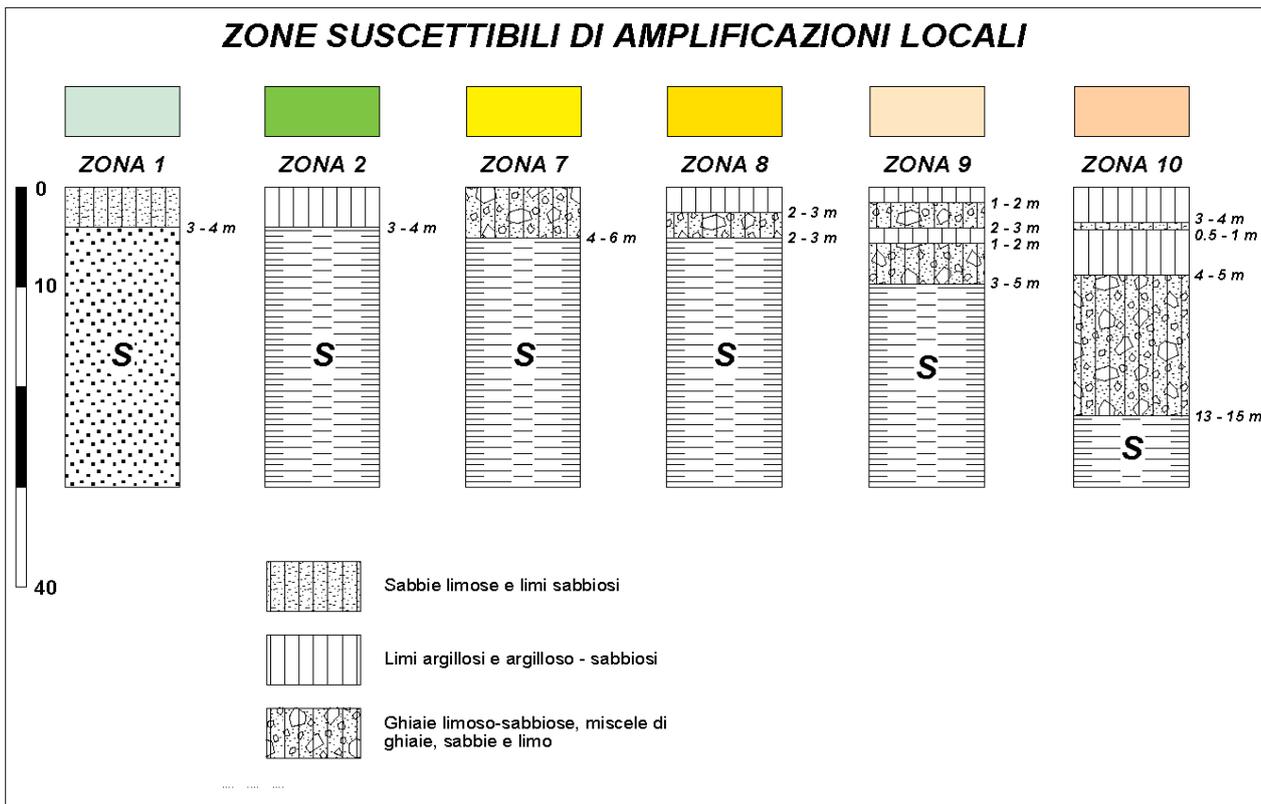


Fig. 17 - Legenda delle MOPS località Rosciano – San Diego

### 8.3.6 Ex Parco Sonia

E' localizzata ad ovest rispetto al centro abitato, ha un'estensione di 0.26 km<sup>2</sup>, si sviluppa tra le quote di 245.0 e 345.0 m.s.l.m. e confina, a nord – est con l'area “Centro abitato” ed a sud – est con quella denominata “Rosciano – San Diego”.

- **TIPOLOGIA DELL'ABITATO:** l'edificato, di tipo residenziale, è concentrato prevalentemente nella porzione mediana dell'area in corrispondenza di un dosso morfologico allungato in direzione circa W – E.



Foto 56

- **GEOLOGIA:** insiste per la quasi totalità sulla coltre eluvio - colluviale di natura prevalentemente limoso – argillosa. In corrispondenza dell'estremo settore orientale, all'interno di un'area piuttosto circoscritta, affiora la coltre alluvionale ghiaiosa ascrivibile ad un lembo di terrazzo fluviale. La porzione centrale dell'area nonché quella estrema meridionale, si caratterizza per l'affioramento dei litotipi arenaceo – pelitici e pelitico – arenacei appartenenti alla Formazione a Colombacci.

- *GEOMORFOLOGIA*: l'area insiste sulla porzione medio – inferiore di un versante collinare esposto ad est, caratterizzato da una pendenza media di circa 11°, il quale degrada verso la sottostante pianura alluvionale. L'elemento morfologico di maggior rilevanza è costituito da un esteso corpo di frana di tipo complesso che coinvolge una cospicua porzione del settore settentrionale dell'area di indagine.
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali e litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente alle coltri alluvionali. I terreni del substrato presentano bassi valori di permeabilità, minori per i litotipi pelitico – arenacei.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: lungo il versante prevalgono le coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec), mentre al piede del pendio, in corrispondenza del lembo di terrazzo fluviale, si rinvencono le coltri alluvionali a grana grossa (GMtf). Nelle zone, circoscritte, con substrato affiorante, sono presenti i litotipi arenaceo – pelitici (GRS) e pelitico – arenacei (COS).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.6; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 6 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

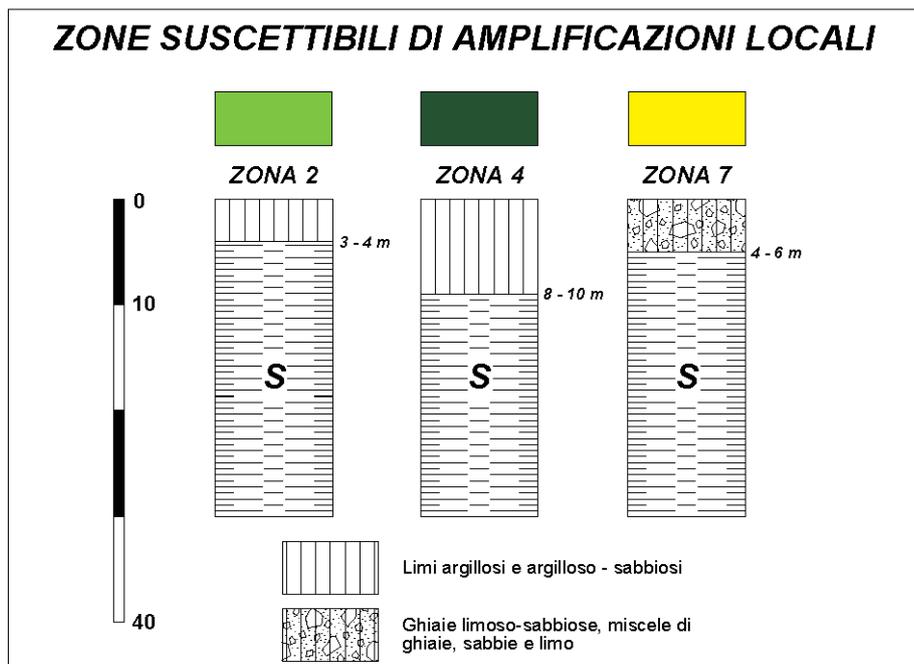
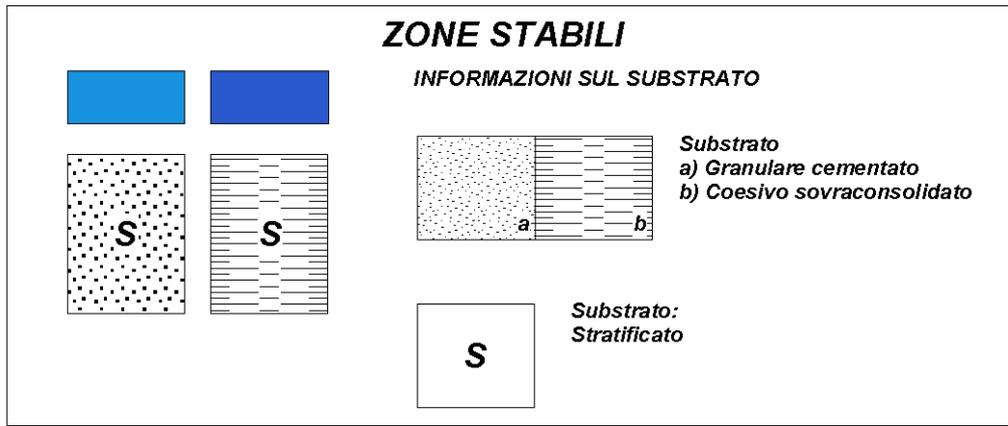


Fig. 18 - Legenda delle MOPS località Ex Parco Sonia

### *8.3.7 Pianibianchi*

Si trova a sud del centro abitato, presenta una superficie di 0.60 km<sup>2</sup> e confina ad ovest con il F. Chienti. Presenta una forma allungata in direzione N – S e si sviluppa tra le quote di 209.0 e 235.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: l'edificato, di tipo prevalentemente residenziale, risulta uniformemente distribuito nel settore centro – orientale.



*Foto 57*



*Foto 58*



*Foto 59*



Foto 60

- **GEOLOGIA:** insiste per gran parte (settore centro – occidentale) sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente limoso – argillosa; la porzione centro – orientale è caratterizzata dalla presenza delle coltri eluvio – colluviali limoso – argillose. Gli affioramenti del substrato, pelitico – arenaceo ed arenaceo – pelitico della formazione a Colombacci, sono concentrati nell'estrema porzione occidentale.
- **GEOMORFOLOGIA:** l'area presenta una morfologia prevalentemente pianeggiante, ad eccezione del settore orientale, in cui il versante collinare, caratterizzato da una pendenza media di circa  $10^{\circ}$  -  $12^{\circ}$ , si raccorda con la sottostante piana alluvionale. Gli elementi morfologici di rilievo sono costituiti da due corpi di frana attivi, di tipo colamento e scorrimento.
- **IDROGEOLOGIA:** litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa relativamente ai depositi alluvionali fini ed alle coltri eluvio – colluviali limoso - argillose. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- **CARATTERISTICHE LITOLOGICHE:** in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf) e medio fine (SM). Nel settore orientale affiorano i litotipi del substrato arenaceo – pelitico (GRS) e pelitico – arenaceo (COS) i quali risultano localmente ricoperti dalle coltri detritiche eluvio – colluviali (MLec) di natura limoso – sabbiosa e limoso – argillosa.

- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.7; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 5 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

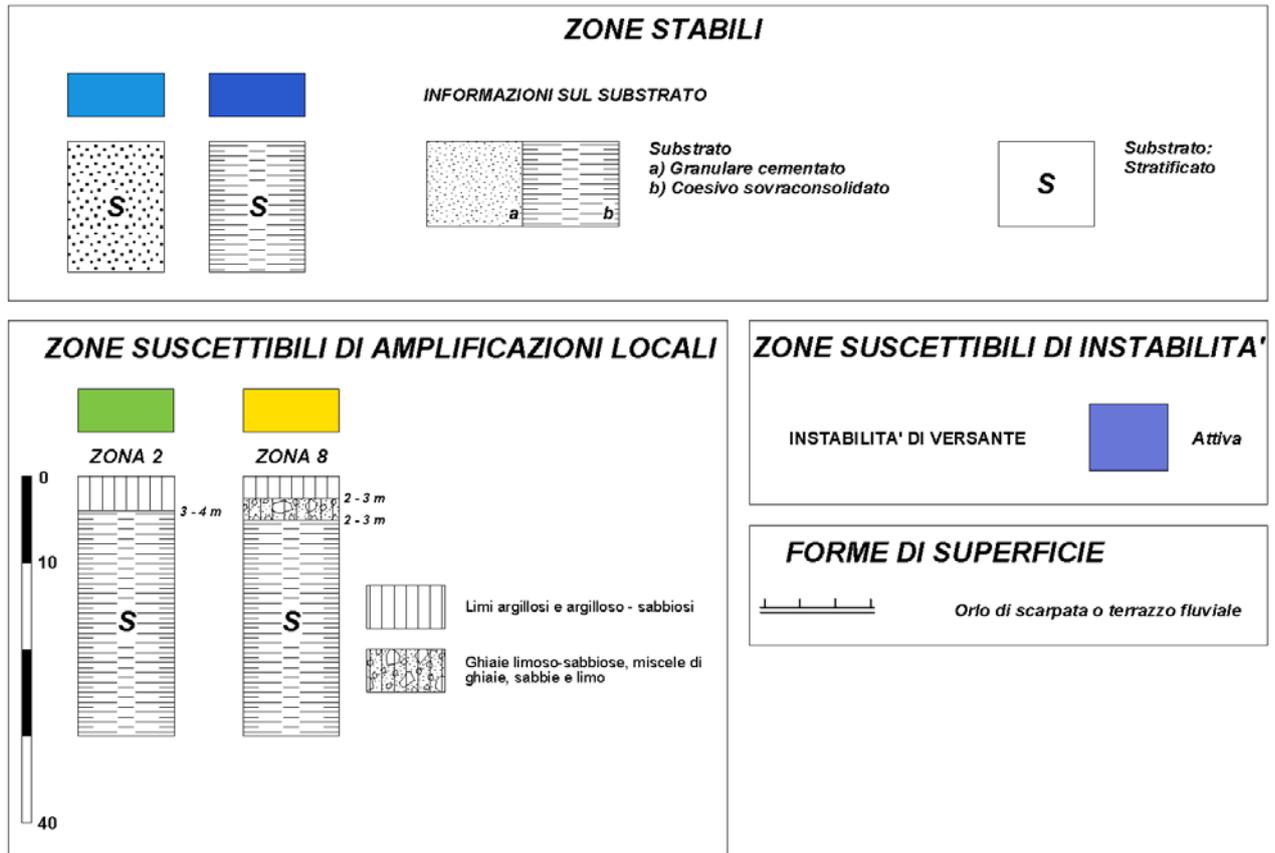


Fig. 19 - Legenda delle MOPS località Pianibianchi

### 8.3.8 Ributino

Tale zona si trova a S-SE rispetto al centro abitato di Tolentino e presenta una superficie di 1.82 km<sup>2</sup>. Confina a nord con il F. Chienti, presenta una geometria stretta ed allungata in direzione circa E – W ed è attraversata longitudinalmente dalla s.s. 77 *Valdichienti*.

- **TIPOLOGIA DELL'ABITATO:** l'edificato, prevalentemente residenziale, si sviluppa maggiormente nel settore occidentale, mentre nella porzione centro – orientale i fabbricati (di tipo residenziale e artigianale) sono ubicati prevalentemente lungo la ex s.p. n° 125.



Foto 61

- **GEOLOGIA:** insiste per la quasi totalità sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente limoso – argillosa, ad eccezione di due limitate porzioni poste nel settore occidentale, nelle quali prevalgono i sedimenti ghiaiosi. Nell'estrema porzione meridionale, in corrispondenza delle zone di raccordo tra i versanti collinari degradanti verso nord e la sottostante pianura alluvionale, si rinvengono le coltri detritiche eluvio – colluviali a granulometria prevalentemente fine (limi argillosi e argilloso – sabbiosi). Il substrato affiora in alcune limitate aree poste al confine nord – orientale e meridionale.

- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle pianure alluvionali, in cui sono talora distinguibili due ordini di terrazzi fluviali prevalentemente pianeggianti, separati da scarpate di erosione smussate di altezza compresa tra 10.0 – 15.0 m. Un elemento morfologico significativo è rappresentato dal rilevato stradale sul quale insiste la s.s. 77 Valdichienti.
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente ai depositi alluvionali grossolani, litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali ed i depositi alluvionali fini. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf), medio fine (SM) e grossa (GMtf). La porzione meridionale è ricoperta da una coltre eluvio – colluviale a grana prevalentemente fine composta da limi argillosi e argilloso – sabbiosi (MLec). Il substrato è costituito da litotipi arenaceo – pelitici (GRS) e pelitico - arenacei (COS).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.8; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati gli 8 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

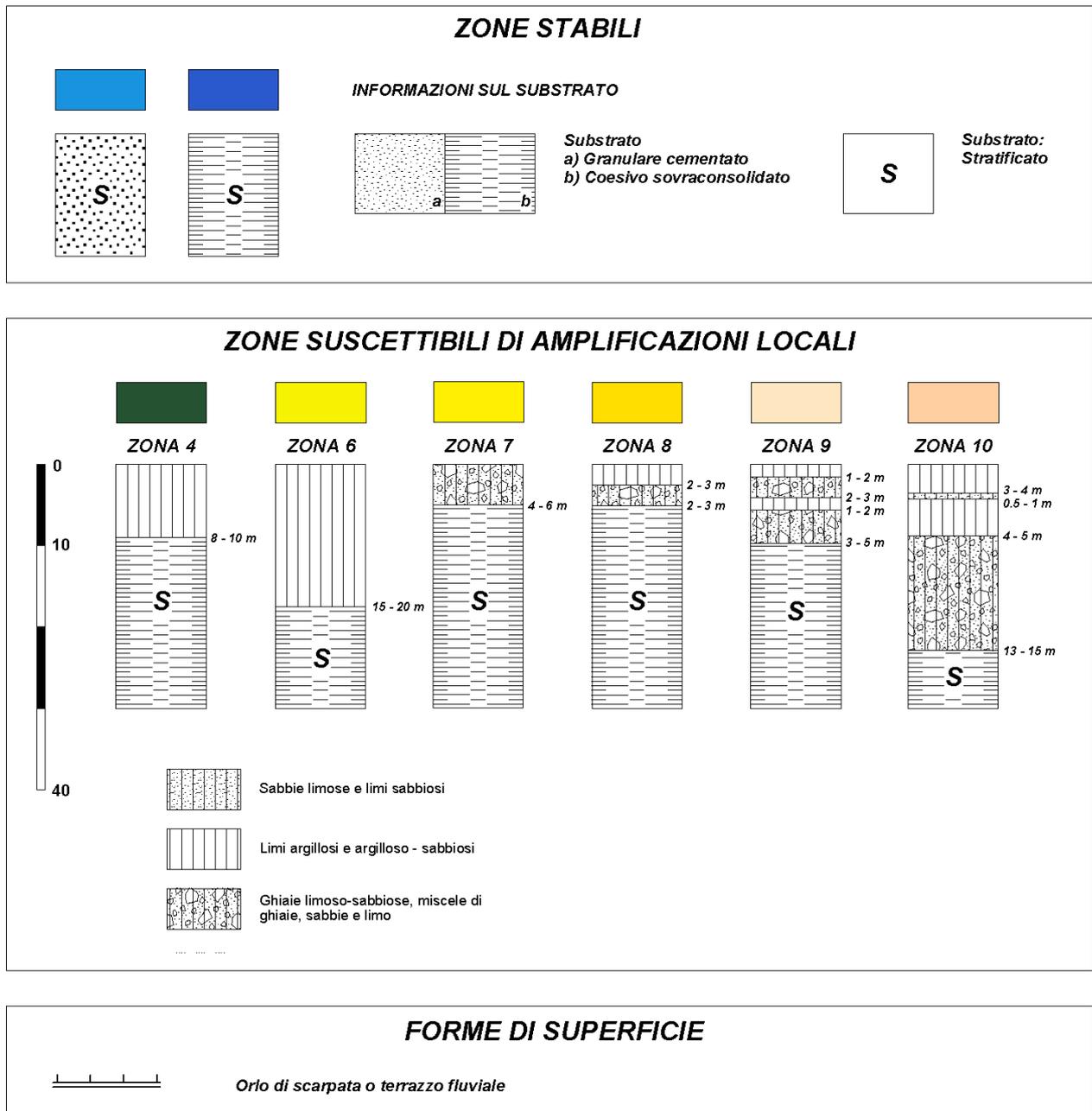


Fig. 20 - Legenda delle MOPS località Ributino

### *8.3.9 Zona industriale Est*

Tale zona si trova a NE rispetto al centro abitato di Tolentino e presenta una superficie di 4.93 km<sup>2</sup>. Confina a sud con il F. Chienti e ad ovest con il Rio Pace, presenta una forma piuttosto allungata in direzione circa E – W ed è attraversata trasversalmente dalla s.s. 77 *Valdichienti*.

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: l'edificato, prevalentemente industriale - artigianale, si sviluppa maggiormente tra la linea ferroviaria *Albacina – Civitanova M.* (a nord) ed il F. Chienti (a sud). Edifici di tipo residenziale sono distribuiti in maniera eterogenea nella porzione settentrionale.



*Foto 62*



Foto 63

- **GEOLOGIA:** insiste in parte sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente limoso – argillosa ed in parte sulle alluvioni ghiaiose. In corrispondenza di una piccola zona ubicata nell'estrema porzione nord - occidentale si rinvencono le coltri detritiche eluvio – colluviali a granulometria prevalentemente fine (limi argillosi e argilloso – sabbiosi). Il substrato affiora unicamente nella porzione centro meridionale in corrispondenza di una piccola depressione antropica.
- **GEOMORFOLOGIA:** la morfologia dell'area è tipica delle pianure alluvionali, in cui sono ben distinguibili due ordini di terrazzi fluviali prevalentemente pianeggianti, separati da scarpate di erosione smussate di altezza compresa tra 10.0 – 20.0 m. Elementi morfologici significativi, riportati nella carta, sono costituiti dal rilevato stradale sul quale insiste la s.s. 77 Valdichienti e dal conoide alluvionale che si apre a ventaglio sulla piana alluvionale, nel settore occidentale dell'area.
- **IDROGEOLOGIA:** litotipi a permeabilità variabile, generalmente alta relativamente ai depositi alluvionali grossolani, litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali ed i depositi alluvionali fini. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità.

- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: in corrispondenza della pianura alluvionale sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf), medio fine (SM) e grossa (GMtf). Una limitata porzione, localizzata ad ovest, è ricoperta da una coltre eluvio – colluviale a grana prevalentemente fine composta da limi argillosi e argilloso – sabbiosi (MLec). Il substrato è costituito da litotipi arenaceo – pelitici (GRS).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.9; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 4 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

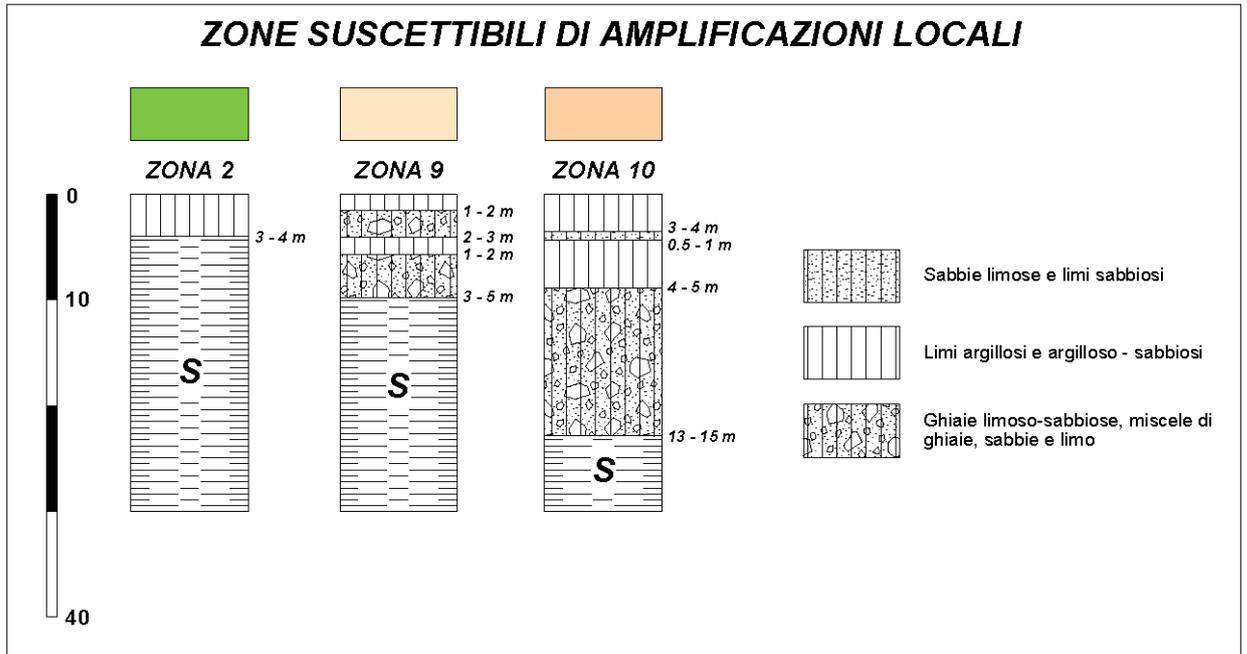


Fig. 21 - Legenda delle MOPS località zona industriale Est

### *8.3.10 Paterno*

La frazione denominata Paterno è ubicata a sud - est rispetto al centro abitato e presenta una superficie di 0.26 km<sup>2</sup>. L'area in oggetto presenta una forma stretta ed allungata in direzione circa NW - SE e si sviluppa a quote comprese tra 355.0 e 405.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: si sviluppa lungo il crinale nella porzione occidentale, per poi proseguire lungo il versante meridionale nella parte centro - orientale. Le unità abitative, rade, sono distribuite in maniera piuttosto omogenea all'interno dell'area.



*Foto 64*



*Foto 65*



*Foto 66*

- *GEOLOGIA*: insiste per la quasi totalità sui litotipi del substrato costituito dalla litofacies pelitico – arenacea ed arenaceo – pelitica della formazione della Laga. Alcune limitate porzioni a

geometria prevalentemente concava, sono caratterizzate dalla presenza di coltri eluvio – colluviali. Dal punto di vista tettonico-strutturale, la porzione occidentale dell'area è interessata da una faglia diretta presunta.

- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle zone di cresta, con deboli pendenze in senso longitudinale e acclività maggiore lungo i fianchi. Gli elementi morfologici più significativi sono rappresentati da alcune frane attive di tipo scorrimento, colamento e non definite.
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità, minori per i litotipi pelitico – arenacei.
- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: Il substrato, affiorante in gran parte dell'area, è costituito dalle litofacies pelitico – arenacea (COS) ed arenaceo – pelitica (GRS). Le porzioni di versante ricomprese nell'area sono ricoperte da coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.10; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 5 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

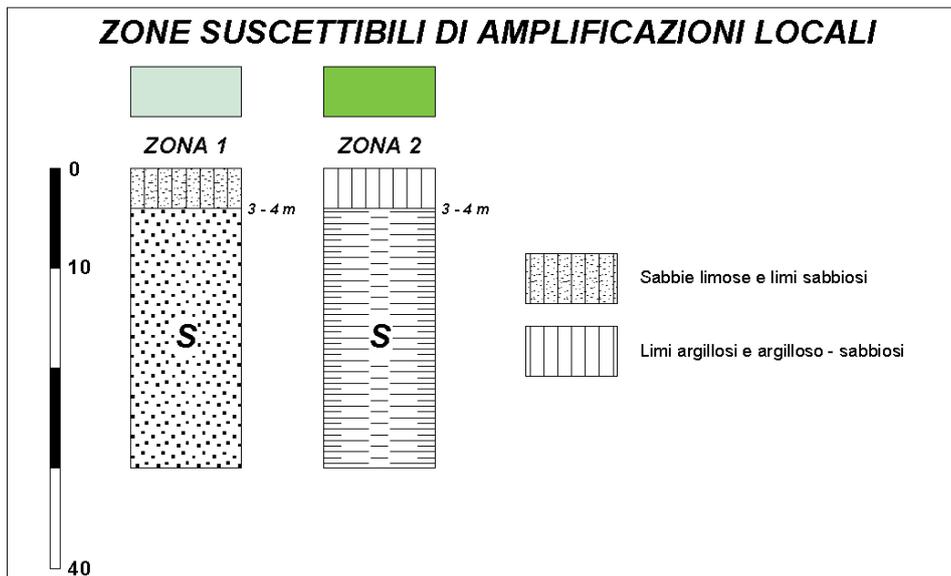


Fig. 22 - Legenda delle MOPS località Paterno

### *8.3.11 Regnano*

L'area denominata Regnano è ubicata a sud - est rispetto al centro abitato e presenta una superficie di 0.37 km<sup>2</sup>. Il sito in oggetto presenta una forma stretta ed allungata in direzione circa W - E e si sviluppa a quote comprese tra 280.0 e 375.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: si sviluppa prevalentemente lungo il crinale; le unità abitative, disposte per lo più a nuclei, sono dislocate lungo la strada comunale che attraversa longitudinalmente l'intera area.



*Foto 67*



Foto 68

- **GEOLOGIA:** insiste per la quasi totalità sui litotipi del substrato costituito dalla litofacies pelitico – arenacea ed arenaceo – pelitica della formazione della Laga. Alcune limitate porzioni a geometria prevalentemente concava sono caratterizzate dalla presenza di coltri eluvio – colluviali.
- **GEOMORFOLOGIA:** la morfologia dell'area è tipica delle zone di cresta, con deboli pendenze in senso longitudinale e acclività maggiore lungo i fianchi. Gli elementi morfologici più significativi sono rappresentati da alcune frane attive di tipo scorrimento e non definite.
- **IDROGEOLOGIA:** litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa per ciò che concerne le coltri eluvio – colluviali. I litotipi del substrato presentano bassi valori di permeabilità, minori per i litotipi pelitico – arenacei.
- **CARATTERISTICHE LITOLOGICHE:** Il substrato, affiorante in gran parte dell'area, è costituito dalle litofacies pelitico – arenacea (COS) ed arenaceo – pelitica (GRS). Le porzioni di versante ricomprese nell'area sono ricoperte da coltri eluvio – colluviali a grana fine (MLec).
- **MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS):** le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.11; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere

geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico sono stati individuati i 5 scenari schematizzati come nella sottostante legenda.

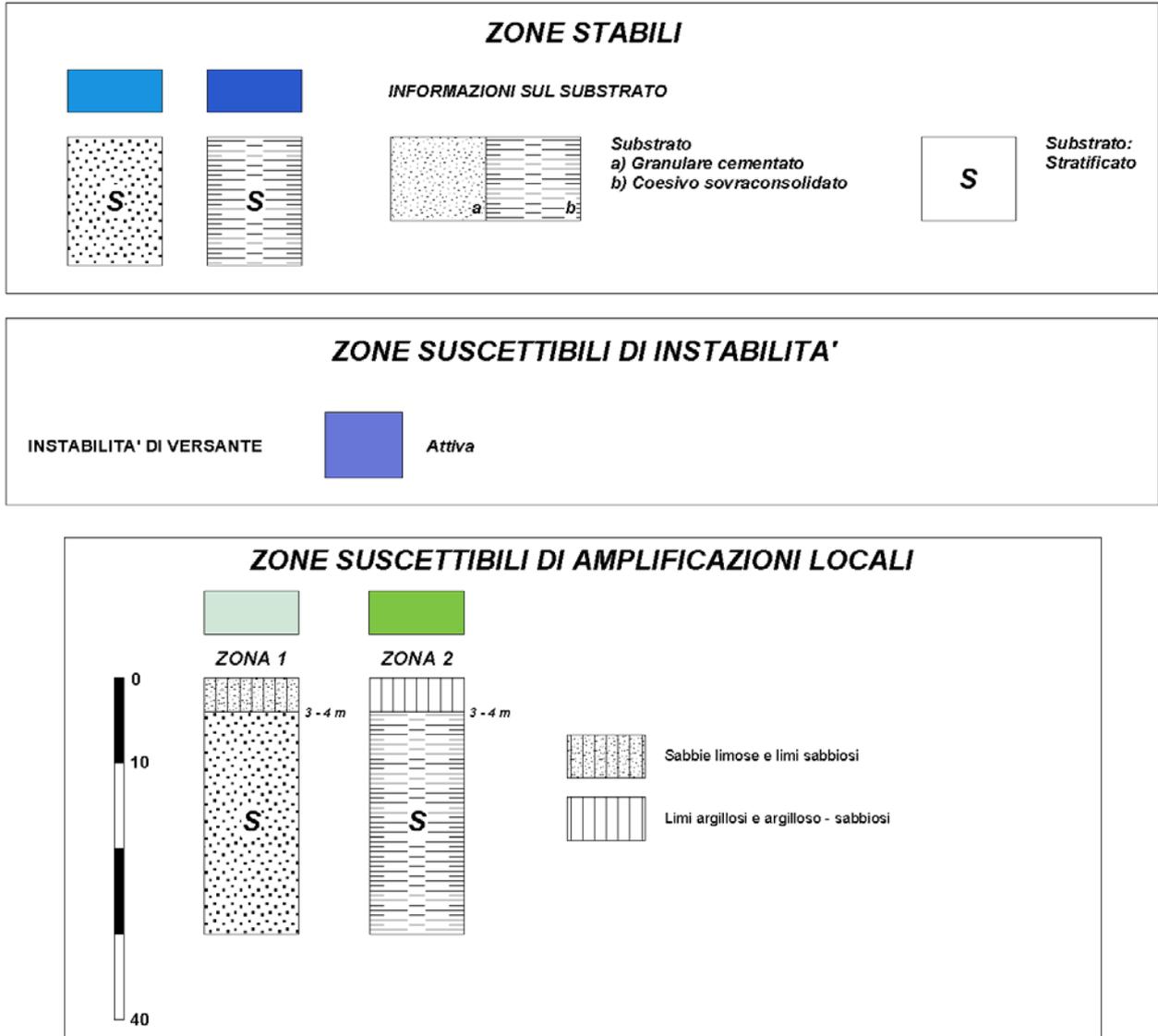


Fig. 23 - Legenda delle MOPS località Regnano

### *8.3.12 Piane della Rancia*

Tale zona si trova a nord - est rispetto al centro abitato di Tolentino e presenta una superficie di 0.26 km<sup>2</sup>. Confina ad ovest con la ex *s.p. Piane di Chienti n° 92*, a sud con la *s.s. 77 Valdichienti*, a nord – est con un fosso minore tributario di sinistra del F. Chienti ed, a nord, con la ex *s.s. 77*. L'area in oggetto si sviluppa tra le quote di 153.0 e 175.0 m.s.l.m..

- *TIPOLOGIA DELL'ABITATO*: l'edificato è di tipo prevalentemente residenziale nella porzione settentrionale e di tipo industriale – artigianale nel settore meridionale.



*Foto 69*

- *GEOLOGIA*: insiste sulla coltre alluvionale di natura prevalentemente limoso – argillosa.
- *GEOMORFOLOGIA*: la morfologia dell'area è tipica delle pianure alluvionali, in cui sono distinguibili due ordini di terrazzi fluviali prevalentemente pianeggianti, separati da scarpate di erosione talora smussate e rielaborate dall'azione antropica, di altezza pari a circa 10.0 – 15.0 m..
- *IDROGEOLOGIA*: litotipi a permeabilità variabile, generalmente bassa.

- *CARATTERISTICHE LITOLOGICHE*: sono presenti sedimenti a grana fine (MLtf) e medio fine (SM).
- *MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)*: le zone omogenee in prospettiva sismica sono rappresentate nella tavola 3.12; dalla sintesi di tutti gli elementi a carattere geologico, geomorfologico, litostratigrafico ed idrogeologico è stato individuato un solo scenario come riportato nella sottostante legenda.

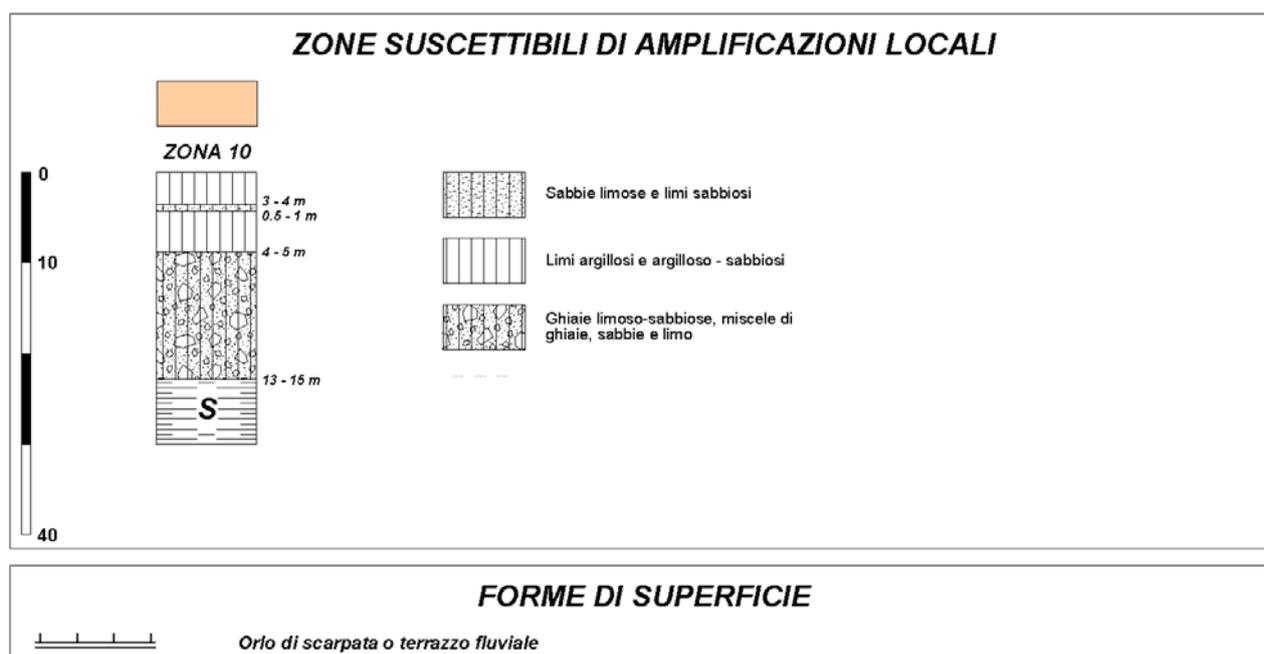


Fig. 24 - Legenda delle MOPS località Piane della Rancia

Tolentino, luglio 2013

*Dr. Geol. Fabrizio Tombolini*

*Dr. Geol. Roberto Pucciarelli*