

# COMUNE DI CASTELFRANCO PIANDISCO'



## *PIANO STRUTTURALE*

### ***FASE DI ADOZIONE***

Data \_\_\_\_\_

#### **ALLEGATO -6-**

Relazione illustrativa della carta MOPS del precedente PS di Pian di Scò

PIANO STRUTTURALE DI  
CASTELFRANCO PIANDISCO'



#### **ELABORATO NON MODIFICATO**

Estratto dal Piano Strutturale del Comune di  
Pian di Scò, Variante Generale approvata con Delibera  
di D.C.C. n. 59 del 29.11.2011

#### ***GEOPROGETTI***

*studio associato*

Via Venezia 77  
56038 Ponsacco

Geol. Emilio Pistilli

# Piano Strutturale

## variante generale

settembre 2012

### R.7

Relazione illustrativa della  
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Simsica

progetto:

**ldp** [studio]

Stefania Rizzotti

Luca Gentili

con la collaborazione di Stefano Niccolai

indagini geologico-tecniche:

 **G H E A**  
ENGINEERING & CONSULTING S.R.L.

Γ E A

Luca Pagliuzzi

con la collaborazione di Serena Vannetti

consulenza per gli aspetti agronomici:

Monica Coletta



Sindaco:

Nazareno Betti

Assessore all'Urbanistica:

Alberto Santini

Responsabile del procedimento:

Simone Resti

# Comune di Pian di Scò

Comune segnalato da



## INDICE

Premessa .....	1
Riferimenti normativi .....	2
Elaborati prodotti ed Individuazione Aree di indagine.....	3
Inquadramento generale .....	4
Pericolosità sismica di base.....	6
Dati di base.....	7
Carta delle Indagini.....	9
Carta delle Frequenze Fondamentali dei depositi .....	10
Carta geologico-tecnica .....	12
Effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico	
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) .....	15
Procedura semiquantitativa di valutazione della qualità della carta MOPS	
di livello1 .....	19

## PREMESSA

La presente Relazione, redatta ai sensi del *Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche* (Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R pubblicato nella Sezione I del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011), è di supporto alla *Variante generale al Piano Strutturale* del Comune di Pian di Scò (Provincia di Arezzo).

Il nuovo Piano Strutturale andrà ad integrare ed, in parte, a sostituire il precedente, attualmente vigente, supportato da adeguate indagini geologico-tecniche redatte nel 2008 di supporto alla *Variante n. 5 al Regolamento Urbanistico con contestuale Variante al Piano Strutturale* già aggiornato con la *Variante generale* del novembre 2011 supportata dalle indagini geologico-tecniche; entrambe le indagini suddette sono state redatte secondo il Regolamento regionale previgente (Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007 n. 26/R).

In particolare, le indagini geologico-tecniche hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dal Regolamento 53/R, facendo riferimento all'Allegato A, §2. Punto B.7 e C.5.

Il livello 1 di Microzonazione Sismica costituisce un livello propedeutico caratterizzato essenzialmente da una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di ulteriori informazioni, finalizzata alla suddivisione del territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

La presente relazione tecnica illustrativa descrive nel dettaglio tutti gli elementi caratterizzanti gli elaborati che costituiscono lo studio di microzonazione, indicandone le problematiche, le metodologie di indagine, le procedure di analisi ed elaborazione utilizzate ed infine i risultati prodotti, attenendosi a quanto prescritto nella Deliberazione 6 agosto 2012 n. 741 L.R. 58/2009 - OPCM 4007/2012 ART.2 COMMA 1. LETT. A - *Studi di microzonazione sismica. Approvazione delle nuove specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica.*

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stato condotto secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo.

- OPCM n. 3907 del 13.11.2010 e OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012, che disciplinano i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dalla Legge Regionale 58/2009;
- DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011, pubblicato nella Sezione I del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011, Allegato A, §2. Punto B.7 e C.5;
- DGRT n. 261 del 18.04.2011, recepimento a livello regionale dell' OPCM n. 3907/2010 con riferimento all'Allegato A che individua i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica, le modalità di predisposizione delle specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi e le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria;
- DGRT n. 741 del 6 agosto 2012, approvazione delle nuove specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica;
- Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS), approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;
- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;
- Indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011;
- Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica - Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 OPCM 3907/2010) - Versione 2.0beta-II.

## ELABORATI PRODOTTI ED INDIVIDUAZIONE AREE DI INDAGINE

Per lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 sono stati prodotti i seguenti elaborati, che costituiscono parte integrante del Piano Strutturale:

- 3G.1 Carta geologico-tecnica (Scala 1:2.000)
- 3G.2 Carta geologico-tecnica (Scala 1:2.000)
- 3G.3 Carta geologico-tecnica (Scala 1:2.000)
- 3G.4 Carta geologico-tecnica (Scala 1:2.000)
- 4.0 Carta delle indagini (Scala 1:10.000)
- 4.1 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Scala 1:2.000)
- 4.2 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Scala 1:2.000)
- 4.3 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Scala 1:2.000)
- 4.4 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Scala 1:2.000)
- DB.6÷7 Dati di base (2 volumi)
- 7.1 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Scala 1:2.000)
- 7.2 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Scala 1:2.000)
- 7.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Scala 1:2.000)
- 7.4 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Scala 1:2.000)
- R.7 Relazione illustrativa della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Ad esclusione della Carta delle Indagini, che fornisce una copertura sull'intero territorio comunale, gli altri elaborati sono stati redatti solo in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi, individuati dal Comune di Pian di Scò di concerto con l'autorità competente, secondo le specifiche tecniche di cui al §1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL ed i criteri definiti al §3.4.2 degli ICMS.

I centri urbani significativi sono riportati nelle tavole di Piano Strutturale e di Regolamento Urbanistico e corrispondono alle perimetrazioni precedentemente adottate per la redazione delle Carte delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL), secondo la previgente normativa.

Sono dunque identificate le aree coincidenti con le UTOE definite per il Regolamento Urbanistico, ovvero: Pian di Scò, Faella, Matassino, Ontaneto, Montalpero e Vaggio.

## INQUADRAMENTO GENERALE

Per quanto riguarda gli approfondimenti di carattere geologico, geomorfologico e idrogeologico si rimanda a quanto ampiamente trattato nella Relazione del Piano Strutturale.

Di seguito si riassumono brevemente gli aspetti salienti del territorio, al fine di fornire un inquadramento generale.

Il Comune di Pian di Scò si trova sul versante orientale del bacino del Valdarno Superiore, ed il suo territorio ha una forma allungata sud-ovest nord-est, trasversale rispetto all'asse del bacino, disposta sud-est nord-ovest.

La superficie del territorio comunale è di 18.43 km<sup>2</sup>, pari a 1843 ha.

Nella cartografia della Carta Tecnica Regionale il territorio di Pian di Scò rientra nelle seguenti Sezioni, in scala 1:10.000: 276110, 276120, 276140 e 276150.

Il territorio comunale si estende dalla pianura alluvionale dell'Arno fino alla catena del Pratomagno, con una altimetria minima di circa 125 m, in corrispondenza dell'abitato di Matassino, fino a 1.131 m, in corrispondenza del Monte Acuto.

La morfologia del territorio, estremamente variabile, ma strettamente legata alla litologia dei terreni affioranti, si sviluppa in paesaggi fortemente differenti tra loro, che mostrano andamenti all'incirca paralleli all'asse del bacino.

La pianura alluvionale dell'Arno occupa una porzione limitata del territorio comunale, dall'abitato di Montalpero fino a quello del Matassino, che segnano il confine con il territorio del Comune di Figline Valdarno.

Pianure alluvionali minori, ma di notevole importanza per il territorio comunale, sono quelle originate dal Torrente Faella e dal Torrente Resco.

Entrambi questi corsi d'acqua costituiscono affluenti di destra dell'Arno e segnano, rispettivamente, per tratti molto estesi, i confini con i comuni di Castelfranco di Sopra e di Reggello.

La fascia di territorio che si trova immediatamente a monte dei depositi alluvionali, delimitata da quelli deposti dall'Arno, dal Faella e dal Resco, presenta forme dolci tipiche dei depositi palustro-lacustri a litologia limoso argillosa prevalente, che raccordano le pianure alluvionali ai depositi granulari che contraddistinguono le cosiddette "balze".

Questa morfologia è il frutto dell'azione delle forme dovute alla gravità ed all'azione delle acque, sia libere che incanalate, che agendo su litologie limoso-argillose, generano forme mammellari.

A monte di questa fascia dalle forme dolci è presente una fascia con forme molto più aspre, dovute alla presenza di depositi granulari costituiti da sabbie, ghiaie e ciottolami. Si tratta delle "balze", unità morfologica tipica del Valdarno Superiore.

Al tetto delle balze è presente un pianalto, corrispondente alla superficie di chiusura dei depositi fluvio-lacustri del Valdarno Superiore, che raccorda le balze al massiccio del Pratomagno.

Quest'ultimo paesaggio è rappresentato dal versante occidentale della catena

montuosa preappenninica ove affiorano estesamente depositi arenacei di origine torbidityca.

I litotipi arenacei costituiscono anche un substrato da punto di vista sismico, ovvero un 'bedrock sismico'; mentre i depositi palustro-lacustri, che sono il substrato dei depositi alluvionali in corrispondenza del fondovalle oppure affiorano alla base dei versanti, seppur costituiti prevalentemente da litologie limoso-argillose sovraconsolidate, non raggiungono velocità tali da considerarsi 'bedrock sismico'.

Il substrato dunque è affiorante nella porzione orientale del territorio e si approfondisce bruscamente fino a profondità nell'ordine di centinaia di metri in corrispondenza dei fondovalle, sovrastato da depositi di conoide alluvionale in prossimità del passaggio, poi, proseguendo verso valle, da depositi palustro-fluvio-lacustri e depositi alluvionali.

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Gli effetti locali prodotti da eventi sismici assumono una diversa rilevanza in funzione della sismicità di base del territorio comunale e della relativa accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

Il Comune di Pian di Scò è stato dichiarato sismico con Decreto Ministeriale 19 marzo 1982 e classificato in seconda categoria con grado di sismicità  $s = 9$ .

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ha inserito il Comune di Pian di Scò in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra 0.15 e 0.25 g. Con la Delibera della Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006 concernente la riclassificazione sismica del territorio regionale in attuazione del Decreto Ministeriale 14 settembre 2005 e dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, il Comune di Pian di Scò è passato da zona 2 a zona 3s; tuttavia con tale passaggio di zona non è stato modificato il livello di sicurezza e protezione e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2.

Secondo la previgente normativa dovevano essere presi in considerazione e approfonditi gli elementi riportati nell'allegato 1 delle direttive allegare al Regolamento 26/R, in relazione alla Zona sismica di appartenenza. I suddetti elementi dovevano essere associati al grado di pericolosità sismica, dipendente dall'interazione tra ciascun elemento di pericolosità sismica locale e la sismicità di base, connessa alla Zona sismica di appartenenza del territorio comunale (zona 3s).

Con tali criteri veniva redatta la Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSSL).

Ai fini della suddivisione del territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista sismico, secondo la normativa vigente (Regolamento 53R) risulta invece necessaria l'acquisizione di tutte le indagini in modo tale da definire un Modello geologico di sottosuolo sul quale effettuare gli approfondimenti necessari e finalizzati alla stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Il comune di Pian di Scò non rientra nel Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, pertanto non è stato possibile acquisire dati e conoscenze da tale progetto.

## DATI DI BASE

Ai fini dell'aggiornamento delle indagini geognostiche effettuate sul territorio comunale, in funzione della ricostruzione dettagliata del Modello geologico di sottosuolo e della stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), è stata realizzata una approfondita ricerca bibliografica ed in rete, ad integrazione di quelle precedentemente effettuate nel 2008 e nel 2011.

In particolare sono stati consultati:

- Archivi comunali e quelli del ns. studio;
- Portale del Servizio Geologico d'Italia, in particolare l'archivio 'Indagini del sottosuolo' (L. 464/84);
- Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Arezzo, Progetto WaterPRO, Servizio WEBWater, relativamente alle stratigrafie dei pozzi.

In totale sono stati raccolti i dati relativi a 233 indagini geognostiche, delle quali 121 facenti parte delle indagini del 2008, 7 facenti parte delle indagini del 2011, 7 raccolte per le indagini attuali, 39 stratigrafie di pozzi raccolte per le attuali ed infine le indagini di nuova realizzazione (luglio 2012) utilizzate per la redazione dello studio di Microzonazione Sismica.

Le indagini geognostiche sono costituite variamente da sondaggi a carotaggio continuo, saggi geognostici, prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche, analisi e prove geotecniche di laboratorio, indagini geofisiche con varie metodologie.

Le indagini sono state svolte su tutto il territorio comunale, maggiormente in corrispondenza dei centri abitati.

Le indagini specifiche per la Microzonazione Sismica sono state invece svolte in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi, individuati dal Comune di Pian di Scò di concerto con l'autorità competente, secondo le specifiche tecniche di cui al §1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL e secondo i criteri definiti al §3.4.2 degli ICMS.

In particolare queste sono consistite in:

- n. 54 misure di sismica passiva con tecnica a 'stazione singola' (HVSJR);
- n. 4 misure di sismica passiva acquisite con *array* bidimensionali elaborati in modalità ESAC;
- n. 1 misura di sismica attiva acquisita con *array* monodimensionale e tecnica a rifrazione per la definizione della velocità del bedrock affiorante.

Per le metodologie di indagine ed i risultati completi relativi alle indagini geofisiche si rimanda per completezza alla relazione dei Dati di base (DB7).

Ai fini dell'analisi e dello studio per la stesura delle MOPS non sono state prese in considerazione le prove penetrometriche dinamiche leggere (se non erano le sole indagini esistenti in un limitato areale) e le stratigrafie di sondaggi o pozzi di dubbia attendibilità.

La raccolta organica e ragionata dei dati ha permesso, oltre alla loro catalogazione, di

effettuare opportune correlazioni al fine di individuare caratteristiche comuni da mettere in evidenza nella stesura delle MOPS.

## CARTA DELLE INDAGINI

Le ubicazioni delle indagini raccolte, sia pregresse che di nuova realizzazione, sono state riportate nella Carta delle indagini, realizzata sia in formato cartaceo che digitale (GIS) in scala 1:10.000. I dati sono stati rappresentati in forma simbolica e per tipologia, utilizzando la legenda e le simbologie previste dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0beta -II, Giugno 2012).

I dati sono identificati univocamente con un numero o una sigla progressivi cui corrisponde il documento disponibile nei tomi 'Dati di Base'. Nel caso in cui in uno stesso sito si sovrappongono indagini di varia tipologia, non distinguibili con simboli diversi all'attuale scala della carta, è stata utilizzata una nuova simbologia indicante 'Indagini multiple', rimandando per le ubicazioni puntuali agli estratti contenuti nelle singole schede corrispondenti.

La Carta delle Indagini aggiorna e sostituisce integralmente la Carta dei Dati di Base precedentemente redatta secondo il previgente Regolamento 26/R e rappresenta quella prevista nell'ambito del vigente 53/R e degli studi di Microzonazione Sismica.

La Carta delle Indagini è stata inoltre utilizzata per la verifica di qualità prevista dalla procedura semiquantitativa di cui all'Appendice 3 delle Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica.

## CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

Dalle indagini specifiche di natura geofisica per lo studio di Microzonazione Sismica è stata realizzata, in corrispondenza principalmente dei centri abitati, la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi, in scala 1:2.000. Tale elaborato riporta l'ubicazione di tutte le misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR), con i relativi valori della frequenza fondamentale ( $f_0$ ) e dell'ampiezza dei picchi fondamentali ( $A_0$ ).

Per le metodologie di indagine ed i risultati completi relativi alle indagini geofisiche si rimanda per completezza alla relazione dei Dati di base (DB7).

La campagna di misure strumentali è stata realizzata in corrispondenza dei centri abitati significativi individuati e distribuita in maniera uniforme, tenendo conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni litostratigrafiche e geologiche del sito.

La rappresentazione grafica scelta è stata quella semplificata con l'ubicazione dei punti di misura distinti con dei cerchi di colore variabile in funzione della frequenza del picco e con raggio variabile in funzione dell'ampiezza; ad uno stesso punto di misura sono stati talvolta associati più cerchi a seconda del numero di picchi fondamentali individuati.

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

Inoltre l'elaborazione dei risultati ottenuti ha fornito indicazioni e conferme ai fini della ricostruzione del Modello geologico di sottosuolo per la stesura delle MOPS, con particolare riferimento al confronto tra lo spessore delle coperture stimate e le frequenze fondamentali (*Albarello et al.*, 2010). Infatti la frequenza di risonanza del sedimento dipende dallo spessore  $H$  e dalla velocità media delle  $V_s$  dello stesso secondo la relazione:  $v = V_s/4H$ .

Come emerge dai risultati ottenuti le misure sismiche realizzate rispecchiano in generale l'assetto geologico.

Infatti tra le misure effettuate si individuano tre gruppi di frequenze ricorrenti: a 0.3 hz, su 1.0 hz e frequenze superiori a 2.5 hz.

La frequenza più bassa intorno agli 0.3 hz indica il contrasto di impedenza più forte e più profondo rappresentato dal substrato geologico (Arenarie del Monte Falterona). I litotipi riferibili al substrato sono presenti in affioramento a monte dell'abitato di Pian di Scò e, tramite la linea di sismica a rifrazione ST01, ne è stata determinata la velocità che per le onde di taglio è risultata pari a circa 1300 m/sec. La velocità così definita è servita ad interpretare i profili di  $V_s$  ricavati dalle elaborazioni congiunte delle indagini di sismica passiva  $E_{sac}$  e  $H/V$ , dalle quali sono emersi a profondità dell'ordine di alcune centinaia di metri contrasti evidenti sui 1300 m/sec., coerentemente con la situazione geologica locale.

La frequenza intorno ad 1.0 hz evidenzia l'eterogeneità dei materiali di copertura, probabilmente i contrasti di impedenza con le argille sovraconsolidate del Pleistocene inferiore, poste a profondità dell'ordine di un centinaio di metri.

Le frequenze più elevate superiori a 2.5 hz sono state riscontrate in due zone distinte: nelle zone di fondovalle e nella porzione settentrionale dell'abitato del capoluogo.

Per quanto riguarda le zone di fondovalle, tali frequenze sono riferibili alla presenza dei depositi alluvionali del Torrente Faella, dell'Arno e del Resco, con spessori nell'ordine della decina di metri, sovrastanti depositi palustro-lacustri sovraconsolidati; invece, per quanto riguarda la porzione settentrionale del capoluogo, le frequenze alte indicano la progressiva diminuzione di profondità del substrato geologico, spostandosi dalla porzione centrale al margine della conoide alluvionale, come si nota anche nella misura passiva ESAC4.

In prossimità del contatto tra i depositi di conoide ed il substrato nella parte alta del capoluogo, ove il passaggio tra questi litotipi avviene entro alcune decine di metri, si sono registrati contrasti di impedenza sismica più elevati. Verso il centro del bacino le misure passive Esac mostrano contrasti evidenti solo a profondità nell'ordine di centinaia di metri, ove è presumibile la presenza del substrato, sovrastato dai depositi alluvionali e da quelli palustro-fluvio-lacustri.

## CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Sulla base di una accurata revisione a scala di dettaglio delle cartografie già redatte, in particolare di quelle geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, unitamente all'elaborazione dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici acquisiti, nonché ad un controllo in situ mediante rilevamento, è stata elaborata e redatta la Carta geologico-tecnica in scala 1:10.000, quale carta di sintesi ed elaborato propedeutico alla stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

La Carta geologico-tecnica è stata realizzata sia in formato cartaceo che digitale (GIS), utilizzando la simbologia prevista dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0beta -II, Giugno 2012).

Nell'ambito di tale revisione è stata posta particolare attenzione alla mappatura dei depositi di copertura, alla ricostruzione dettagliata delle forme geomorfologiche, dei fenomeni gravitativi di versante e/o delle aree instabili ed all'individuazione del substrato roccioso.

In particolare è stato individuato il substrato roccioso affiorante o sub-affiorante, costituito dalla formazione delle Arenarie del Monte Falterona, e rappresentato graficamente il suo stato di alterazione e fratturazione. Il substrato lapideo rigido stratificato (LPS) costituisce un 'bedrock sismico'.

Sono stati indicati anche elementi puntuali geologici ed idrogeologici, quali la giacitura degli strati in corrispondenza del substrato e l'indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto da sondaggi o pozzi.

Si precisa che il substrato rigido viene incontrato, attraverso le indagini di sottosuolo disponibili, solo nella porzione settentrionale dell'abitato di Pian di Scò, in corrispondenza del contatto con i depositi della porzione apicale della conoide alluvionale.

Proseguendo dalle porzioni apicali e centrali della conoide (in corrispondenza dell'abitato di Pian di Scò) verso le porzioni più centrali del bacino del Valdarno (in corrispondenza degli abitati di Faella e Matassino), il substrato rigido si approfondisce bruscamente, sovrastato, ai margini del bacino, dalle successioni dei depositi di conoide alluvionale e poi da quelle dei depositi palustro-fluvio-lacustri, con i depositi alluvionali superficiali, in corrispondenza delle pianure alluvionali maggiori (Fiume Arno, Torrente Faella e Torrente Resco).

Gli spessori delle successioni dei depositi di copertura del substrato, articolati in conoidi alluvionali e depositi palustro-lacustri verso il centro del bacino, sono superiori a 100-150 m.

Per quanto riguarda i terreni di copertura, questi sono stati raggruppati in funzione della litologia prevalente e dell'ambiente deposizionale che li ha originati.

Sono stati dunque distinti i seguenti gruppi, secondo la classificazione proposta dalle Specifiche Tecniche Regionali:

*Depositi alluvionali e alluvionali terrazzati (GM, ML)*

Comprendono terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione; sono prevalentemente costituiti da ghiaie limose, sabbie e limi.

A monte dell'abitato di Matassino, a differenza delle pianure alluvionali di Faella e di Vaggio, i depositi alluvionali terrazzati sono stati cartografati come ML, in quanto le litologie predominanti sono limi e sabbie limoso-argillose, fino a limi argillosi.

*Depositi palustro-lacustri (CL)*

Comprendono terreni coesivi con consistenza elevata e sono costituiti da argille e limi argillosi, in subordine argille sabbiose. Costituiscono il substrato palustro-lacustre dei depositi alluvionali e sono affioranti alla base dei versanti collinari che bordano le pianure alluvionali.

*Depositi palustro-fluvio-lacustri (SM)*

Comprendono terreni con stato di addensamento medio costituiti da materiale prevalentemente granulare parzialmente cementato; sono prevalentemente costituiti da sabbie e sabbie limose. Affiorano lungo i versanti collinari, sono sovrastanti i depositi palustro-lacustri (CL) e caratterizzano la porzione mediana delle scarpate acclivi denominate 'balze'.

*Depositi di conoide alluvionale (GP)*

Comprendono 'rocce deboli' costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in senso stretto; sono prevalentemente costituiti da conglomerati e ciottolami cementati in matrice sabbiosa e caratterizzano l'abitato di Pian di Scò. E' comunque da precisare che quella di Pian di Scò è una conoide alluvionale 'fossile'.

*Depositi detritici (SW, GM)*

Comprendono depositi eluvio-colluviali e detrito di falda, di bassa consistenza, con granulometria variabile dalle sabbie alle ghiaie sabbiose con limi. Sono presenti con spessori più rilevanti nell'ambito delle zone marginali dell'abitato di Pian di Scò, in corrispondenza delle zone di contatto tra i depositi di conoide alluvionale ed il substrato ed in corrispondenza del margine esterno del pianalto e dei terrazzi fluviali.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle forme e processi geomorfologici legati alla dinamica di versante, questi sono stati analizzati e cartografati relativamente al loro stato di attività, ai sensi del Regolamento Regionale 53/R, e riportati analogamente alla Carta Geomorfologica:

- stato attivo, qualora siano presenti evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti, riattivabili nel breve

periodo con frequenza e/o con carattere stagionale;

- stato quiescente, qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi;
- stato inattivo, qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione.

L'area di possibile evoluzione del dissesto è stata valutata coerentemente con la tipologia del fenomeno e con le ipotesi cinematiche ad esso connesse.

Le frane presenti nel territorio sono essenzialmente del tipo a cinematica lenta (scorrimenti e soliflussi) e quindi le aree di possibile evoluzione sono limitate alle immediate vicinanze dei movimenti di versante stessi. Le aree di influenza non sono state quindi evidenziate all'interno della Carta geomorfologica. Per le aree in dissesto, cartografate come frane attive, frane quiescenti e soliflussi, riportate nella Carta geomorfologica, si è tenuto conto delle relative aree di influenza, riferite alle aree di possibile evoluzione del fenomeno, nella redazione della Carta delle aree a Pericolosità Geologica, così come concordato con la struttura tecnica dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Infatti le aree inserite in Pericolosità geologica molto elevata (G.4) individuano, oltre al dissesto stesso, l'area di possibile evoluzione; inoltre le aree limitrofe sono state inserite in Pericolosità geologica elevata (G.3).

Gli abitati di Matassino, Ontaneto e Montalpero sono interessati marginalmente da fenomeni gravitativi a cinematica lenta tipici delle litologie limoso argillose presenti in corrispondenza dei versanti posto a monte dei centri abitati.

L'abitato di Faella è interessato marginalmente da fenomeni gravitativi a cinematica lenta, tipici delle litologie limoso argillose presenti in corrispondenza dei versanti posti a monte del centro abitato. In corrispondenza della parte nord dell'abitato è stata istituita "una fascia di protezione dell'abitato", al fine di evitare interventi edilizi in una zona da destinarsi ad una corretta regimazione delle acque di precipitazione meteorica.

L'abitato di Pian di Scò è caratterizzato dall'orlo superiore delle scarpate in erosione attiva, evidenziate sia nella Carta geomorfologica che nella Carta delle aree a pericolosità geologica, ove è stato attribuito a queste zone un grado di pericolosità elevata. Inoltre nelle prescrizioni geologiche del Regolamento Urbanistico (e nelle Norme Tecniche di Attuazione) si sono vietati interventi nella fascia di territorio prossima alle scarpate.

## EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Relativamente agli aspetti sismici le indagini geologico-tecniche hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dal Regolamento 53/R, facendo riferimento all'Allegato A, §2. Punto B.7 e C.5, finalizzato ad evidenziare gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico e scaturito nella realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

In relazione alla riduzione del rischio sismico gli elementi evidenziati per la valutazione degli effetti locali e di sito, sono stati quelli ritenuti utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, sono stati acquisiti elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti (mediante la raccolta delle indagini che costituiscono la Carta delle Indagini), sia in termini di parametrizzazione dinamica principalmente in relazione a misure dirette delle Vsh e di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSr).

Nello specifico la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), che sostituisce integralmente la Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL) redatta secondo il regolamento previgente, individua, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici, le microzone ove possono verificarsi diverse tipologie di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica.

In particolare nella valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico è stata posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- ricostruzione del Modello geologico-tecnico dell'area;
- individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido, accompagnata da una stima approssimativa della profondità ed una stima del contrasto di impedenza sismica atteso;
- individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte;
- presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- accentuazione della instabilità dei pendii;
- terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

L'elaborazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) è stata realizzata solo sui centri urbani maggiormente significativi, individuati dal Comune di

Pian di Scò di concerto con l'autorità competente, e riportati nelle tavole di Piano Strutturale e di Regolamento Urbanistico, ovvero quelli di Pian di Scò, Faella, Matassino, Ontaneto, Montalpero e Vaggio.

La carta è stata redatta sia in formato cartaceo che vettoriale (GIS), tenendo conto delle indicazioni fornite negli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, nelle Specifiche Tecniche Regionali e nel rispetto degli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 2.0beta -II, Giugno 2012).

Nello specifico la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) individua e caratterizza:

1. Zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base.
2. Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
3. Zone suscettibili di instabilità: zone suscettibili di riattivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Per quanto riguarda il substrato questo è stato distinto in base all'affioramento in corrispondenza di zone morfologicamente subpianeggianti oppure caratterizzate da maggiore acclività; per quanto concerne i terreni di copertura, questi sono stati raggruppati in funzione della litologia prevalente, degli spessori e dell'ambiente deposizionale che li ha originati.

### *Zone Stabili*

Nel territorio comunale, limitatamente ai centri urbani significativi, sono state individuate zone stabili in corrispondenza del substrato rigido in affioramento con morfologia subpianeggiante o poco inclinata solo nella porzione superiore dell'abitato di Pian di Scò.

Verso monte, ove le pendenze risultano più elevate, il substrato è stato invece assimilato alle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (substrato geologico rigido molto fratturato).

Il substrato rigido (riferibile alle Arenarie del Monte Falterona) dunque è affiorante nella porzione orientale del territorio e si approfondisce bruscamente fino a profondità nell'ordine di centinaia di metri in corrispondenza dei fondovalle, sovrastato da depositi di conoide alluvionale in prossimità del passaggio, poi, proseguendo verso valle, da depositi palustro-fluvio-lacustri e depositi alluvionali.

### *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*

All'interno di questa classe sono state raggruppate tutte le zone caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali, depositi alluvionali terrazzati, depositi palustro-fluvio-lacustri e depositi di conoide alluvionale; inoltre sono riportati i depositi detritici ed eluvio-colluviali, limitatamente alle zone in cui lo spessore risulta di maggiore entità, ai fini di un possibile effetto di amplificazione sismica locale.

Nella porzione superiore dell'abitato di Pian di Scò sono stati inoltre riportati in questa classe anche i litotipi arenacei che costituiscono il substrato rigido fratturato, in quanto la morfologia locale risulta più acclive.

Deve essere precisato che i litotipi arenacei costituiscono un 'bedrock sismico'; mentre i depositi palustro-lacustri, che sono il 'substrato' dei depositi alluvionali in corrispondenza del fondovalle oppure affiorano alla base dei versanti, seppur costituiti prevalentemente da litologie limoso-argillose sovraconsolidate, non raggiungono velocità tali da considerarsi 'bedrock sismico'.

Le cartografie redatte per Matassino, Ontaneto, Vaggio e Faella risultano piuttosto simili, essendo centri abitati posti in corrispondenza del fondovalle delle pianure alluvionali del Fiume Arno, dei Torrenti Resco e Faella, che si estendono fino alla base dei versanti collinari.

Pertanto in queste aree sono suddivisi in microzone distinte dal punto di vista sismico i seguenti terreni: i depositi alluvionali (Zona 1) sovrastanti il substrato palustro-lacustre, i depositi alluvionali terrazzati (Zona 2) sovrastanti il substrato palustro-lacustre, i depositi palustro-lacustri (Zona 3), sia come substrato dei depositi alluvionali che affioranti alla base dei versanti collinari, e, limitatamente ad alcune porzioni marginali a monte degli abitati di Faella e di Vaggio, depositi palustro-fluvio-lacustri che affiorano nelle scarpate acclivi denominati 'balze' (Zona 4).

Non si è ritenuto fattibile effettuare ulteriori suddivisioni all'interno delle zone caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali in quanto le variazioni di spessore sono minime, nell'ordine di alcuni metri, dunque non significative ai fini del presente studio.

Per ogni zona è stata redatta una colonna stratigrafica e sono descritte in legenda le litologie prevalenti, come riportato in figura 1.

Si distingue in modo sostanziale dai precedenti l'abitato del capoluogo, essendo contraddistinto, nella porzione settentrionale, dall'affioramento del substrato rigido, e nelle porzioni centrali e meridionali, dai depositi di conoide alluvionale.

Nella cartografia redatta per Pian di Scò sono state individuate microzone distinte in funzione dello spessore dei depositi di conoide alluvionale, sovrastanti il substrato rigido, rilevato da un'attenta analisi dei dati di base raccolti e catalogati, in particolare le stratigrafie dei sondaggi o dei pozzi (Zona 7, 8, 9, 10 e 11); sono state inoltre distinte quelle microzone ove i depositi di conoide alluvionale sono sovrastati, anche se per spessori modesti, da depositi alluvionali o alluvionali terrazzati (Zona 4 e Zona 6).

Diversamente sono rappresentate quelle microzone ove il substrato rigido è sovrastato

da modesti spessori di depositi alluvionali, eluvio-colluviali e detritici (Zona 2, 3 e 5).

Come si evince dalle colonne stratigrafiche riportate in legenda ed in figura 2 si nota l'approfondimento del substrato a partire dalle porzioni apicali verso quelle centrali e distali della conoide alluvionale; le indagini sismiche effettuate per questo studio confermano l'assetto geologico descritto.

#### *Zone suscettibili di instabilità*

Infine sono state individuate le zone corrispondenti a quelle 'instabili', cartografate nella Carta geomorfologica ed in quella Geologico-Tecnica come frane attive FR<sub>A</sub> (raggruppando in queste anche i soliflussi) e frane quiescenti FR<sub>Q</sub>.

In prossimità del contatto tra i depositi di conoide ed il substrato nella parte alta del capoluogo, ove il passaggio tra questi litotipi avviene entro alcune decine di metri, si sono registrati contrasti di impedenza sismica più elevati rispetto alla porzione centrale della conoide, ove invece il substrato si approfondisce bruscamente. Verso il centro del bacino le misure passive Esac mostrano contrasti evidenti solo a profondità nell'ordine di centinaia di metri, ove è presumibile la presenza del substrato, sovrastato dai depositi alluvionali e da quelli palustro-fluvio-lacustri.

Questo influisce in maniera sostanziale sulla definizione delle aree a pericolosità sismica rispetto alla classificazione effettuata secondo i criteri del regolamento previgente. In particolare la pericolosità sismica più elevata (S.3) si attribuisce alle porzioni apicali della conoide alluvionale, nella parte alta del capoluogo, ove la profondità modesta alla quale si intercetta il substrato, nell'ordine di alcune decine di metri, dà luogo a contrasti di impedenza più elevati rispetto alle porzioni centrali ove lo spessore dei depositi di conoide aumenta in maniera considerevole.

Non sono state individuate zone caratterizzate da depositi soggetti a liquefazione (sulla base delle risultanze di alcune indagini geognostiche costituenti i dati di base, che escludono, viste le caratteristiche granulometriche ed il grado di addensamento dei depositi, la possibilità di liquefazione), zone in cui sono possibili cedimenti differenziali e zone interessate dalle deformazioni dovute a faglie attive e capaci. Per tali aspetti risulta comunque opportuno, a livello di intervento diretto, effettuare adeguate indagini geognostiche come previsto dalla normativa vigente, che accertino la presenza localizzata di eventuali problematiche.

Considerate le caratteristiche di risposta e contrasto sismico presenti nel territorio comunale, non si ritiene che vi siano aree che necessitano di ulteriore approfondimento di livello successivo.

## PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO1

La procedura con cui si è valutato, in via semiquantitativa, la qualità della Carta di sintesi MOPS ottenuta è quella indicata dagli ICMS, mediante il foglio di calcolo messo a disposizione on-line dal servizio sismico della regione.

La procedura ha previsto 4 fasi:

1. E' stato costruito un reticolato di celle quadrate orientate N-S e E-W, con lato di 250 m, sulle aree indagate
2. E' stata compilata la tabella che prevede 6 parametri ai quali viene assegnato un peso
3. Si è applicata la formula (sommatoria) indicata per determinare il Fattore di qualità FQ
4. Si è associata al Fattore di qualità la corrispondente Classe di qualità

Di seguito si riporta la scheda di valutazione. Il risultato finale è pari a 70.6, corrispondente ad una qualità B, per la quale *"Sarebbe auspicabile migliorare almeno uno dei parametri"*.

Il punteggio ottenuto risente ovviamente del fatto, estremamente penalizzante, di non riscontrare, per la maggior parte del territorio comunale (3 centri abitati su 4, questo comunque solo parziale), il bedrock sismico rigido a profondità tali (oltre alcune centinaia di metri) da poter essere raggiunto con le indagini geognostiche necessarie. In tal caso la qualità risulterebbe di classe A.

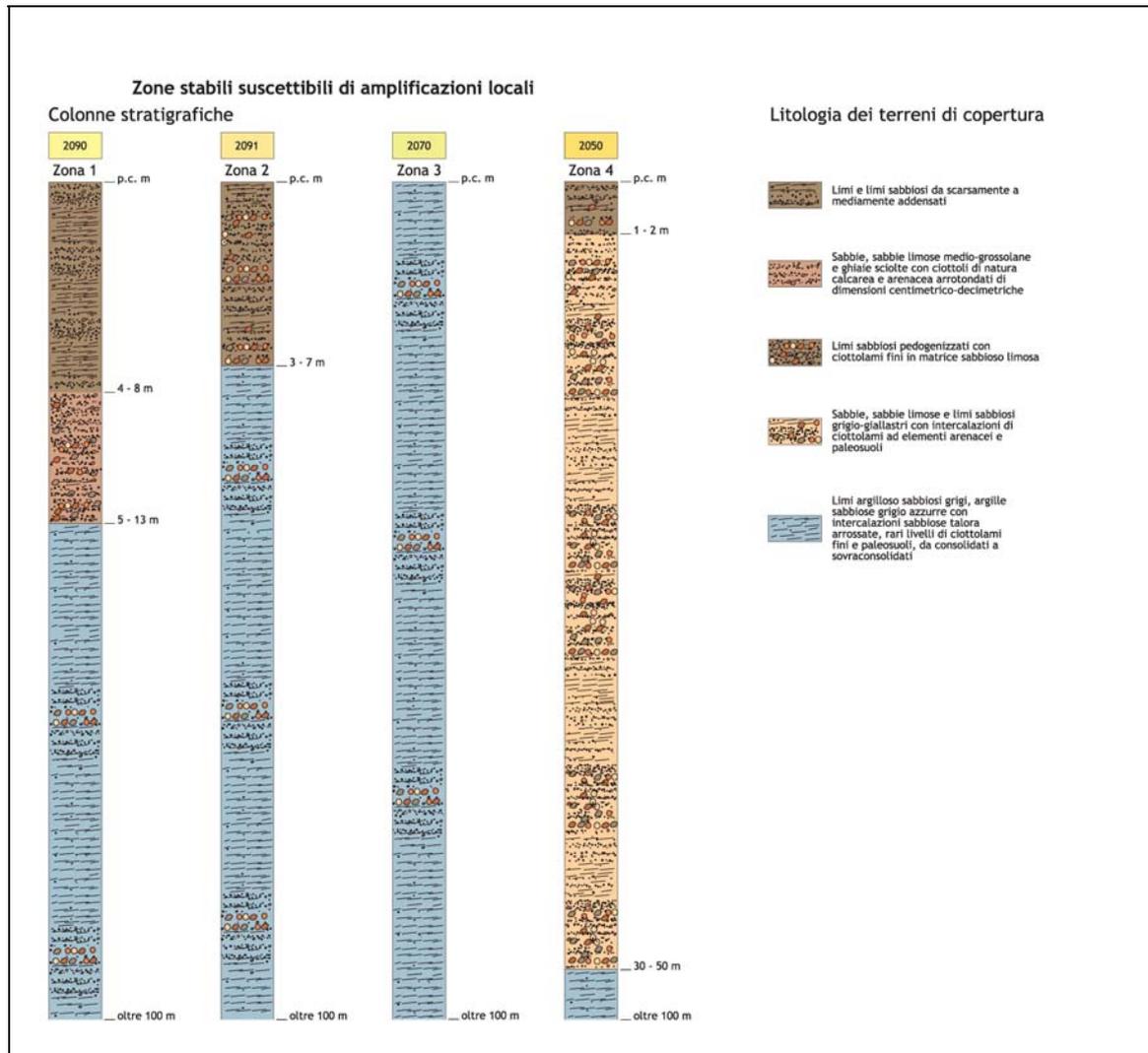


Figura 1 - Colonne stratigrafiche rappresentative per gli abitati di Faella, Matassino e Vaggio.

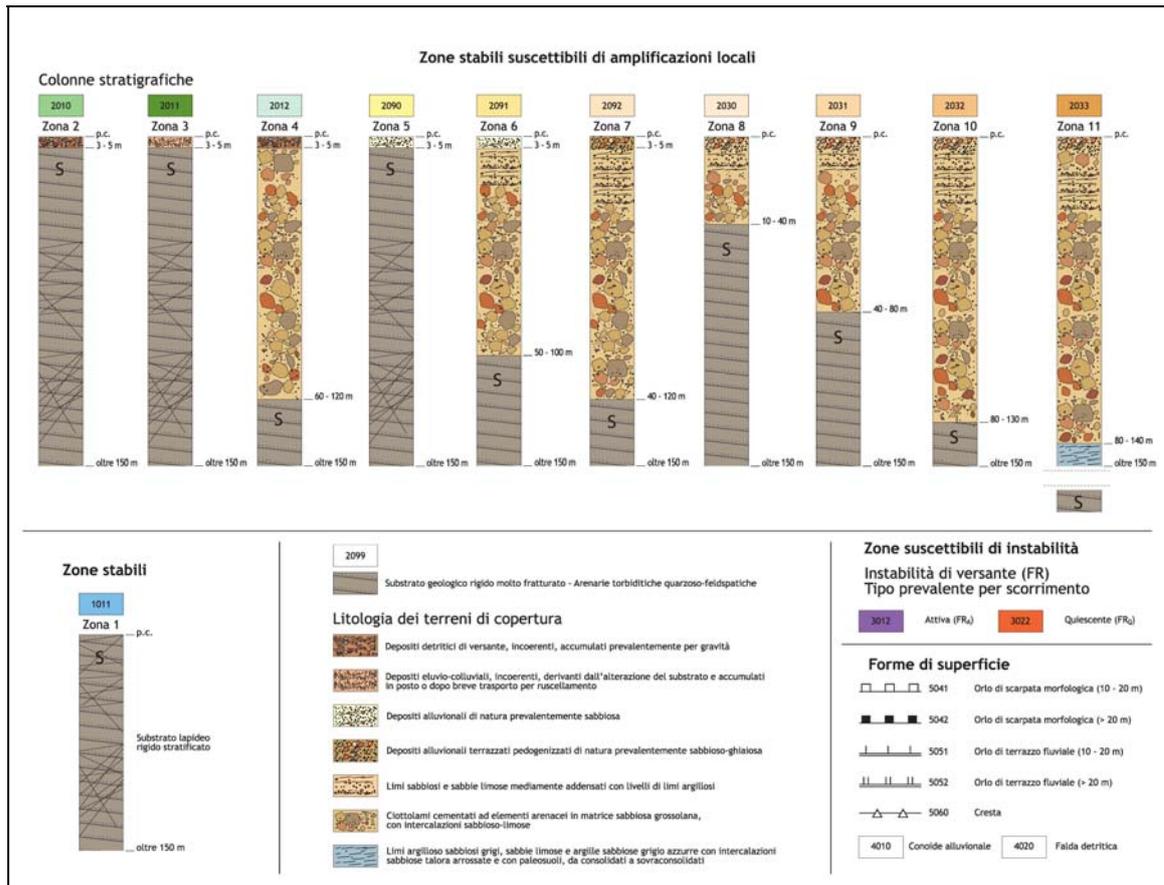


Figura 2 - Colonne stratigrafiche rappresentative per l'abitato di Pian di Scò.

