



Comune di Calcinaia
Provincia di Pisa

VARIANTE GENERALE AL PIANO STRUTTURALE



Indagini Geologiche

*Regolamento di attuazione dell'Art.62 L.R. N.1/2005
D.P.G.R. n.53/R del 25.10.2011*

Maggio 2012

**STUDIO DI
MICROZONAZIONE SISMICA
LIVELLO 1**
Relazione illustrativa

QG

INDICE

1 – PREMESSA.....	2
2 –RIFRIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE.....	2
3 –METODOLOGIA DI LAVORO.....	3
4 –CARTA GEOMORFOLOGICA (Tav. QG.3).....	5
5 –CARTA DELLE INDAGINI	10
6 –CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI	11
7 –CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS	13
8 – PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1	13

ALLEGATO NEL TESTO

Scheda di valutazione semiquantitativa della Carta di MS di livello1

ELENCO TAVOLE ALLEGATE

Carta geomorfologica (Tav.QG.3)	scala 1:10.000
Carta delle indagini	scala 1:10.000
Carta delle frequenze fondamentali	scala 1:10.000
Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.)	scala 1:10.000

ELENCO ALLEGATI FUORI TESTO

Indagini geofisiche
Dati di base
Elaborati su supporto informatico

1 – PREMESSA

Le indagini geologico-tecniche di supporto alla Variante generale al Piano Strutturale, hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1 in ottemperanza a quanto previsto dal DPGR n.53/R del 27 aprile 2007 “Regolamento di Attuazione dell’ Art.62 della LR n. 1/2005 in materia di indagini geologiche”, secondo le specifiche contenute Allegato A “DIRETTIVE PER LE INGAGINI GEOLOGICHE” con particolare riferimento al §2. punto B.1, punto B.7 e punto C.5.

2 –RIFRIMENTI NORMATIVI E SPECIFICHE TECNICHE

Lo studio e le indagini geofisiche sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute dei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- OPCM n. 3907 del 13.11.2010, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall’ Art. 11 della Legge n. 77 del 24/06/2009
- 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, le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria e i criteri di selezione dei soggetti realizzatori degli studi di MS.

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 1, indicate dalla struttura Servizio Sismico regionale, sono le seguenti:

- 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;
- Specifiche tecniche regionali: Allegato A alla DGRT n.261/2011, Appendice 1, Appendice 2
- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, nonché alle indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.
- Indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.
- Standard per la stesura della carta delle indagini e l’informatizzazione: Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica, (articolo 5, comma7 OPCM 3907/2010);
- Indicazioni contenute Volume di Ingegneria sismica 2/2011

Lo studio di MS di livello 1 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) ed è consistito in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti e/o acquisite al fine di suddividere il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e quindi alla valutazione della pericolosità con la finalità di guidare le scelte nella pianificazione attuativa, nell’ottica di perseguire la ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e identificando le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

3 –METODOLOGIA DI LAVORO

Il comune di Calcinaia è classificato ai sensi della DGRT n.431 del 19.06.2006 , in recepimento dell'OPCM n.3619 del 28.04.2006, in classe 3s (ag/g=0.25) e non rientra nel Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana, pertanto non è stato possibile acquisire dati e conoscenze da tale progetto.

In Appendice 3 Allegato A alla DGRT n.261/2011 “*Ripartizione dei contributi economici a favore dei comuni per la realizzazione di studi di MS almeno di Livello I*”, il comune di Calcinaia risulta molto in basso nella graduatoria di assegnazione stabilita sulla base del valore di accelerazione minima al suolo “ag”, pertanto non beneficia, ad oggi, di finanziamenti economici basati sulla OPCM/2010 per la redazione del presente studio

N.	Prov.	Comune	ag ⁽¹⁾	Popolazione ⁽²⁾	Contributo Livello 1	Cofinanziamento Ente Locale
239	PI	Calcinaia	0,126926	11396	24.000	

(1) così come definita nell'allegato 2 e con i valori riportati nell'All.7 della ordinanza 3907/2010

(2) si fa riferimento al censimento della popolazione ISTAT2010 (banca dati anagrafe)

Di seguito vengono riassunte le fasi di indagini svolte

Individuazione delle aree di indagine

Come prima fase è stata concordata con l'Amministrazione la perimetrazione dei centri urbani maggiormente significativi su cui condurre lo studio di MS di livello 1, individuati secondo le specifiche tecniche di cui al par. 1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL e secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS

Il comune identifica le aree coincidenti con le UTOE definite nel Piano Strutturale

UTOE Case Sardina

UTOE Calcinaia capoluogo:

UTOE Oltrarno

UTOE Fornacette:

UTOE La Botte

e le aree fino a comprendere la frazione residenziale di Case Bianche e le strutture cimiteriali e di viabilità di interconnessione tra le UTOE.

Si tratta pertanto della maggior parte della zona pianeggiante del comune interessata dalle infrastrutture esistenti, dove si concentra pressoché la totalità delle residenze e delle attività artigianali, industriali e commerciali.

La restante parte del territorio pianeggiante esterna alle aree indicate è costituita da territorio a vocazione e destinazione agricola con valenza di tutela paesaggistica o di fasce di rispetto idraulico dell'Arno, nella Variante al Piano Strutturale tali aree fanno parte del quadro delle Invarianti Strutturali (v. Art.8, Art.9 NdA).

- L'Arno e le aree golenali (1)
- La pianura delle Colmate (3)
- Le aree residue del Paleoalveo (4)
- La pianura della Bonifica idraulica (5)

sono state pertanto escluse dalla programmazione di nuove indagini in situ ma inserite nella carta delle MOPS e di pericolosità sismica, sulla base di dati esistenti e di possibili correlazioni con la restante pianura studiata.

In considerazione dell'omogeneità del modello geologico e della presenza di alcuni dati al di fuori delle aree indagate, si è ritenuto, di concerto con gli uffici competenti, estendere la carta delle MOPS. all'intera area pianeggiante del territorio comunale

La parte collinare del comune del sistema delle Cerbaie è stata esclusa dallo studio di MS in quanto è presente un'area SIR di interesse regionale, non sono presenti frazioni abitate e neppure insediamenti sparsi e previsioni insediative o infrastrutturali; come sopra, lo strumento urbanistico individua come Invariante Strutturale con specifica normativa di tutela (v. Art.8, Art.9 NdA).

- Le colline delle Cerbaie (2)

Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area

Come prima fase è stato effettuata una approfondita ricerca dei dati geologici, geotecnici e geofisici che ha comportato un aggiornamento del quadro dei dati di base (Allegato), tramite le seguenti attività:

- ricerca presso l'Ufficio tecnico del comune di tutti i dati puntuali relativi ad indagini in situ allegiate alle pratiche edilizie sia di interventi diretti che di piani attuativi;
- ricerca presso la Provincia di Pisa per i dati relativi ai pozzi superficiali e profondi e dei dati relativi alla realizzazione della strada provinciale variante SRT439;
- ricerca nei data base di ISPRA

Rilevamenti geologici di controllo sul terreno

Gli elaborati cartografici di base del Piano Strutturale vigente sono stati aggiornati ed integrati secondo le seguenti fasi di lavoro:

- revisione della carta geologica di base in funzione dei recenti studi geologici derivanti dal Progetto C.A.R.G. Cartografia Geologica Regione Toscana 1:10000, Sezione 273080 Bientina, Sezione 273120 Pontedera, Sezione 273110 Cascina,
- verifica ed integrazione degli elementi geomorfologici attraverso controlli sul terreno con esame e perimetrazione delle situazioni di dissesto occorse durante i recenti eventi alluvionali (2009) e valutazione del grado evoluzione; ciò ha comportato anche l'iter di modifica del quadro conoscitivo del P.A.I. ai sensi degli artt. 27 e 32 delle norme di attuazione del P.A.I. stesso che si è concluso con parere positivo del Comitato Tecnico;

Nuove Indagini. Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche

Da incontri propedeutici con la struttura del servizio sismico regionale e con l'ufficio del Genio Civile di Pisa

La campagna di indagini geofisiche eseguita su incarico dell'Amministrazione comunale di Calcinai (PI) dalla ditta esecutrice Gaia Servizi snc

Le indagini sismiche hanno riguardato i centri urbani maggiormente significativi che il comune, di concerto con la struttura regionale competente, ha individuato secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL, perimetrare secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.

In particolare le indagini in situ sono consistite in:

- n. 5 prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e SH;
- n. 9 indagini MASW per il profilo Vs30;
- n. 15 indagini di sismica passiva HVSR microtremori a stazione singola

Le planimetrie con la corretta ubicazione, le foto e i grafici dei risultati, redatti sulla base degli standard previsti, sono riportati in allegato alla presente relazione; le indagini sismiche effettuate, sono riportate, in aggiunta ai dati di base, nella "Carta litotecnica e dei dati di base" (Tav. del QG del PS Carta delle Indagini).

Lo Studio di Microzonazione sismica di livello 1, è costituito dai seguenti elaborati:

Relazione tecnica

Allegato: dati campagna geofisica
 Allegato: Dati di base
 Carta geomorfologica (scala 1.10.000) (Tav. QG.3)
 Carta delle indagini (scala 1.10.000)
 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (scala 1.10.000)
 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica M.O.P.S. (scala 1.10.000)

La restituzione cartografica delle indagini svolte, è stata effettuata adottando la scala 1:10000, considerando la facile lettura derivante da un assetto omogeneo pianeggiante delle aree, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale 1:10000:

Sezione n. 273080
 Sezione n. 273110
 Sezione n. 273110

4 – CARTA GEOMORFOLOGICA (Tav. QG.3)

Per una maggiore trattazione sulla metodologia e le azioni che hanno portato alla stesura nonché per una maggiore e dettagliata descrizione del quadro geologico ed evolutivo recente del territorio utilizzata, si rimanda alla Relazione illustrativa delle Indagini Geologiche della Variante generale al PS (QG.1). Di seguito si riportano i soli elementi descritti, distinti per le due diverse aree morfologiche.

Per la definizione della legenda, si è fatto riferimento agli indirizzi e istruzioni tecniche del Programma V.E.L. (Valutazione Effetti Locali, Servizio sismico Regione Toscana).

Area collinare

Nell'area collinare di "Le Cerbaie", affiorano sedimenti del Pliocene marino e fluvio lacustri del Pleistocene (Quaternario).

Ad iniziare dal basso affiorano le seguenti unità:

DEPOSITI PLEISTOCENICI

Unità di Montecalvoli (UM) (età: Pleistocene inferiore?)

suddivisa nelle seguenti formazioni, dall'alto verso il basso

Uma - Silt e argille di colore grigio-nocciola massive. All'interno si ritrovano foraminiferi bentonici, ostracodi marini, gasteropodi e bivalvi marini. Alla base è presente un livello di accumulo di macrofossili. Deposito di shoreface

Umb - sabbie di colore giallo a stratificazione incrociata concava e planare, con alternanza di sabbie e silt a stratificazione wavy bedding; silt e argille di colore grigio-nocciola massive. Ambiente deposizionale di piana deltizia. Nelle granulometrie più fini sono stati ritrovati foraminiferi bentonici e ostracodi salmastri. Localmente sono stati ritrovati gasteropodi e ostracodi dulcicoli.

Umc – Ghiaie e in subordinate sabbie di colore grigio, con stratificazione incrociata concava e planare, ciottoli a prevalente composizione calcarea e subordinatamente, ciottoli metamorfici, diaspri e ciottoli di Macigno. Ambiente deposizionale fluviale tipo braided.

Sabbie e Ghiaie delle Cerbaie (BCE) (età: Pleistocene medio (Conglomerati e sabbie di Santa Maria a Monte, Aucct.))

Conglomerato matrice sostenuto con matrice sabbiosa di colore rosso costituito da ciottoli eterometrici di dimensioni inferiori ai 15cm di quarziti bianche, rosa, violette e verdi, calcari cristallini, diaspri e altri litotipi di provenienza dal Monte Pisano.

DEPOSITI QUATERNARI**Deposito di versante** Detrito eluvio – colluviale (attuale)

Con la sigla (Dt), risultano cartografati depositi di origine gravitativa, accumulati per il disfacimento erosivo dei rilievi sabbiosi e conglomeratici. Si tratta di limitatissimi affioramenti di sabbie e ciottoli, localizzati ad occidente della collina di Montecchio, ai piedi di Monte Belvedere ed in alcuni piccoli impluvi circostanti al Bosco di Montecchio che si distinguono per la diversa acclività di raccordo tra la collina e la pianura dai sedimenti che costituiscono i versanti.

Riporto (IV)

Sono stati cartografati solo i riporti relativi allo scavo del Canale Scolmatore Allacciante dell'Usciana, poiché a differenza degli altri terreni di riporto che si ritrovano nell'area di pianura, questi materiali sabbiosi ricoprono i depositi alluvionali argillosi sottostanti e quelli, eluvio – colluviali, delle vallecicole marginali.

Area di pianura:

La pianura di Calcinaia, è formata da sedimenti del Pliocene superiore e quaternari.

Sondaggi profondi eseguiti nella pianura, hanno messo in evidenza il substrato profondo sul quale è avvenuto il riempimento sedimentario (Fancelli et al. 1986) si tratta cioè del “tetto” delle successioni litologiche pre – mioceniche che per l'area specifica si trova ad una profondità di oltre 500 metri dal p.c. (calcarei analoghi a quelli affioranti sui Monti Pisani).

La pianura di Calcinaia, stretta tra Monti Pisani e le Cerbaie, è stata occupata completamente dai fiumi che con i loro depositi non hanno lasciato spazio a zone depresse.

Depositi alluvionali recenti ed attuali (Olocene) “b” - sono gli unici depositi presenti, costituiti prevalentemente da limi, sabbie di esondazione fluviale o di barra di meandro dei fiumi attuali ed antichi che hanno solcato questo tratto della pianura. Nella carta sono i depositi stati distinti in base al litotipo prevalente.

Forme e strutture antropiche

Terreni di riporto relativi a:

- taglio meandro Arno 1559-1579 (I);
- realizzazione Canale Scolmatore Arno 1953-1967 (II);
- realizzazione Canale Emissario Bientina (1853-1859) (III)
- realizzazione Canale Allacciante Scolmatore dell'Usciana (1985-1990) (IV)
- riporti recenti relativi all'espansione della zona industriale (V)

Sono inoltre indicate le forme depresse corrispondenti alle Cave d'alveo (Cava a fossa abbandonata, area storica di cava) unitamente alla posizione dell'antico meandro del'Arno.

Di seguito si descrivono le diverse forme nell'ordine elencato ed in dipendenza dell'agente morfodinamico che le ha generate, entrando nel dettaglio sulle loro caratteristiche.

Nella legenda della Carta, le forme sono suddivise in 3 gruppi che comprendono forme connesse all'azione di:

- 1 – acque correnti superficiali
- 2 – gravità
- 3 – attività antropica

1. Forme o processi morfodinamici dovuti alle acque superficiali

Ruscigliamento diffuso - E' il maggiore responsabile degli accumuli pedecollinari di deposito eluvio – colluviale; si sviluppa ed è più efficace dove, il terreno con giacitura acclive, è privo di copertura vegetale arborea. Diviene particolarmente attivo quando il suolo è saturo in conseguenza del perdurare delle precipitazioni atmosferiche, quando è più difficoltosa l'ulteriore infiltrazione; l'acqua allora provoca un'erosione superficiale dovuta all'impatto delle gocce di pioggia sul suolo.

Questo fenomeno si riscontra in particolare sul versante occidentale di Montecchio, sul versante del colle di Belvedere e sulle pendici della collinetta “Il Monte” .

Erosione concentrata - E' presente nella sola area collinare e solo dove, per motivi antropici (apertura di strade nel bosco o denudamento in seguito ad attività edilizia), si espone la superficie del suolo sabbioso – limoso, all'azione diretta della pioggia e del ruscellamento .

Si manifesta con solchi profondi anche 40 – 50 cm diretti lungo la massima pendenza, ben evidenti lungo le strade di recente realizzazione interne all'area boschiva collinare (Bosco del Bufalo e Poggio Niki), realizzate per accesso dei tecnici dell'acquedotto.

Anche lungo i fronti di arretramento del versante, relativi alle sistemazioni delle aree in frana, recentemente bonificate e non protetti, si notano incisioni parallele ed allungate in direzione della massima pendenza che provocano notevoli difficoltà nell'attecchimento della vegetazione pioniera. In certi casi, ad esempio quando si manifestano su brevi scarpate, possono degenerare in forma di modesti movimenti di crollo (smottamenti).

Erosione di sponda e/o scalzamento al piede di sponda – Per erosione di sponda si intende il prelievo e l'assunzione in carico del materiale detritico dalle sponde o dal fondo di un corso d'acqua. Generalmente fenomeni di questo tipo si osservano in corrispondenza del lato concavo delle sponde fluviali o torrentizie, quando non sono protette.

Fenomeni di erosione di sponda sono stati rilevati lungo il Canale Allacciante Scolmatore dell'Usciana, in prossimità del ponte, lungo la Provinciale n°8 che lo attraversa “La Paduletta”. In questa corrispondenza, le acque di piena del canale, tendono ad erodere la sponda ed il fenomeno provoca un conseguente scalzamento al “piede” che comporta un movimento dei sedimenti sabbiosi incoerenti, verso l'alveo. Per provvedere alla messa in sicurezza del manufatto, in corrispondenza della spalla destra è stato necessario intervenire con opere di consolidamento (pali) affinché il perdurare del fenomeno erosivo non provocasse il progressivo cedimento del ponte. Anche in sponda destra dell'Arno, in fregio a Poggio S. Michele, si osserva una “nicchia” di circa una ventina di metri di larghezza, rimarcata dall'assenza della vegetazione arborea golenale o dal piegamento dei fusti, dovuta allo scalzamento al piede operato dalla corrente del fiume.

Alveo di torrente in erosione – Poiché la quasi totalità dei corsi d'acqua attraversano aree di pianura, data la modestissima pendenza che questi presentano, è praticamente impossibile che si possano verificare fenomeni erosivi d'alveo.

Nell'area collinare, gli interventi per la realizzazione del Canale Allacciante Scolmatore dell'Usciana, hanno radicalmente modificato il reticolo idrografico minore; alcuni impluvi sono scomparsi a seguito del riempimento delle vallecole secondarie con il materiale di scavo del canale ed anche le pendenze sono variate. Il Rio Nero, nel suo tratto terminale, è stato canalizzato e notevolmente accorciato ed oggi interessa il territorio comunale per circa 200 metri, scaricando le sue acque nel Canale Allacciante. Il suo vecchio tratto terminale di attraversamento tra Poggio San Michele e M. Belvedere, è adesso per metà occupato dai riporti di scavo, mentre per la metà opposta, è ridotto ad un modestissimo impluvio quasi sempre asciutto che defluisce in Arno. E' su questo corso d'acqua e su altri impluvi ancora più brevi suoi affluenti si segnalano limitati effetti erosivi d'alveo.

Orlo di scarpata in erosione – Si tratta di tutti quei margini localizzati lungo i versanti dove si verificano bruschi inasprimenti della acclività; su di essi le acque di ruscellamento provocano erosione accentuata (ad esempio valle di confine tra Calcinai e S. Maria a Monte).

Orlo di terrazzo – Si tratta del limite del terrazzo rissiano che delimita le spianate sommitali delle Cerbaie alla quota di circa 50 m s.l.m.. Questo lineamento indica la fase di chiusura sedimentaria della formazione di Casa Poggio ai Lecci (tardo Pleistocene medio).

Alvei sepolti e/o probabile margine di alveo sepolto - Nella Carta sono individuati i paleoalvei sepolti rintracciati con la fotointerpretazione e sulla base della documentazione storica esistente. Si tratta di tracciati modificati dall'opera dell'uomo in tempi storici con l'intento di bonificare le aree soggette a frequenti esondazioni.

La presenza di paleoalvei è confermata, per la zona di Fornacette e per quella ad est del capoluogo comunale, dall'analisi dei dati penetrometrici che individuano il deposito sabbioso d'alveo, a profondità variabili tra 5 – 3 metri.

Per l'area di Fornacette, parallelamente all'ansa che compie l'Arno davanti a S. Giovanni alla Vena, i dati penetrometrici, mettono in evidenza un deposito sabbioso "sepolto" mediamente tra 4 - 6 metri da p.c., il cui limite esterno, mantenendosi circa parallelo all'attuale andamento dell'Arno, passa dalla località "I Ponti", quindi seguendo via dell'Argine, si approssima al cimitero raggiungendo, in direzione nord, il Canale Emissario. Non è noto se questo deposito si estende oltre l'Emissario in direzione di Case Bianche – Case S. Lorenzo poiché per quell'area non disponiamo di alcun dato di sottosuolo e le foto aeree non forniscono indizi utili.

Il limite riportato sulla Carta, non è assolutamente definibile dall'analisi delle foto aeree, ma tiene conto dei dati di sottosuolo e della Carta geometrica del Granducato della Toscana, realizzata nel 1830 da G. Inghirami che pone un limite dell'Arno compatibile con i dati di sottosuolo.

2. Forme o processi morfodinamici dovuti alla gravità

La configurazione topografica del territorio è prevalentemente di pianura con blande pendenze in direzione sud - sud ovest; solo nell'area collinare di "Le Cerbaie" con i suoi pur modesti rilievi di quota inferiore ai 60 metri s.l.m., si possono presentare le condizioni necessarie al coinvolgimento dell'agente morfodinamico in questione.

Detrito di versante, falda detritica - Si tratta di modesti corpi detritici – colluviali, accumulati ai piedi dei rilievi collinari in corrispondenza di impluvi. Il più esteso è localizzato in corrispondenza del versante occidentale del poggio di Montecchio.

Area acclive (> 35%) suscettibile di dissesto gravitativo - Sul versante sud orientale di Monte Belvedere – Poggio San Michele, adiacente alla S.P. "Francesca", dove la pendenza si inasprisce si verificano con frequenza fenomeni franosi di dissesto che devono indurre, data la presenza di fabbricati ad uso abitativo e della sottostante strada provinciale, ad una particolare azione di prevenzione. La forte acclività e le particolari condizioni stratigrafico – giaciture costituiscono per il tratto di versante tra Ponte alla Navetta ed il limite comunale con il territorio di S. Maria a Monte, le condizioni predisponenti ai fenomeni di dissesto. Una situazione analoga, ma meno gravosa si riscontra anche lungo la provinciale della Val di Nievole (S.P. n°8), dove la minore acclività ed un fronte di altezza più contenuta, limitano il manifestarsi della problematica.

Corona di frana e frana quiescente – Gli accumuli di frana generalmente vengono rimossi con gli interventi di bonifica che rimodellano il profilo del versante; solo in prossimità della Provinciale n°8 un antico accumulo di frana è ancora individuabile proprio alla base di un antico fenomeno franoso al momento non attivo. Si tratta di un crollo innescato da un fenomeno di sifonamento a livello della formazione sabbiosa. Altro corpo di frana quiescente si identifica nel versante est di Monticchio e, un fenomeno minore lungo la Sarzanese all'altezza di Poggio Niki, legato ai recenti eventi alluvionali 2009.

3. Forme derivanti dall'attività antropica

Nel corso degli anni si sono avvicinati diverse usi del territorio per renderlo più adeguato alle necessità umane e per salvaguardarlo dall'impaludamento. Un po' ovunque sono riconoscibili modifiche della morfologia naturale dovuti ad interventi dell'Uomo.

Nella Carta Geomorfologica, sono state segnalate le "forme" principali, significative alla scala del rilievo, che in qualche modo possono interferire con altri fattori (acque superficiali e sotterranee, gravità etc.).

Tra le attività antropiche che più hanno modificato la morfologia del paesaggio si segnalano le cave di sabbia ed argilla da fornace oggi dismesse, localizzate in corrispondenza dell'antico corso dell'Arno o in prossimità delle aree golenali.

Anche gli scavi per la realizzazione dei diversi tratti canalizzati hanno lasciato tracce indelebili sul territorio, basti pensare agli accumuli di escavazione disposti lungo le aste fluviali principali a cui si riferiscono. Nella Tavole, in molti casi, questi terreni di riporto sono cartografati distintamente e con il loro spessore che presentano in prossimità delle loro estremità.

Orlo di scarpata – Scarpate artificiali delimitano un po' ovunque le pendici dei rilievi collinari; tra Montecchio e Ponte alla Navetta, cigli di scarpate delimitano aree piane servite per ricavare ripiani edificabili e/o terrazzi per uso agricolo. In molti casi sono i terreni di riporto che presentano bordi rialzati rispetto al territorio circostante (vallecole laterali in località "la Paduletta" e in località "Assaletta").

Area di frana bonificata – Negli ultimi anni, molte delle aree soggette ad eventi franosi sono state bonificate per lo più mediante rimodellazione del versante con realizzazione di "gradoni" che arretrano la scarpata, conferendogli una minore acclività. Si tratta di interventi che comunque non agiscono direttamente sulla causa scatenante principale che è l'acqua di infiltrazione, ma su una delle cause predisponenti: l'acclività.

In un caso recente che ha coinvolto la scarpata di valle della S.P. n°8, sono state messe in opera gabbionate, ma in tutti questi interventi si sono comunque trascurate opere di salvaguardia quali: canali di raccolta ed allontanamento delle acque piovane e di intercettazione delle stesse a monte dell'area dissestata. Opere generalmente atte a garantire la stabilità a "lungo termine". E' evidente che così procedendo, senza agire preventivamente sulla causa principale (infiltrazione di acqua piovana) non si può escludere la ripresa di ulteriori eventi franosi.

Cartografare queste aree oggetto di bonifica ha quindi il senso di mantenere per prima cosa mantenere una "memoria storica" sugli eventi passati in relazione all'area sensibile a tali eventi e segnalare una situazione di latente pericolosità.

Rilevato stradale – Si sono cartografati i tratti stradali sopraelevati rispetto alle aree circostanti che possono condizionare il drenaggio dei territori da essi sottesi delimitati. Possono rappresentare altresì, in caso di allagamenti, delimitazioni all'ingresso da parte delle acque di allagamento come nel caso della località "Il Casone" che durante l'evento del 1966 fu protetta dalla vicina strada di accesso all'argine dell'Arno in rilevato; in quell'occasione funzionò da diga limitando l'invasione delle acque.

Argine – Sono stati cartografati tutti gli argini in terra realmente presenti. In taluni casi (tratto terminale del Rio Nero) la base topografica adottata, non riporta l'esistenza dell'argine; in altri casi ancora (Arno a Fornacette), l'argine in sinistra idrografica è cartografato come "muro".

Cave a "fossa" abbandonate – Si tratta di vecchie cave utilizzate per l'approvvigionamento di argilla e/o di sabbia, localizzate nell'area occidentale del territorio. In corrispondenza di queste il mutamento morfologico causato dall'uomo è molto evidente.

Le "Cave Leoncini", sono state attive nella prima metà del '900 e si trovano a nord di Fornacette, tra la Strada provinciale della "Botte" e l'Arno.

Costituiscono delle depressioni, profonde fino a 3-4 metri che solo in parte sono state riempite da materiali di riporto; rappresentano condizioni di rischio molto alto per la risorsa idrica sotterranea.

Nella zona del Marrucco, al confine con il Comune di Vicopisano sono invece localizzate le cave di sabbia. Distribuite lungo il paleoalveo dell'Arno, si espandevano soprattutto nel territorio confinante. Nel territorio di Calcinai è presente una sola di queste ex cave (a metà con il territorio di Vicopisano), oggi sede di un lago integrato ad un centro attrezzato per attività ricreative. Poiché

l'acqua della falda è esposta, costituiscono luoghi in cui il rischio per la risorsa è ancora più elevato.

Area storica di cava - Dall'analisi morfologica del territorio adiacente a Montecchio, sulla base della distribuzione litostratigrafica dei corpi ghiaiosi che in zona presentano i massimi spessori e della documentazione storica esaminata, si ritiene di aver identificato l'antica area di escavazione per le ghiaie di Poggio Belvedere – Poggio San Michele, utilizzata dall'Ufficio Fiumi e Fossi.

Cavità artificiali – Si tratta di due modesti pertugi scavati a livello della formazione sabbioso conglomeratica pleistocenica localizzati in fregio alle cateratte dell'Usciana.

Aree depresse – Sono aree marginali alle principali zone di escavazione o cinte da rilevati stradali o da argini, in cui il drenaggio delle acque risulta, quasi sempre, piuttosto difficoltoso

Corpi d'acqua (ex area di cava) - Si tratta dell'ex cava di sabbia precedentemente descritta.

5 – CARTA DELLE INDAGINI

La "Carta delle Indagini" riporta l'ubicazione e l'indicazione della somma dei dati esistenti sul territorio comunale di Calcinai derivante dalla somma dei

- dati di base allegati al PS vigente
- dati di base raccolti in questa fase di Variante generale al PS
- dati derivanti dalla campagna di indagine geofisica condotta per lo studio di MS

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di oltre 383 dati puntuali così suddivisi e rappresentati, in forma simbolica e per tipologia, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica (ICMS) a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e catalogati e archiviati mediante software Arc-Gis.

Quant.	Sigla	Descrizione
276	CPT	Prove penetrometriche statiche con punta meccanica
5	CPTU	Prove penetrometriche statiche con punta conica
10	DL	Prova penetrometrica dinamica leggera
23	DP	Prova penetrometrica dinamica pesante
2	DH	Down Hole
16	MASW	Prospezione sismica MASW
18	HVSR	Microtremore a stazione singola
13	SR	Profilo sismico a rifrazione onde p e s
9	PA	Pozzo per acqua
8	S	Sondaggio a carotaggio continuo
10	SC	Sondaggio con prelievo di campioni
3	T	Trincea o pozzetto esplorativo
383	Totale punti indagati	

Dopo un'accurata cernita, sono state escluse, ai fini dell'analisi:

- prove penetrometriche dinamiche leggere (quando non erano le sole indagini esistenti per caratterizzare almeno qualitativamente la zona)
- stratigrafie di pozzi o sondaggi di dubbia attendibilità

Oltre al reperimento dei dati di base, (prevalentemente prove penetrometriche statiche) è stato necessario operare correlazioni tra le diverse prove presenti in zone di territorio adiacenti al fine di individuare caratteristiche comuni degne di essere messe in evidenza.

L'ubicazione di tutti i punti di controllo considerati, è riportata nella Tav. QG.4 "Carta litotecnica e dei dati di base" in cui il dato è identificato con numero progressivo cui corrisponde l'estratto del documento disponibile nell'Allegato: "Dati di base" (formato cartaceo o .pdf), ciò per una rapida consultazione mediante strumenti ordinari.

Si sottolinea, infine, che il numero dei dati di base attraverso i quali si può caratterizzare il substrato di un territorio è una componente dinamica; la validità e l'attendibilità dei risultati raggiunti, è legata al numero dei punti di controllo disponibili; è necessario, quindi, un continuo aggiornamento, via, via che saranno acquisiti nuovi dati.

6 – CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

Nella Carta sono riportati i risultati della campagna di misure di microtremore a stazione singola HVSR, comunemente nota con il termine H/V condotte secondo gli standard e i criteri stabiliti dagli ICMS e indicati nel Volume di Ingegneria sismica 2/11 per la misura delle frequenze fondamentali dei depositi che costituiscono la copertura della pianura alluvionale.

Per una dettagliata trattazione e valutazione della procedura di acquisizione ed elaborazione e quindi della qualità del dato, si rimanda all'Allegato "Dati Campagna Geofisica".

I dati di esplorazione sono costituiti da

- n. 15 misure passive eseguite ad hoc per lo studio di MS

- n.3 misure passive ricavate dall'archivio comunale, elaborate secondo i criteri SESAME, acquisite mediante Tromino

La rappresentazione grafica scelta, data la quantità non eccessiva di dati acquisiti, è quella semplificata dei cerchi con colore variabile secondo la frequenza del picco e con raggio variabile in funzione dell'ampiezza H_0 . I risultati ottenuti sono riassunti nella sottostante tabella.

N.	Ubicazione	Frequenza di picco f_0 (Hz)	Picco HVSR
TROMO_1	Case Sardina	1.2	1.8
TROMO_2	Case Sardina	1.4	2.3
TROMO_3	Case Sardina-	1.9	3.1
TROMO_4	Area Collinare (Pliocene)	2.4	2.9
TROMO_5	Case Sardina	2.3	2.4
TROMO_6	Calcinai	2.6	2.4
TROMO_7	Calcinai	1.7	2.9
TROMO_8	Calcinai	1.9	2.4
TROMO_9	Oltrarno	1.5	2.8
TROMO_10	Oltrarno	1.3	2.7
TROMO_11	La Botte	1.5	3.0
TROMO_12	Fornacette	1.3	2.5
TROMO_13	Fornacette	1.3	2.1
TROMO_14	Fornacette	1.7	1.8
TROMO_15	La Botte	1.4	2.2

Tab.1 – Risultanze misure di microtremore a stazione singola

Lo scopo dell'indagine esplorativa è l'individuazione di aree caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico.

Come emerge dai risultati, il territorio esplorato presenta una sostanziale uniformità dei dati con frequenze comprese tra 1.2 e 2.6 Hz e bassi contrasti di impedenza $1.8 < H/V < 3.1$, di cui solo 2

.....

misure H/V =3

I tre valori ricavati dalle indagini pregresse di supporto a pratiche edilizie eseguite in Loc. Fornacette dalla Ditta P3 snc:

- n.2 H/V con Tromino Loc.Fornacette (Ss Tosco-Romagnola ex cantiere Idealbimbo) scheda n.347 e 348 dati di base

N. All. dati di base	Ubicazione	Frequenza di picco f_0 (Hz)	Picco HVSR
347	Fornacette ex cantiere Idealbimbo	0.56	3.2
		1.2	3.1
348	Fornacette ex cantiere Idealbimbo	0.52	2.9
		1.2	3.1

- n.1 snc H/V con Tromino Loc. Fornacette (edificio Pubblica Assistenza), scheda n.322 dati di base

N. All. dati di base	Ubicazione	Frequenza di picco f_0 (Hz)	Picco HVSR
322	Fornacette Pubblica Assistenza	0.6	4.8

si discostano da quelle eseguite ad hoc per i seguenti aspetti:

- evidenziano un picco di frequenza a 0.5-0.6 Hz con indicazione di un substrato rigido a profondità rilevanti di alcune centinaia di metri.
- Per il picco evidenziato su tutto il territorio, intorno a 1.2 Hz, si notano valori H/V leggermente maggiori di quelli registrati nella campagna geofisica, in particolare nella prova 322 i valori H/V sono notevolmente maggiori anche per il picco di frequenza 0.6Hz, rispetto alle indagini eseguite nelle aree limitrofe dallo stesso operatore.
- Le indagini risultano eseguite ed elaborate secondo gli standard SESAME con tipo di lisciamento "Triangular window", ma probabilmente vi è una certa influenza del Tromino a 4Hz con equalizzatore del segnale che tende ad amplificare le basse frequenze.
- La durata delle registrazioni è di 14 minuti.

Nel complesso non possono considerarsi di classe A

Comunque, per quanto riguarda il picco dalle basse frequenze, pur presentando valori di H/V maggiori di 3 (3.1-4.8) non si ritiene di dovere attribuire una pericolosità elevata all'area in quanto si tratta di frequenze non di interesse ingegneristico anche in funzione delle destinazioni d'uso delle aree e delle tipologie edilizie che caratterizzano il territorio comunale.

Comunque del DPGR n.53/R/2011 la classe di pericolosità elevata S3 viene indicata per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra la copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, mentre in questo caso si tratta di alcune centinaia di metri.

Per quanto riguarda il picco a frequenze maggiori, si ritiene che il valore H/V sia sempre contenuto al di sotto di 3 (solo una misura risulta 3.1) quindi da considerarsi a bassi contrasti di impedenza

La frequenza di risonanza del sedimento dipende dallo spessore H del sedimento e dalla velocità "media" delle onde S del sedimento secondo la semplice relazione

$$v_1 = V_s / 4H$$

conoscendo lo spessore H del sedimento è possibile avere informazioni sulla velocità media delle Vs, viceversa, conoscendo la Vs è possibile definire lo spessore H.

Questa correlazione ha consentito, tramite l'utilizzo delle Vs ricavate dalle indagini MASW e dalle prospezioni a rifrazione con onde P e SH eseguite in prossimità della misura passiva di rumore, ha permesso di valutare la profondità del livello che genera risonanza e di confrontarlo con i dati geognostici raccolti (sondaggi, CPTU).

I dati incrociati frequenza di picco/Vs indicano, per i picchi rilevati, discontinuità sismo-stratigrafiche a profondità dell'ordine dei 25-40m, che collimano con il modello stratigrafico che emerge dai dati geognostici e dalla letteratura che indicano a tali profondità l'acquifero ghiaioso da cui attingono i pozzi profondi.

Per quanto riguarda il picco alle basse frequenze invece, se ipotizziamo in profondità il bedrock calcareo che affiora in corrispondenza dei rilievi dei monti pisani nell'area di San Giovanni alla Vena, che sono caratterizzati da Vs indicative di 800-1000 m/s; dalla relazione sopra esposta si ottiene una profondità di 300-400 m.

7 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS

L'adempimento alle direttive per le indagini geologiche del DPGR n.53/R/2011 per gli aspetti sismici ha comportato la redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) che rappresenta una valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico, attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate nel quadro conoscitivo e dagli approfondimenti condotti mediante apposita campagna geofisica.

Nella “**Carta della pericolosità sismica locale e delle M.O.P.S.**” (Tav. QG.10) della Variante generale al PS Sono state evidenziate specifiche aree a pericolosità sismica locale:

Aree pericolosità sismica locale elevata (S.3)

Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica;

Il R.U. nel definire la fattibilità degli interventi dovrà valutare i singoli fenomeni indotti secondo quanto definito al punto 3.5 delle direttive di cui all'Allegato A del D.P.G.R. n° 53/R del 25.10.2011

Aree pericolosità sismica locale media (S.2)

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità S.3.

Non è necessario indicare condizioni per la definizione della fattibilità degli interventi da attuare a livello di R.U.

8 – PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1

La procedura con cui si è cercato di valutare in via semiquantitativa la qualità della carta di sintesi MOPS ottenuta è quella indicata dagli ICMS (200), 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 250m, sulle aree da indagare (UTOE+ Case Bianche + cimiteri e viabilità di collegamento tra le UTOE)

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

In allegato di seguito nel testo si riporta la scheda di valutazione. Il punteggio risente ovviamente del fatto penalizzante di non avere nell'area un bedrock sismico rigido su cui si attestino i sondaggi più profondi e le indagini sismiche e seguite ad hoc, altrimenti risulterebbe di Classe A.

La carta risulta di **Classe B con un punteggio di 61**, ma per il motivo sopra menzionato, non migliorerebbe la qualità anche incrementando i punti di indagini o agendo su alcuno dei parametri.

Geol. Roberta Giorgi

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a Parametro 4 **Comune di Calcinaia (PI) non inserito nel Programma VEL, cartografia allegata strumento urbanistico, scala 1:10000 e recente, n.7 sondaggi a distruzione, n.13 sondaggi a c.c., n.31 ind. geofisiche, n.15 misure di frequenze**

Inserire il valore solo nelle celle colorate in viola

106 celle

b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,66	1	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0,66	0,33	0	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	0	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	0	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	1	0	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	1	
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	26.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,50)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (Albarelli et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Enlivi, F. Guerrini, E. Lunedi, E. Paoletti, D. Pileggi, L.M. Puzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll Geofis Teor Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0,88	21,9
c	0,16	4,1
d	0,44	11,0
e	0,22	5,5
f	0,17	4,1
g	0,58	14,4
Tot	61,0	61,0

Classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana



Risultato condizionato dall'assenza di bedrock per assetto geologico locale