



COMUNE DI CHIANCIANO TERME

(Provincia di Siena)



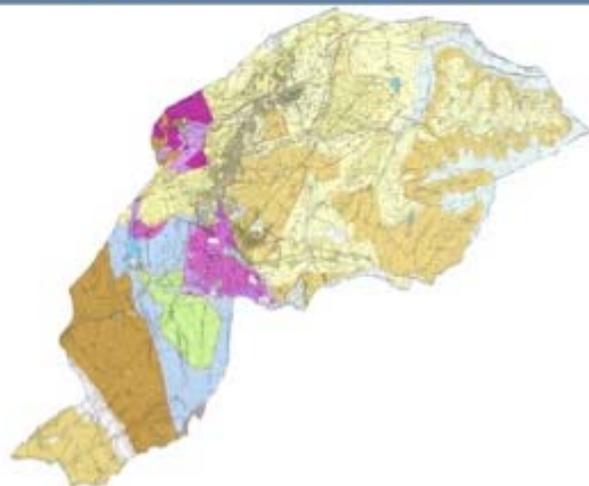
PIANO STRUTTURALE

(ai sensi L.R. 1/05)
Maggio 2013

GEOLOGIA RELAZIONE

Dr. Geol. Marcello Palazzi
Collaboratori
Dr. Geol. E. Giomarelli Dr. A. Ciali

Sindaco
Gabriella Ferranti
Assessore all'Urbanistica
Marco Rossi
Responsabile Servizio Urbanistica
Edilizia privata, Mobilità
Responsabile del procedimento
Arch. Anna Maria Ottaviani
Ufficio Garante della Comunicazione
Giovanna Poggiani
Patrizia Mari



INDICE

1- INTRODUZIONE	4
2-INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	15
3-ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI.....	20
3-1 GEOLOGIA (Carta geologica Tav. G.1.1-G.1.2a-G.1.2b-G.1.2c)	20
3-1-1-Successione Toscana.....	21
3-1-2 Successione Ligure esterna.....	22
3-1-3- Neoautoctono toscano	22
3-1-4- Depositi continentali quaternari	24
3-2 TETTONICA.....	26
3-2.1. Assetto strutturale	26
3-2.2. – Tettonica compressiva	29
4-ELEMENTI LITOLOGICO TECNICI E DATI DI BASE.....	32
4-1 ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI (Carta litotecnica Tav. G.2.1-G.2.2a-G.2.2b-G.2.2c).....	32
4-1-1 Litologia	32
4-2 SONDAGGI E DATI DI BASE.....	35
5-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI	39
5-1 DOCUMENTAZIONE STABILITA' DEI VERSANTI (Carta geomorfologica Tav. G3.1-G3.2a-G3.2b-G3.2c)..	40
5-2 CARTA GEOMORFOLOGICA	42
6-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI E DELLE AREE ALLAGABILI (Carta della pericolosità idraulica e delle aree allagabili Tav.G.8.1 Tav. G.8.2aTav. G.8.2b Tav. G.8.2c).....	45
6-1 GENERALITA'	45
6-2 PAI ARNO - ASPETTI IDRAULICI.....	45
6-2-1 Estremi di progetto per le UTOE- Aspetti idraulici.....	47
6-2-2 Oggetto	47
6-2-3 Analisi idrologica	48
6-2-4 Osservazioni :	50
6-2-5 Calcolo del coefficiente di afflussi "K".....	50
6-2-6 Calcolo delle portate di colmo QTr.....	50
6-2-7 Perimetrazione dei bacini tributari	51
6-2-8 Modellazione	51
6-2-9 Considerazioni finali	52
6-3 PAI OMBRONE ASPETTI IDRAULICI	53
6-4 PAI TEVERE ASPETTI IDRAULICI.....	54
7-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	54
7-1 IDROGEOLOGIA (Carta idrogeologica Tav. G.4.1)	54
7-1-1 caratteristiche idrogeologiche delle falde	55
7-1-2 Pozzi e sorgenti termali	57
7-1-3 Bacino termale.....	63
7-1-4 La falda termale.....	65
7-1-5 Classificazione delle sorgenti e loro interrelazioni.....	71
8-ELEMENTI CONOSCITIVI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO (Studio MS di livello 1 "MOPS" - Tav. G.9.2a-Tav.G.9.2b-Tav. G. 9.2c)	78
8.1 PREMESSA	78
8.2 SCOPO DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA	79
8.3 STORIA SISMICA DI CHIANCIANO TERME	80
8.4 ATTIVITA' SISMICA REGISTRATA ENTRO 50KM E 15 KM	81

8-5 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI.....	83
8-5-1 strumentazione usata per i rilievi.....	83
8-6 INDAGINI GEOTECNICHE E CAMPAGNA DI RILIEVI SISMICI	84
8-6-1 indagini geofisiche di archivio	84
8-6-2 campagna di indagini geofisiche eseguite	85
8-6-3 individuazione delle frequenze fondamentali dei depositi	87
8-6-4 conclusioni indagini sismiche.....	89
8-7 MICROZONAZIONE SISMICA.....	89
8-8 PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1.....	91
9-VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA'	92
9-1 AREA A PERICOLOSITA' GEOLOGICA (GEOMORFOLOGICA) (Carta delle aree a pericolosità geologica Tav. G. 7.1-Tav.G.7.2a Tav.G.7.2b-Tav.G.7.2c).....	93
9-2 AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA (Carta delle aree a pericolosità idraulica Tav. G.8.2)	95
9-3 CARTA DELLE PERICOLOSITA' DI ADEGUAMENTO AI PAI (Arno-Tevere-Ombro) (Tav.G.11.1)	100
9-3-1 Aree a pericolosità geologica (geomorfologica) di adeguamento ai PAI.....	101
9-3-2 Aree a pericolosità idraulica di adeguamento ai PAI	104
10-AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (Tav. G.5.1).....	106
10-1 PROBLEMI DI PROTEZIONE E IGIENE DELLA RISORSA IDRICA (Pozzi-Sorgenti-Laghi-Fiumi)	107
10-1-1 inquinamento	108
10-1-2 impoverimento.....	108
10-1-3 precipitazioni	109
10-1-4 protezione	110
10-2 CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE	112
10-2-1 potenziali ingestori e viacoli di inquinamento.....	112
10-2-2 perimetro delle aree in concessioni minerarie delle sorgenti termali.....	112
10-2-3 perimetro delle zone di protezione ambientale delle sorgenti termo-minerali.....	114
10-2-4 pozzi e sorgenti.....	115
10-2-5 Aree con problematiche idrogeologiche.....	115
11-DISCIPLINA DELLE AREE SENSIBILI (Tav.G.6.1)	117
12-AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Carta delle aree a pericolosità sismica locale (Tav.G.10.1a-Tav.G.10.1b-Tav.G.10.1c).....	119
12-1 PERICOLOSITÀ SISMICA.....	119
13-FATTIBILITA'	120
13-1 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, IDRAULICI E SISMICI.....	121
14- BIBLIOGRAFIA.....	122

ALLEGATI:

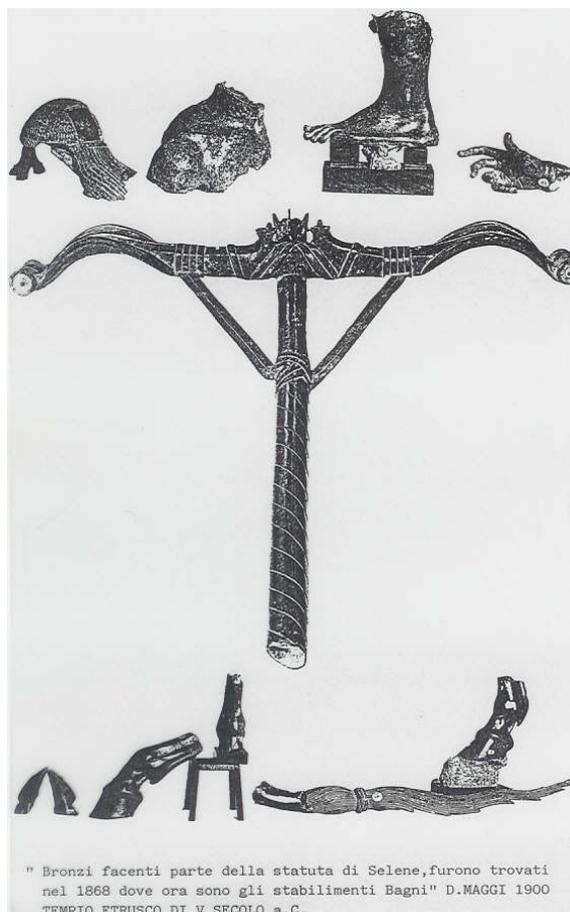
- ❑ **Allegati n° 5 volumi: Stratigrafie da 0 a 180, da 181 a 350, da 351 a 520, 521 a 650, Diagrammi prove penetrometriche da a 271**
- ❑ **Relazione Studio Idraulico Torrenti Ruoti e Mezzomiglio**
- ❑ **Relazione e relativi elaborati per la microzonazione sismica (MS) di 1° livello**

1- INTRODUZIONE

Lo studio geologico del territorio di Chianciano Terme non può prescindere dalle sue sorgenti termali.

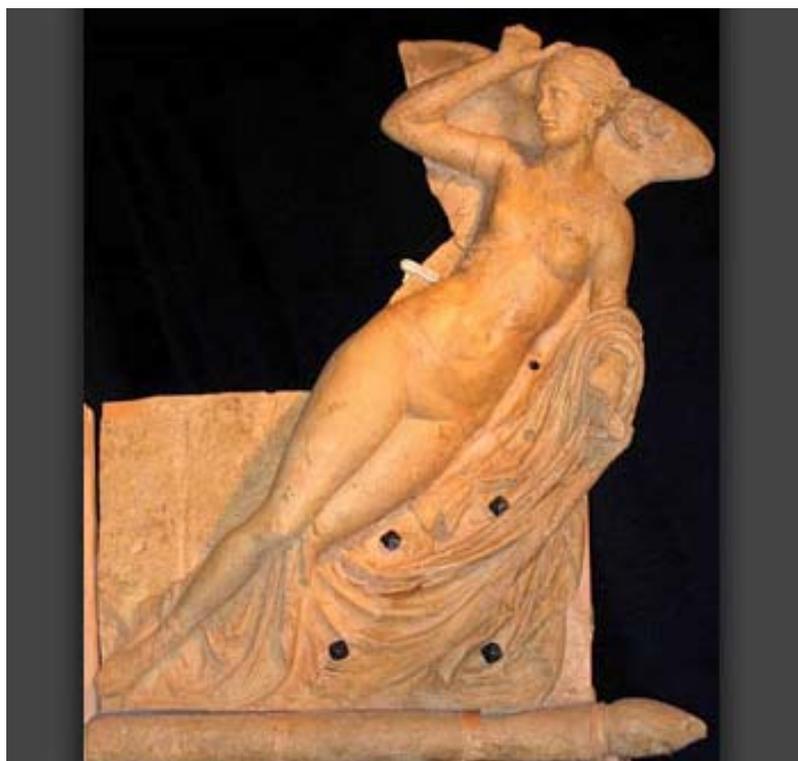
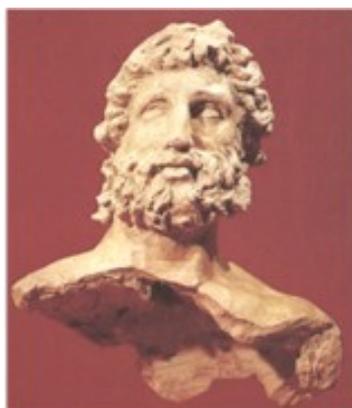
Il rinvenimento presso alcune sorgenti termali di Chianciano e S. Casciano Bagni di reperti etrusco-romani hanno rivelato un uso di queste acque fin dall'epoca etrusca.

A Chianciano, in prossimità della sorgente Sillene, furono rinvenuti, nel secolo scorso, i resti di statue in bronzo pertinenti ad una divinità su biga (forse Diana-Luna-Sillene, come farebbe pensare il disco lunare falciato da cui poi il nome Sillene) probabilmente riferibile ad un tempio di età etrusca del V sec. a. C.



" Bronzi facenti parte della statua di Selene, furono trovati nel 1868 dove ora sono gli stabilimenti Bagni" D.MAGGI 1900 TEMPIO ETRUSCO DI V SECOLO a.C.

Di recente, vicino alla Sorgente Fucoli, sono venuti alla luce statue ed elementi di un frontone pertinente ad un santuario riferibile all'età ellenistica e probabilmente collegato, come il precedente, ad una divinità salutare;



mentre in loc. Mezzomiglio negli anni 90' è stato rinvenuto un complesso termale costituito da *“La Vasca, Il Castellum ed i Balnea”*.

Queste località, quindi fin dal V sec. a.C., erano sede di un culto collegato verosimilmente alle acque salutari che, abbondanti, scaturiscono nel nostro territorio.

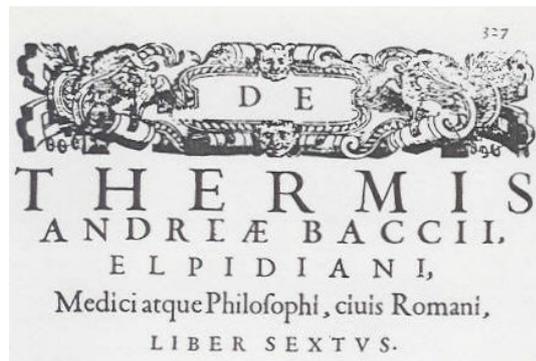
Orazio (Ep., I, 15, 2-9) negli anni 20 del I secolo a.C. scrive di esser stato consigliato da Antonio Musa, medico personale di Augusto di recarsi alle sorgenti del Territorio di Chiusi, note per la cura dei fastidi dello stomaco e testa.

*“nam mihi BaiasMusas supervacuas
Antonius, et tam illis me facit invisum,
gelida cum perluor unda per medium
frigus. Sane murteta delinqüi dictaque
cessantem nervis elidere morbum
sulpura contegni vicus gemit,invidus
aegris qui caput et stomachum
supponete fontis audent Clusium,
Gabiosque petunt et frigida rura “*

*“Infatti Antonio Musa rende Baia inutile
per me, e mi rende anche a lei invisibile, ora
che, a metà inverno, mi immergo in acque
ghiacciate. Che le macchie di mirto siano
abbondanti e che le sorgenti sulfuree, che
si ritiene mandino via i muscoli,
l’inveterata malattia, siano disprezzate, il
borgo ora lamenta, mal disposto verso i
malati che hanno il coraggio di mettere
testa e stomaco sotto le acque delle
sorgenti di Chiusi e che si recano a Gabi e
nella sua fredda campagna”*

Gli studi geologici e le ricerche sul bacino delle acque termo-minerali di Chianciano Terme sono cresciute di pari passo con l'evoluzione delle scienze naturali e della chimica.

Dalle prime osservazioni del Bacci nella sua opera "*De Thermis-balnea ad Cincianum*" del 1588, agli alchimisti del seicento, alle indagini pubblicate nel 1756 dal naturalista Baldassarri, ai geologi dell'ottocento e dei primi anni del novecento sino a quelli contemporanei, lungo un arco di alcuni secoli, si è ricercato e scritto sui monti dai quali scaturiscono le acque.



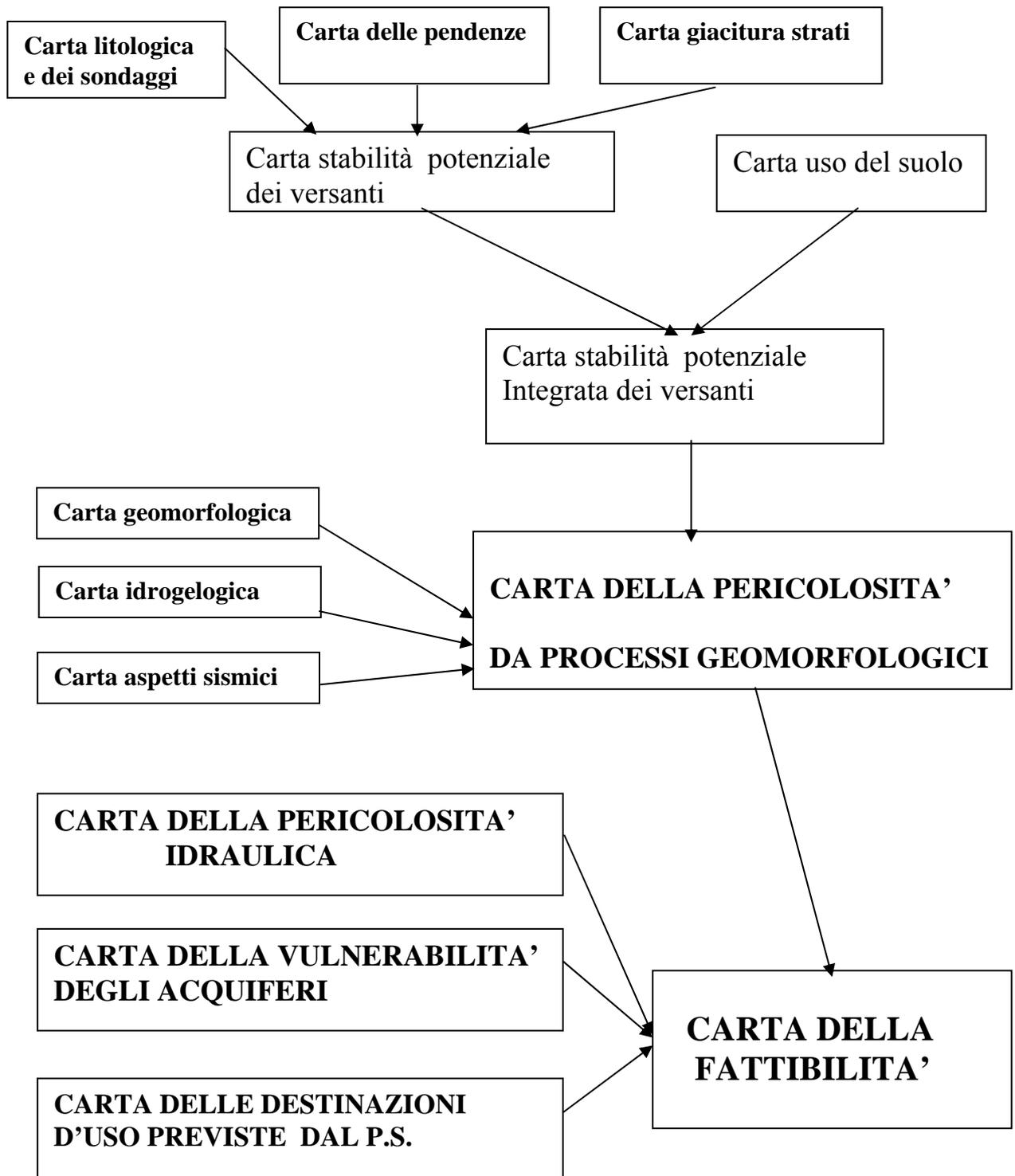
Scrive il Baldassarri che la terra di Chianciano "*dalla parte poi di mezzogiorno, di ponente e di maestrale è circondata da una mezza corona di monti, che si sollevano al di sopra di Sarteano, che resta a scirocco, e si estendono fino alla testa del monte dov'è il Convento dè Cappuccini, detto della Maddalena, posto a maestrale di Chianciano, dividendo, questi monti nel corso loro, la Val di Chiana dalla Val d'Orcia, e terminando nella testata suddetta, che finisce a guisa di promontorio....*" e poi prosegue "*pure si rialzano nell'erto monte della terra di Montefollonico, di dove si propagano da mezzogiorno a tramontana alla volta di Sinalunga e del Monte S. Savino, servendo questa barriera di divisorio della Val di Chiana dalle crete senesi*".



Nel 1915 l'Ing. Luigi Balducci scrive *"Le celebri sorgenti Termominerali di Chianciano hanno origine in un lungo allineamento di affioramenti di calcari mesozoici i quali, a cominciare dall'importante gruppo montuoso del Cetona, spuntano attraverso il potente mantello dei terreni terziari e quaternari della regione fino ai monti di Rapolano"*.

Dati questi presupposti lo studio geologico del territorio comunale ha come prima finalità quella della tutela del bacino termale (carta delle aree con problematiche idrogeologiche e carta delle aree sensibili e protezione delle sorgenti); inoltre lo studio della costituzione litologica, della giacitura degli strati, dell'acclività dei versanti, del tipo di copertura vegetale, delle caratteristiche geomorfologiche, dei dati idraulici e dei dati sismici (il territorio comunale di Chianciano Terme è stato di recente classificato in zona sismica 3), ha permesso la stesura di carte di sintesi CARTE DELLA PERICOLOSITÀ dalle quali poi scaturisce una CARTA DELLA FATTIBILITÀ delle destinazioni d'uso previste dal Piano Strutturale.

Si riporta di seguito la schematizzazione dell'iter operativo della metodologia standard provinciale adottata per la redazione della **carta della fattibilità ai sensi della DCR 94/85, carta di sintesi del "rischio" al fine di ottenere attendibili indicazioni sulla fattibilità delle nuove previsioni del Piano Strutturale.**



A seguito delle varie vicissitudini che ha subito l'iter operativo del Piano Strutturale (nuovo bando con cambio di alcuni progettisti) è entrato nel frattempo in vigore il nuovo regolamento di attuazione della “carta della fattibilità ai sensi della legge regionale 53/R del 25/10/11 relativa al regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale del 03/01/2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geognostiche”.

Con decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 53/R del 25/10/11, entrato in vigore il 02/12/2011 è stato approvato il nuovo regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche di supporto ai Piani Strutturali, ai regolamenti urbanistici, alle varianti ai piani regolatori vigenti. In particolare le strutture regionali competenti devono valutare che le indagini geologiche dei Comuni siano conformi alle direttive regionali e nazionali per gli aspetti geologici, morfologici, idraulici, di dinamica costiera, idrogeologici, ed in **particolare quelli del rischio sismico** del territorio cui afferiscono, al fine di verificarne la pericolosità ed anche in coerenza con i Piani di Bacino. Nell'allegato A del regolamento vengono date le nuove direttrici.

In base al nuovo regolamento ed alle direttive indicate nell'allegato A ed in base alle nuove UTOE sono state adeguate le seguenti carte:

- Carta geologica
- Carta litologico-tecnica e dei dati di base
- Carta geomorfologica
- Carta delle aree allagabili (vedi carta pericolosità idraulica)
- Carta della dinamica costiera
- Carta idrogeologica
- Carta delle aree sensibili
- Carta delle Aree a pericolosità geologica
- Carta della Aree a pericolosità idraulica
- Carta delle Aree con problematiche idrogeologiche
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

In particolare:

Carta geologica (Tav.G1.1 scala 1:10.000-Tav.G.1.2a-Tav.G.1.2b-Tav.G.1.2c in scala 1:2.000): le formazioni sono state cartografate per le zone di effettivo affioramento (evidenziate con colore più intenso) e zone “interpretate” di ipotizzata estensione e sono state

elaborate sezioni geologiche opportunamente distribuite ed orientate finalizzate alla stesura della cartografia di microzonizzazione sismica (MS).

Carta litologico-tecnica (Tav.G.2.1 scala 1:10.000-Tav.G.2.2a-Tav.G.2.2b-Tav.G.2.2c in scala 1:2.000): adeguamento alle nuove UTOE e distinzione dei terreni di copertura con informazioni relative allo spessore ed al grado di cementazione e/o consistenza/addensamento.

Carta geomorfologica (Tav. G.3.1 scala 1:10.000-Tav.G.3.2a-Tav.G.3.2b-Tav.G.3.2c in scala 1:2.000): adeguamento della carta esistente alle nuove carte dei vari PAI, di recente aggiornamento (PAI Arno-Ombrone-Tevere)

Carta delle aree allagabili (redatta insieme alla Carta della Pericolosità idraulica Tav.G.8.1 in scala 1:10.000): definite nei piani di assetto idrogeologico (PAI) del Fiume Arno-Tevere – Ombrone e nel PTCP della Provincia di Siena

Carta idrogeologica (Tav.G.4.1 in scala 1:10.000): on particolare riferimento alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali con ricostruzione dell'assetto idrogeologico e finalizzata all'individuazione dei corpi idrici sotterranei ed utilizzando anche gli elementi presenti nel PIT.

Carta delle Aree con problematiche idrogeologiche (Tav.G.5.1 in scala 1:10.000): nuova carta nella quale sono state individuate aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (falda libera in materiali permeabili superficiali, aree di affioramento di terreni litoidi fratturati e aree interessate da materiali carbonatici e carsismo sviluppato).

Carta delle Aree Sensibili (Tav.G.6.1 in scala 1:10.000) : nuova carta nella quale sono state individuate da parte della Provincia di Siena nel PTCP, al fine della tutela degli acquiferi, due classi di vulnerabilità/sensibilità degli acquiferi: **aree sensibili di classe 1**, ove sono ricompresi gli acquiferi strategici della provincia (quelli della dorsale Rapolano-M.Cetona che costituisce l'area di ricarica dei sistemi termali in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (falda libera in materiali permeabili superficiali, aree di affioramento di terreni litoidi fratturati e aree interessate da materiali carbonatici e carsismo sviluppato), **aree sensibili di classe 2** per le quali la normativa è molto più flessibile della precedente e che interessa aree meno vulnerabili.

Carta delle aree a pericolosità geologica (Tav.G.7.1 scala 1:10.000-Tav.G.7.2a-Tav.G.7.2b-Tav.G.7.2c in scala 1:2.000): Dalla sovrapposizione della carta geologica, litologica e geomorfologia, si ricava la carta della pericolosità con 4 differenti classi ai sensi

della 53/R.

Carta della Aree a pericolosità idraulica (Tav.G.8.1 scala 1:10.000-Tav.G.8.2a- in scala 1:2.000): rivista in base alle nuove carte dei vari PAI ed allo studio idraulico specifico per i fossi di Mezzomiglio e Ruoti.

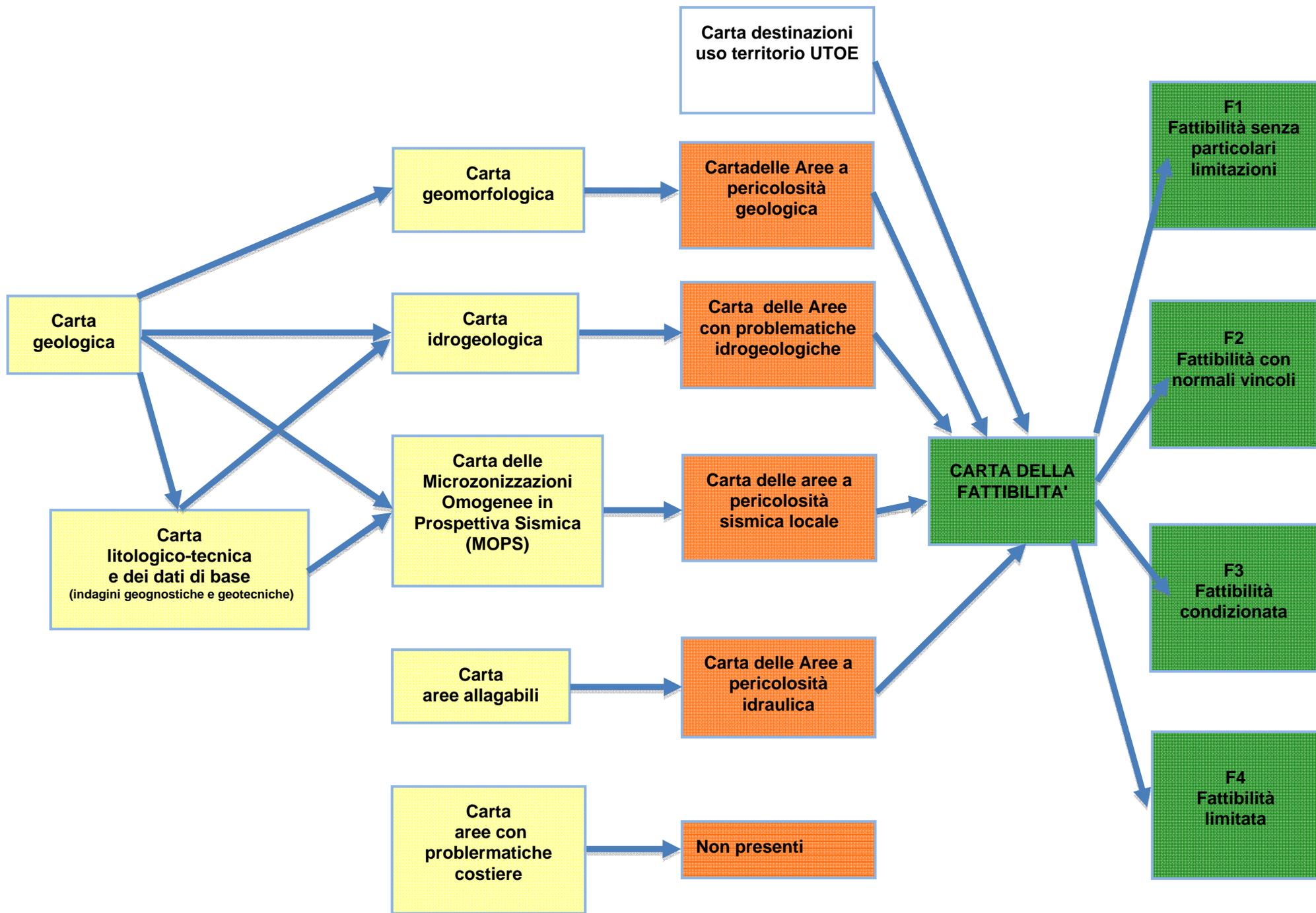
Carta della Aree con problematiche di dinamica costiera: aree non interessate dal ns. territorio.

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Tav.G.9.2a-Tav.G.9.2b-Tav.G.9.2c in scala 1:2.000): la carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (ZMPSL) già realizzata, è stata utilizzata come base per i nuovi studi; mentre sono state eseguite specifiche indagini di microzonizzazione sismica di livello 1 (MS) (microtemori e stendimenti sismici) secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS nonché sulla base delle specifiche di cui o.d.p.c.m 3907/2010. L'indagine è stata finalizzata alla caratterizzazione sismica e alla parametrizzazione dinamica dei terreni riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. La redazione degli studi e indagini di MS di livello 1 è obbligatoria per tutti i comuni; a tal fine sono previsti finanziamenti nazionali e regionali (nell'allegato A appendice 3 della Microzonizzazione Sismica Regionale G.R.T 261 DEL 18/04/11) per il Comune di Chianciano Terme è previsto un contributo di 20.000,00 €)

Carta delle Aree a pericolosità sismica locale (Tav.G.10.2a-Tav.G.10.2b-Tav.G.10.2c in scala 1:2.000): la carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (ZMPSL) già realizzata, è stata utilizzata come base per i nuovi studi in base alla 53/R che hanno tenuto conto delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico, delle indagini geofisiche, geotecniche e geognostiche, evidenziando, sulla base del quadro conoscitivo desunto, le aree dove possono verificarsi effetti locali o di sito.

Carta delle pericolosità (geologica ed idraulica) ai sensi delle A.d.B. competenti (Tav.G.11.1 in scala 1:10.000)

Al fine di verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico-idraulico-sismico ed ottenere attendibili indicazioni sulla fattibilità delle nuove previsioni del Piano Strutturale, in base alle nuove direttive in sede di formazione dei Piani Strutturali e degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, si è dovuto procedere ad adeguare il precedente studio alla nuova normativa vigente (carta di sintesi del "rischio"), secondo la schematizzazione seguente:



Come risulta dal diagramma a blocchi, il territorio viene suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano; tali studi eseguiti a livello di dettaglio, vanno ad integrare ed approfondire quelli già eseguiti dai Piani di Bacino. Sono pertanto caratterizzate le seguenti aree:

- . • **C1 -le aree a pericolosità geologica (geomorfologica e/o dinamica costiera)**
- . • **C2 -le aree a pericolosità idraulica**
- . • **C3 -le aree con problematiche di dinamica costiera (non presenti)**
- . • **C4 -le aree con problematiche idrogeologiche**
- . • **C5 -le aree a pericolosità sismica locale**

Dal momento che le trasformazioni del territorio sono strettamente legate alle situazioni di pericolosità e di criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, le condizioni di attuazione sono riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fattibilità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate. Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali sono differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

- **Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

- **Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

- **Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

- **Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di

studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Per la redazione delle varie carte tematiche sono stati presi in considerazione anche le indicazioni riportate dai **Piani di Bacino** dei **Fiumi Arno** e **Ombrone** nello "Stralcio Assetto Idrogeologico" e nel "Progetto di Piano Stralcio Assetto Idrogeologico" **dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere**, oltre alle varie normative nazionali e regionali applicabili alle diverse tematiche trattate (L.n.183/89-L.n. 268/98-D.Lgs: n. 152/99-D.Lgs n. 258/00- O.P.C.M. n. 3274/03 e successive modifiche ed integrazioni- D.C.R. n.6/05 - legge regionale 53/R del 25/10/11 relativa al regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale del 03/01/2005 n. 1 Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geognostiche".

La base cartografica utilizzata per la redazione delle varie carte tematiche è quella ufficiale della Regione Toscana (C.T.R) in scala 1:10.000 per l'intero territorio ed in scala 1:2.000 per le aree interessate da UTOE. In particolare per le carte in scala 1:10.000 sono stati presi a riferimento i seguenti fogli: 309100-309110-309140-3091150, mentre per le carte in scala 1:2.000 i fogli 11059-11060-10003-10004-10010-10011-10012-10019-10020.

Ai fini della salvaguardia e della tutela delle acque sotterranee e superficiali è stata inoltre effettuata un'analisi della vulnerabilità all'impoverimento e all'inquinamento del territorio comunale seguendo le prescrizioni e le modalità operative allegate al P.T.C.P.

2-INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area Sud della provincia di Siena, sotto l'aspetto geomorfologico, è caratterizzata principalmente dalla presenza di una dorsale, avente direzione appenninica (Sud Sud-Est - Nord Nord-Ovest) e dal rilievo vulcanico del Monte Amiata.

La dorsale, che si estende dai monti del Chianti al Monte di Cetona per una lunghezza di circa 50 Km., fa parte di una struttura regionale costituita da nuclei calcarei di età mesozoica, caratterizzata da una serie di rilievi che, generalmente inferiori ai 600 m., raggiungono con il Monte di Cetona quota 1148 m. s.l.m.

I nuclei calcarei di età mesozoica, che rappresentano i picchi di una struttura continua in

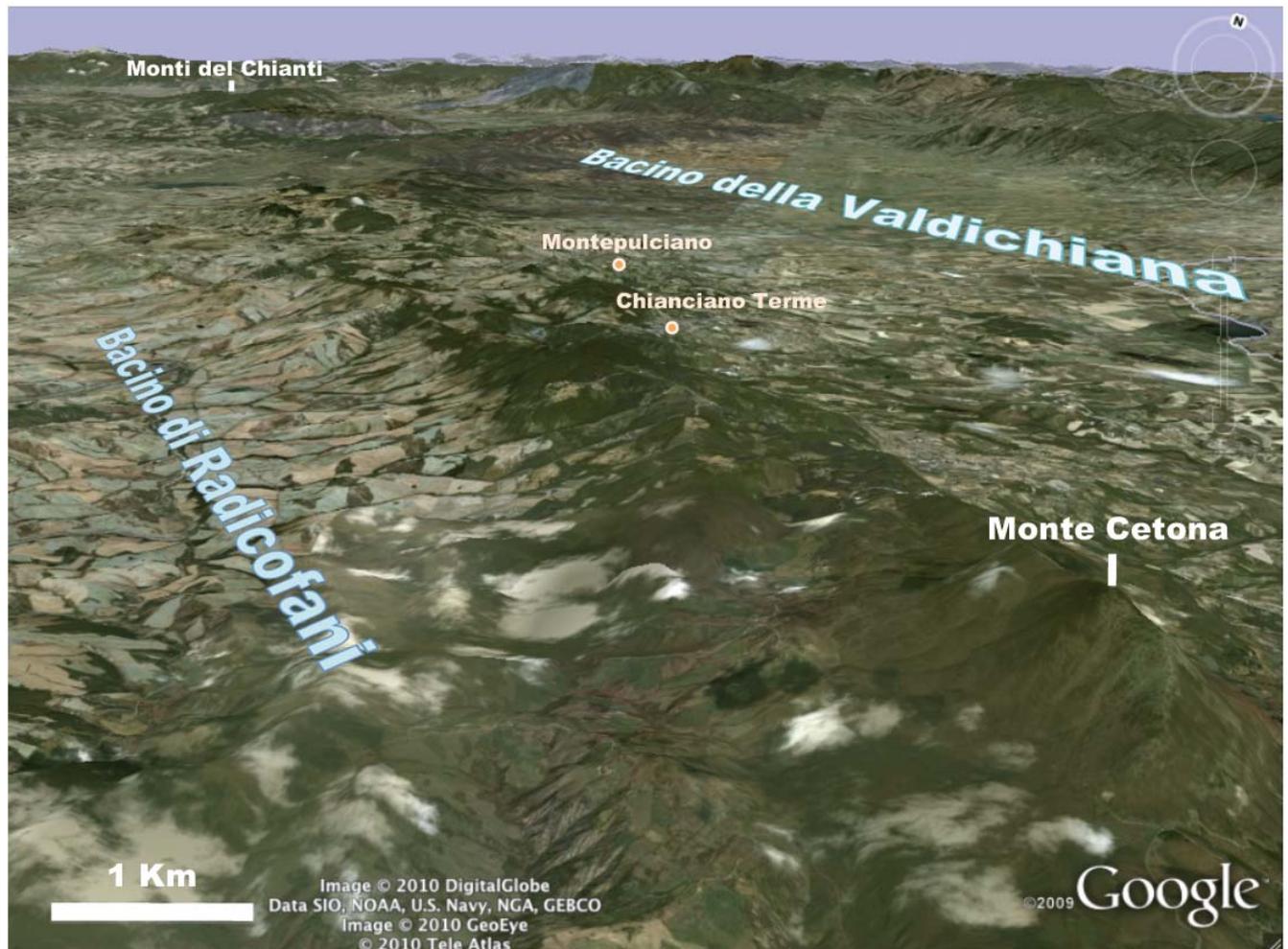
profondità, sono per lo più circondati da depositi più recenti prevalentemente argillosi.

Dal punto di vista strutturale la dorsale è stata determinata da una piega rovesciata e sovrascorsa verso Nord-Est durante la fase orogenetica dell'Appennino.

La discontinuità degli affioramenti dei nuclei calcarei è stata determinata dal diverso comportamento dei terreni mesozoici alle sollecitazioni tettoniche di cui sopra.

Una situazione a se stante è quella rappresentata dal gruppo del Monte Amiata, costituito da rocce vulcaniche di età pliocenico-quadernaria che interessano la parte sommitale del Monte Amiata ed il piccolo affioramento di Radicofani.

Tra queste dorsali, ad andamento appenninico, si sono create vaste aree di depressione (graben) successivamente riempite da depositi di età pliocenica (Bacino della Val di Chiana, e Bacino di Radicofani -Val d'Orcia ecc.).



Sotto il profilo orografico, preponderanti sono le zone a carattere collinare con altitudine media compresa tra i 200 e i 600 m.; le restanti aree, a carattere tendenzialmente montuoso, interessano la parte sommitale della dorsale, con altitudini comprese tra i 600 e i 1000 m. e

principalmente il gruppo del Monte Amiata.

Le aree a carattere montuoso sono costituite, nella dorsale, da calcari mesozoici, litotipi non facilmente erodibili e che quindi danno luogo a versanti con pendenze più accentuate, e da formazioni calcareo-argillose stratificate del Miocene; nel gruppo del monte Amiata invece i terreni sono costituiti da rocce vulcaniche quaternarie e da formazioni calcareo argillose stratificate.

Nei terreni interessati dai calcari mesozoici, i versanti si presentano con pendenze molto diverse a seconda che la vergenza degli strati sia opposta a quella del versante (pendenze accentuate con frane del tipo a "crollo" con stratificazione a "reggipoggio"), oppure uguale o maggiore di quella del versante stesso (blande pendenze a causa delle frane di tipo a "scoscendimento" o di "colata" con stratificazione a "franapoggio").

Le aree a carattere collinare si identificano essenzialmente con quelle ove affiorano terreni clastici di età neogenica, cioè quella serie di terreni i cui principali litotipi sono argillosi, sabbiosi e conglomeratici.

Dove prevalgono le argille il paesaggio assume l'aspetto tipico che trova la sua massima espressione nella Val d'Orcia; qui si hanno colline con profili dolci (mammellonati), alternate ad altre con pendici soggette a movimenti franosi dove l'azione di ruscellamento ha prodotto fenomeni di erosione calanchiva (calanchi) e fenomeni di sbiancatura di cupolette argillose (biancane).



Calanchi loc. Lucciolabella, La Foce.

I litotipi sabbiosi e conglomeratici danno invece luogo a versanti con scarpate relativamente più ripide, talora con pareti verticali.



Conglomerati di La Foce, affioramento visibile dal Podere Bellaria.

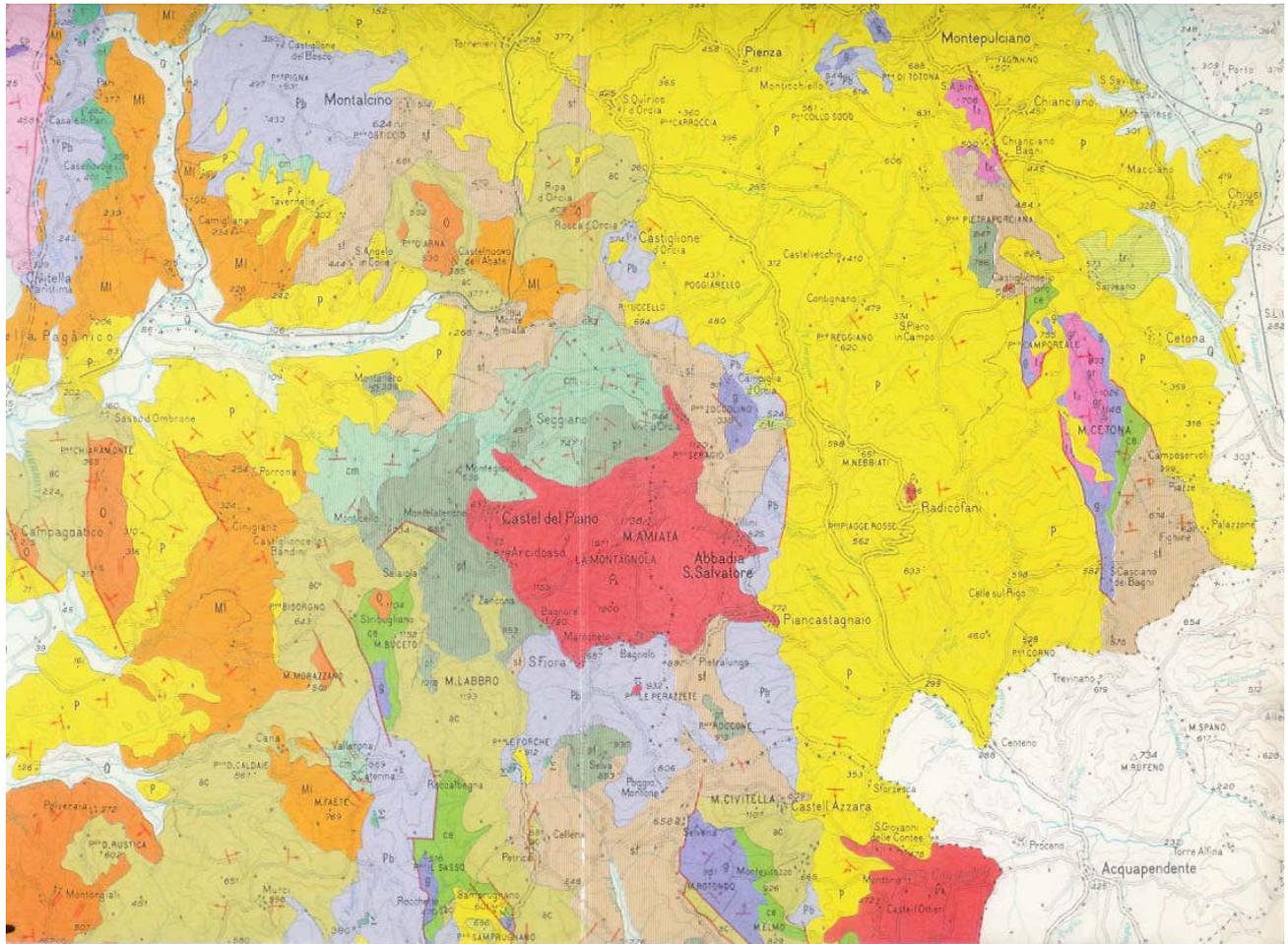
Le aree di pianura sono limitate ai fondovalle del Fiume Orcia, dove prevalgono depositi fluviali recenti, e della Val di Chiana dove sono presenti depositi quaternari fluvio-lacustri.

Le massime altitudini si hanno, lungo la dorsale, in corrispondenza del Monte di Cetona (1.148 m.), del Poggio di Pietraporciana (847 m.) e del Poggio Alaggia-I Poggiardelli (706 m.). Questi rilievi costituiscono il naturale spartiacque tra i bacini idrografici principali: Orcia e Chiana.

Nel gruppo del Monte Amiata si hanno vari rilievi che culminano con quota 1738 m. della vetta del Monte Amiata.

La morfologia dei bacini è stata fortemente influenzata dai tipi litologici presenti: profonde incisioni in presenza di rocce calcaree e conglomerati cementati; valli ampie in presenza di terreni sabbioso-argillosi (fiume Orcia, medio corso del T. Astrone ecc.). La presenza di materiali sabbiosi e ghiaiosi cementati, sottoposti a fenomeni erosivi, ha dato luogo a scarpate di erosione anche sub verticali come quelle a Sud-Est di Montepulciano, a Nord Nord-Ovest di Chiusi, a Sus-Ovest di Pienza ed in prossimità del centro storico di Chianciano, generalmente note con il nome di "balze".

Di notevole importanza è la presenza, lungo la dorsale, delle formazioni travertinosi recenti (in stretta relazione con le acque termo-minerali) che costituiscono la vasta area pianeggiante circostante il centro storico di Sarteano fino a Belverde (Cetona) ed il vasto affioramento che costituisce la placca Rapolano-Serre. Affioramenti travertinosi minori si hanno in prossimità di San Casciano, Chianciano, S.Albino ed Asciano. Al di fuori della dorsale sono presenti affioramenti di travertino in prossimità di Bagni San Filippo e di Bagno Vignoni.



Carta Geologica della Toscana Meridionale

Le classi di pendenza come evidenziate nella relativa carta (carta non prevista dalla normativa attuale ma eseguita nel precedente studio) sono state definite sulla base di quanto riportato nel DCR n° 94 del 12.02.1985 concernente le "Indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica". Le classi definite sono pertanto 7 ; di seguito viene riportata la suddivisione delle classi in funzione dei valori di pendenza relativi ai versanti analizzati con una precisione avente maglia quadrata di 5m x 5m:

- classe 1 - comprende valori dal minimo dello 0% al massimo del 5%
- classe 2 - comprende valori dal minimo del 5% al massimo del 10%
- classe 3 - comprende valori dal minimo del 10% al massimo del 15%
- classe 4 - comprende valori dal minimo del 15% al massimo del 25%
- classe 5 - comprende valori dal minimo del 25% al massimo del 35%
- classe 6 - comprende valori dal minimo del 35% al massimo del 55%
- classe 7 - comprende valori dal minimo > del 55%

Come risulta dalla carta delle pendenze, la maggior parte del territorio comunale risulta interessata da pendenze relative alle classi 1–2–3–4.

3-ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

3-1 GEOLOGIA (Carta geologica Tav. G.1.1-G.1.2a-G.1.2b-G.1.2c)

La Carta Geologica del Comune di Chianciano Terme è stata redatta partendo dalla carta geologica del precedente PRG, stilata dal sottoscritto nel 1997 e dai dati di bibliografia di maggiore dettaglio attualmente disponibili, rappresentati nel caso specifico dalle tavole grafiche della cartografia geologica di nuovo impianto relativa al progetto CARG (scala 1:10.000) e dalla CARTA del CONTINUUM GEOLOGICO (scala 1:10.000) di recente realizzazione da parte dell'Università di Siena per conto del Servizio Geologico della Regione Toscana. Sono inoltre stati esaminati numerosi studi geologici condotti nelle varie aree del territorio comunale a supporto di varianti urbanistiche ed interventi edificatori diretti e i numerosi dati stratigrafici disponibili. I dati di cui sopra sono stati in seguito verificati in campagna compiendo un rilievo geologico di dettaglio su tutto il territorio comunale, in particolare nelle aree interessate dalle Utoe per le quali sono state redatte carte a scala 1:2.000.

Nell'area in esame affiorano formazioni geologiche che vanno dal Mesozoico al Quaternario recente. Le formazioni più vecchie, ovvero quelle appartenenti alle **successioni Toscana e Ligure esterna**, si sono accavallate le une sulle altre andando a formare le dorsali di questo settore di Appennino; esse provenivano da zone diverse tra loro ed entrambe diverse da quella nella quale oggi le troviamo. Le successioni toscana e ligure non sono giunte nella nostra area complete, ma prive di alcune loro formazioni (“serie toscana ridotta”). Solo le formazioni del neoautoctono, più recenti, si sono deposte nelle zone in cui si trovano dopo la formazione della catena appenninica. A partire dal Tortoniano superiore, dopo la compressione che aveva sollevato i

terreni che oggi costituiscono la catena appenninica, si ebbe una distensione che determinò un profondo cambiamento della regione con zone depresse (*graben*) e dorsali rialzate (*horst*), delimitati da faglie dirette, allungate secondo la direzione NO-SE, delimitando così i Bacini di Radicofani e della Val di Chiana.

La successione stratigrafica, procedendo dai terreni più antichi a quelli più recenti, è la seguente (la simbologia adottata per le varie formazioni è quella del CARG):

3-1-1-Successione Toscana

Complesso calcareo evaporitico (Trias): costituisce i rilievi del Monte di Cetona, del Poggio Bacherina e del Poggio Alaggia-Poggiardelli in prossimità di Chianciano, con piccoli affioramenti anche nei rilievi in prossimità di Montefollonico, Petroio, Castelmuzio e Montisi. Le formazioni appartenenti a questo raggruppamento si sono accumulate in un unico bacino di sedimentazione chiamato Bacino Toscano.

In questo complesso è possibile distinguere, procedendo dalle unità geometricamente più profonde e dalle formazioni più antiche :

- a) Formazione anidritica di Burano (BUR)- Norico-Retico**
- b) Calcare cavernoso (CCA)- Norico-Retico**
- c) Calcare a Rhaetavicula contorta (RET)- Retico**
- d) Formazione di Brolio (STO2)-Cretacico superiore**

Formazione anidritica di Burano (BUR): alternanza di gessi, dolomie e calcari dolomitici: (presente nei dintorni di Chianciano lungo la valle dell'Astrone e in località la Macerina); il gesso ha un aspetto saccaroide, sbrecciato, con venature di tipo fibroso, derivato per idratazioni dalle anidridi, un tempo sfruttato come materiale per edilizia; i calcari dolomitici sono grigio-scuri o nerastri, in banchi spessi circa un metro (Norico-Retico)

Calcare cavernoso (CCA): è un calcare grigio-scuro, brecciforme, con superfici tipicamente spugnose, spesso alterato in una breccia immersa in una polvere grigio-cenere dolomitica (“*cenerone*”). Gli affioramenti più significativi sono a ridosso dell’abitato di Chianciano Terme in loc. Rinascente (Norico-Retico)

Calcare a Rhaetavicula contorta(RET): presente principalmente in loc. P.Alaggia-Poggiardelli e ripetitore Telecom); è un calcare nero fetido attraversato da un fitto reticolo di venature di calcite un tempo utilizzato come "*marmo*" ornamentale, con sottili e subordinate intercalazioni di marne grigio-scure (Retico).

Formazione di Brolio (STO₂): affiora a Sud-Est della diga dell'Astrone; le rocce prevalenti sono le siltiti verdi, talora azzurrognole, marcatamente stratificate, con strati mediamente di 3-5 cm.; subordinatamente vi sono argilliti verdi e nere e rari calcari silicizzati, grigio-verdi, spessi 10-15 cm.(Cretacico superiore)

3-1-2 Successione Ligure esterna

Vi appartengono formazioni accumulate nel Bacino di sedimentazione Ligure, in particolare nella sua posizione più esterna, e successivamente traslate sulle formazioni toscane. Si distinguono:

a) formazione della Pietraforte (PTF)- Cretacico superiore

b) formazione di Santa Fiora (FIA)- Cretacico superiore

Formazione della Pietraforte (PTF): è presente principalmente ad Ovest ed a Nord del Monte Amiata ed in un piccolo affioramento in loc. Poderuccio-Pietraporciana al confine tra i comuni di Chianciano Terme e di Sarteano. Questa formazione è costituita da un'alternanza di arenarie calcarifere e di argilliti siltose e con banchi di conglomerato poligenico a grana fine (Cicerchia). (Cretacico superiore)

Formazione di S.Fiora (FIA)-: affiora con continuità da Chianciano T. fino a Sud di Castiglicello del Trinoro, lungo la dorsale che separa i bacini neogenici di Radicofani e della Val di Chiana; è costituita da argilliti fogliettate con intercalati livelli litoidi di arenarie calcarifere, marne e calcari marnosi. (Cretacico superiore)

3-1-3- Neoautoctono toscano

Vi appartengono quelle formazioni che, a partire dal Tortoniano superiore e successivamente dalla formazione della catena appenninica, si sedimentarono sulle formazioni sopra descritte.

a) Breccie di Grotti (MESa)- Miocene superiore-Pliocene inferiore

b) Conglomerati della Foce (PLIb) –Pliocene inferiore

c) Argille di Lucciola Bella (FAA)–Pliocene inferiore e medio

d) Sabbie e sabbie argillose di Palazzo Bandino (FAAb) Pliocene medio

e) Sabbie di Casa Morelli (PLIs)- Pliocene medio

f) Calcare organogeno (PLIc)- Pliocene superiore

a) Breccia di Grotti (MESa): affiora in Loc. Le Piane e a Nord- Est della Diga Astrone. Trattasi di una formazione clastica, oligomittica, costituita da blocchi e talvolta ciottoli di calcare cavernoso e da litotipi della Formazione anidritica di Burano (dolomia, anidride e gesso). Molto

subordinati sono i clasti calcarei provenienti dalla Formazione di S. Fiora. I blocchi e i ciottoli sono scarsamente arrotondati con dimensioni che variano da pochi centimetri a ben oltre il metro; la matrice è sabbiosa e siltosa di colore grigio e giallo; l'insieme è mal cementato o non cementato affatto. (Miocene superiore-Pliocene inferiore)

b) Conglomerati della Foce (PLIb): affiorano estesamente nel margine orientale del bacino di Radicofani in Loc. Castelluccio- Pocce Lattaie; si presentano ben stratificati con strati spessi da 50 cm. a 5 m.; i ciottoli, prevalentemente calcarei, di dimensioni variabili (eterometrici) da pochi millimetri a un massimo di 60-70 cm., sono immersi in una matrice sabbiosa; vi si rivengono Ostreidi, Pectinidi e altri bivalvi. (Pliocene inferiore)

c) Argille di Lucciola Bella (FAA): sono presenti principalmente nella valle del fiume Orcia e in alcune valli di erosione dei torrenti del bacino della Val di Chiana ad Est dell'abitato di Chianciano Terme; sono argille ed argille sabbioso-siltose di colore grigio azzurro, riccamente fossilifere (molluschi), a tratti con lenti di sabbia e livelli torbosi. (Pliocene inferiore e medio)



d) Sabbie e sabbie argillose di Palazzo Bandino (FAAb): affiorano ad Est dell'abitato di Chianciano Terme; sono prevalentemente di colore giallastro con Pectinidi ed in subordinate livelli e lenti di ghiaia. (Pliocene medio)

e) Sabbie e ghiaie di Casa Morelli (PLIs): costituiscono la parte sommitale dei rilievi collinari su cui sono sorti i centri abitati di Chiusi, Chianciano, Montepulciano, Pienza e Torrita. Sono di colore giallo ocre e con dimensione dei granuli da grossolana a media, raramente fine, con livelli molto addensati e/o cementati con livelli e lenti di ghiaia e conglomerato poligenici; le sabbie si presentano quasi sempre a laminazione piano parallela con lamine distanti tra loro da 5 a 10 cm.; frequente anche quella ondulata e incrociata. (Pliocene medio)

f) Calcare organogeno (PLIc): calcare bianco fossilifero (con pectinidi centimetrici) presente in un unico affioramento di modeste dimensioni nei pressi di Poggio Bacherina (Pliocene superiore)

3-1-4- Depositi continentali quaternari

a) travertini (f1a) (Quaternario)

b) depositi alluvionali (bn₁) (Quaternario)

c) Depositi di versante (aa) (Quaternario)

d) Riporti (h) (Attuale)

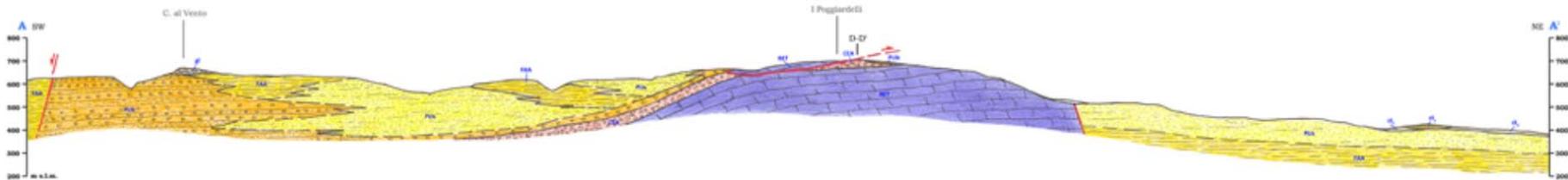
Travertini (f1a) – gli affioramenti più importanti sono localizzati nella zona di Rapolano-Serre, di Sarteano ed in quella di Belverde nel territorio di Cetona; piccole lenti sono presenti in varie località, tutte comunque in stretta relazione con le emergenze delle falde termominerali dei terreni Triassici (Bagni S.Filippo, Bagno Vignoni, Chianciano, Fonte Cornino, San Casciano, S.Albino ecc.). Il travertino, deposito di origine chimica per precipitazione del carbonato di calcio, si presenta con abbondante componente clastica: per questo assume una colorazione giallognola ed è piuttosto friabile; se la componente terrigena è scarsa o assente assume una colorazione bianca ed è molto tenace. (Quaternario). Nel territorio comunale di Chianciano affiora nelle vicinanze della sorgente Sillene (ex cava) e nel versante di sinistra orografica del Torrente Astrone tra la Sorgente dei Fucoli e la Ex Cava del gesso.

Depositi alluvionali(bn₁)- presenti lungo i principali corsi d'acqua costituiscono la piana alluvionale della Val di Chiana e dei laghi di Chiusi e Montepulciano : sono costituiti da ciottolame e sabbie con limi ed argille.(Quaternario)

Depositi di versante (aa) - depositi di versante generici presenti lungo i margini della dorsale M. Cetona–Rapolano, formati dall'accumulo di frammenti di rocce provenienti da più formazioni o da un'unica formazione. (Quaternario)

Riporti (h)- accumulo di origine antropica di materiali vari di risulta (Attuale)

Si riporta di seguito una sezione schematica dei rapporti stratigrafici tra le varie formazioni presenti nell'area di studio.



Legenda

Depositi quaternari continentali

-  **Riperti**
Accumuli di origine antropica di materiali vari di risulta. (Attuale)
-  **Depositi di versante**
Depositi di versante generici formati dall'accumulo per gravità di clasti e frammenti di rocce provenienti da più formazioni o da un'unica formazione. (Quaternario)
-  **Depositi alluvionali**
Alluvioni costituite da ciottolame e sabbie con limi ed argille presenti lungo i principali corsi d'acqua. (Quaternario)
-  **Travertini**
Depositi di origine chimica di colore da giallastro al bianco e più o meno friabile a seconda della concentrazione di componente terrigena. (Quaternario)

Neoautoctono toscano

-  **Calcarei organogeni**
Calcarei organogeni fossiliferi di colore bianco. (Pliocene superiore)
-  **Sabbie e ghiaie di Casa Morelli**
Sabbie di colore giallo ocre con dimensioni dei granuli da grossolana a media con livelli e lenti di ghiaia e conglomerato poligenici; le sabbie si presentano quasi sempre a laminazione piano parallela con lamine distanti tra loro da 5 a 10 cm. (Pliocene Medio)
-  **Sabbie e sabbie argillose di Palazzo Bandino**
Sabbie e sabbie argillose di colore giallastro con Pectinidi ed in subordine livelli e lenti di ghiaia. (Pliocene medio)
-  **Argille di Lucciolabella**
Argille ed argille sabbioso-siltose di colore grigio azzurro, riccamente fossilifere (molluschi) a tratti con lenti di sabbia e livelli torbosi. (Pliocene inferiore e medio)
-  **Conglomerati della Foce**
Conglomerati ben stratificati con strati spessi da 50 cm. a 5 m.; i ciottoli, prevalentemente calcarei, di dimensioni variabili (eterometrici) da pochi millimetri a un massimo di 60-70 cm., sono immersi in una matrice sabbiosa; vi si rinvengono Ostreidi, Pectinidi e altri bivalvi. (Pliocene inf.)
-  **Breccia di Grotti**
Formazione clastica, oligomitica costituita da blocchi e talvolta ciottoli di calcare cavernoso e da litotipi della Formazione anidritica di Burano (dolomia, anidride e gesso). (Miocene superiore-Pliocene inferiore)

Successione Ligure esterna

-  **Formazione della Pietraforte**
Alternanza di arenarie calcaree e di argilliti siltose e con banchi di conglomerato poligenico a grana fine (Cioerchia). (Cretacico superiore)
-  **Formazione di S.Fiora**
Argilliti fogliettate con intercalati livelli litoidi di arenarie calcaree, marne e calcari marnosi (Cretacico sup.)

Successione Toscana

-  **Formazione di Brolio**
Siltiti verdi, talora azzurrognole, marcatamente stratificate con strati mediamente di 3-5 cm.; subordinatamente argilliti verdi e nere e rari calcari silicizzati, grigio-verdi, spessi 10-15 cm. (Cretacico superiore)
-  **Calcare a Rhaetavicula contorta**
Calcare nero fetido attraversato da un fitto reticolo di venature di calcite un tempo utilizzato come "marmo" ornamentale, con sottili e subordinate intercalazioni di marne grigio-scure. (Retico)
-  **Calcare cavernoso**
Calcare grigio scuro brecciforme con superfici tipicamente spugnose, spesso alterato in una breccia immersa in una polvere grigio-cenera dolomitica ("cenerone"). (Norico-Retico)
-  **Formazione anidritica di Burano**
Alternanza di gessi, dolomie e calcari dolomitici. (Norico-Retico)

Affioramenti

Contatti geologici

-  Contatti stratigrafici
-  Contatti stratigrafici inconformi
-  Sovrascorimenti
-  Faglie dirette
-  Faglia trascorrente
-  Faglie presunte
-  Traccia sezione

3-2 TETTONICA

(Nel trattare questo argomento si è tenuto conto del recente studio (tesi di laurea) della Dr.ssa Valentina Galluzzi Università di Siena- Relatore Prof. Mario Meccheri)

3-2.1. Assetto strutturale

L'assetto strutturale della Toscana meridionale è diretta conseguenza delle fasi tettoniche che hanno caratterizzato lo sviluppo della catena appenninica settentrionale generatasi dalla convergenza e collisione del margine europeo (rappresentato dal Massiccio Sardo – Corso) con il margine africano (rappresentato dal promontorio adriatico), inizialmente separati da un particolare settore della Tetide denominato Oceano Ligure – Piemontese (FIG. 3) (BOCCALETTI et alii, 1971; 1980). Questa orogenesi ha coinvolto unità tettoniche di importanza regionale derivate da più domini paleogeografici:

a) Dominio Ligure: comprende esclusivamente la crosta oceanica del settore ligure dell'Oceano Ligure – Piemontese. E' costituito da ofioliti giurassiche e una copertura giurassico – cretacea seguita da flysch calcareo – argillosi cretaceo – eocenici.

b) Dominio Subligure: rappresenta la transizione tra la crosta oceanica ligure e la crosta continentale africana. E' costituito da una sequenza calcareo – argilloso – arenacea cretaceo – oligocenica.

c) Dominio Toscano: comprende parte della crosta continentale africana ed è suddiviso a sua volta in Dominio Toscano Interno e Dominio Toscano Esterno. Il primo è costituito da evaporiti triassiche, una sequenza giurassico – cretacea, una sequenza argillitica cretaceo – oligocenica ed un flysch arenaceo oligocenico. Il secondo è costituito da un basamento paleozoico ercinico sormontato da una copertura carbonifero – terziaria metamorfica in facies Scisti Blu/Scisti Verdi.

d) Dominio Umbro – Marchigiano: è situato su crosta continentale africana nella zona esterna dell'Appennino Settentrionale. E' costituito da quarziti e filladi permiano – triassiche, evaporiti triassiche (note solo in sondaggio), una sequenza carbonatica giurassico – eocenica, una sequenza argillitica eocenica – miocenica e un flysch arenaceo tardo – miocenico. L'Oceano Ligure – Piemontese comincia a chiudersi a partire dal Cretaceo Superiore. Come primo riflesso di questa convergenza si ha la chiusura del settore oceanico piemontese che nella “fase eoalpina”, va ad impostare la struttura a falde delle Alpi.

Per quanto riguarda l'Appennino, la prima fase, chiamata “fase ligure”, sviluppatasi tra

l'Eocene Medio e l'Eocene Superiore, è caratterizzata dalla conseguente chiusura anche del settore ligure dell'Oceano Ligure – Piemontese.

Una volta che la collisione è arrivata ad interessare i due continenti ha avuto inizio la “fase appenninica”, che nell'Oligocene Superiore – Miocene Inferiore ha portato all'impilamento di più unità tettoniche con vergenza verso Est. Queste unità sono: le Unità Liguri e Subliguri derivate dagli omonimi domini, la Falda Toscana derivata dal Dominio Toscano Interno ed il Complesso Metamorfico Toscano derivato dal Dominio Toscano Esterno.

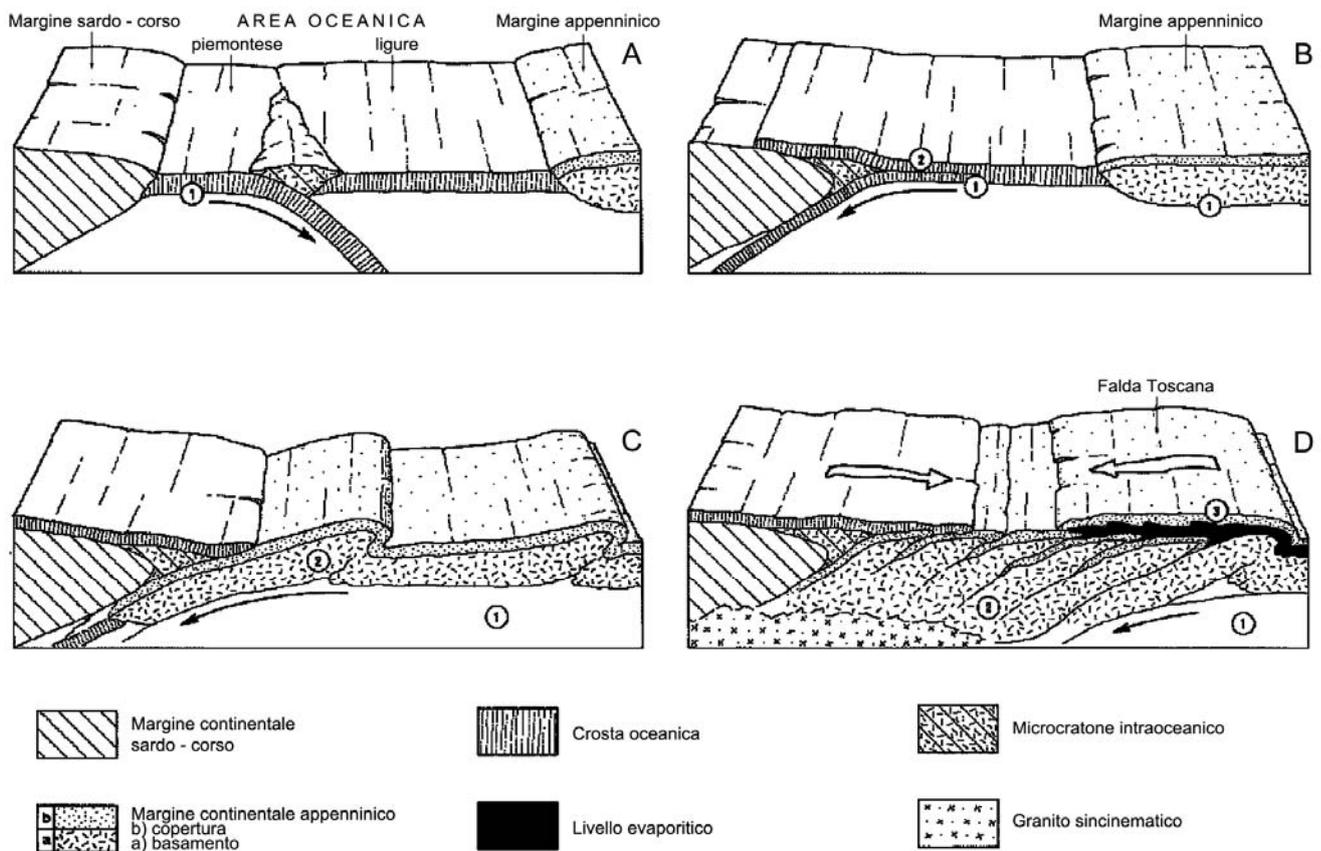


FIG. 3 – Fasi della convergenza e collisione del margine sardo – corso con il margine adriatico secondo il modello proposto da BOCCALETTI et alii (1980) dal Cretacico Superiore (A) all'Oligocene Superiore (D).

Dopo il Miocene Inferiore la tettonica compressiva si sposta verso il settore esterno della catena appenninica in formazione, a coinvolgere il Dominio Umbro – Marchigiano; di conseguenza, in tutto il settore interno della neonata catena, appena abbandonato dalla compressione e all'incirca corrispondente all'attuale Toscana, si instaura un regime tettonico

caratterizzato da sollevamento ed associata distensione, a cui si aggiunge (dal Miocene Inferiore in poi) l'apertura del Tirreno. Questa distensione porta allo sviluppo di bacini sedimentari mio – pliocenici in tutta la Toscana (MARTINI & SAGRI, 1993) dove, tra l'altro, si registrano spessori crostali molto ridotti (LOCARDI & NICOLICH, 1988).

Le prime manifestazioni della distensione si hanno tra il Miocene Inferiore ed il Miocene Medio (CARMIGNANI et alii, 1994; 1995). Strutture duttili – fragili distensive a basso angolo portano all'elisione di importanti spessori di Falda Toscana comportando la sovrapposizione delle unità più alte con le formazioni più profonde: questo particolare processo tettonico, caratteristico di questa regione, è conosciuto come serie ridotta (TREVISAN, 1955; GIANNINI et alii, 1971; LAVECCHIA et alii, 1984; BERTINI et alii, 1991; DECANDIA et alii, 1993). L'esempio più comune è forse quello della sovrapposizione delle Unità Liguri sulla Formazione anidritica di Burano (loc. Poggio Bacherina) o anche su alcuni termini del sottostante Complesso Metamorfico.

Nel Pliocene Inferiore la distensione continua con l'instaurarsi di sistemi di faglie normali ad alto angolo ad orientazione circa appenninica, causando lo sprofondamento di aree bacinali in tutta la Toscana meridionale (BROGI & LIOTTA, 2008). A scala regionale, queste strutture appaiono a loro volta tagliate da faglie trascorrenti e transtensive in direzione antiappenninica che dislocano i depocentri post – miocenici. Secondo recenti studi, il loro sviluppo è attribuibile al Pliocene Superiore – Pleistocene Superiore (nell'area di Rapolano secondo: BROGI & CAPEZZUOLI, 2009; BROGI et alii, 2009; BAMBINI et alii, 2010) o al Pleistocene Inferiore – attuale (nell'area del Monte Amiata: BROGI & FABBRINI, 2009; BROGI et alii, 2010).

In contrapposizione con la teoria della distensione, altri autori (BONINI et alii, 1999; FINETTI et alii, 2001; BONINI & SANI, 2002; FINETTI, 2006) ritengono che lo sviluppo della serie ridotta e dei bacini neogenici sia da associarsi alla tettonica compressiva, che sarebbe continuata fino al Pleistocene.

L'assetto tettonico dell'area di studio è diretta conseguenza delle fasi tettoniche che si sono succedute durante l'orogenesi appenninica. Tutte le formazioni affioranti portano le testimonianze di deformazioni duttili e/o fragili di tipo sia compressivo che distensivo: il quadro emerso dal rilevamento risulta quindi complicato da molteplici strutture che si sono sovrapposte nel tempo.

L'interpretazione delle strutture è stata fatta grazie a più elementi:

- a) la distribuzione cartografica delle formazioni pre-orogenetiche e neogeniche;
- b) un'analisi cinematica di dettaglio delle faglie riscontrate in alcuni affioramenti

c) una nuova interpretazione dei sondaggi della PERGINE S.P.A. effettuati tra gli anni '60 e '90 nell'area di S. Albino (Montepulciano Terme)

d) l'analisi dell'ubicazione delle sorgenti termali e di aree caratterizzate da esalazioni localizzate di CO₂.)

Nell'area di studio gli effetti della tettonica compressiva sono osservabili sia nell'Unità di Santa Fiora che nella Falda Toscana. Essa si esplica tramite lo sviluppo di pieghe e sovrascorrimenti. Di queste strutture, nettamente meno abbondanti delle strutture dovute alla tettonica distensiva, rimangono solo poche testimonianze.

3-2.2. – Tettonica compressiva

3.2.2.1 – Deformazioni duttili

Le formazioni che hanno registrato le deformazioni più antiche sono le Formazioni di Santa Fiora e di Villa la Selva in cui spesso sono riconoscibili blande ondulazioni alla scala dell'affioramento e anche alla scala cartografica in tutta l'area compresa tra il Lago Astrone e Poggio di Pietraporciana.

La struttura plicativa più importante dell'area, però, è la prosecuzione settentrionale dell'anticlinale del Monte Cetona che va ad interessare la Falda Toscana. Nell'area de I Poggiardelli è possibile rilevare in continuità dalla Formazione dei Diaspri alla Formazione del Calcere Cavernoso; questa successione è a polarità rovesciata e rappresenta quindi una parte del fianco rovesciato della suddetta anticlinale. Come già detto in precedenza questa anticlinale ha vergenza verso Est ed è attribuibile agli ultimi stadi della tettonica compressiva (Miocene Inferiore: ELTER & SANDRELLI, 1995; AQUÈ & BROGI, 2002).

Nell'area di studio, le direzioni medie degli strati rovesciati sono di N40-50°E; non sono state riconosciute foliazioni o insiemi di pieghe parassite, fatta eccezione per una singola piega minore con andamento SW – NE nella formazione dei Diaspri. Questi dati, purtroppo non sufficienti ad estrapolare una valida interpretazione, sembrerebbero comunque suggerire una vergenza della macrostruttura diversa da quella appenninica.

Le motivazioni di questo andamento anomalo (almeno nel settore qui considerato) della “piega del Cetona” sono forse da attribuire ad un'altra importante struttura, la faglia a cinematica trastensiva con direzione circa N40° situata subito a Nord del rilievo de I Poggiardelli. Essendo questa una struttura molto recente associata alla tettonica distensiva, verrà descritta meglio nel

capitolo successivo.

3.2.2.2. – *Deformazioni fragili*

Oltre alle deformazioni duttili, nell'area di studio si riscontrano anche numerose strutture di carattere fragile attribuibili alla tettonica compressiva terziaria. Un esempio è il sovrascorrimento di Calcere a Rhaetavivula contorta sul Calcere Cavernoso presente sulla cima de I Poggiardelli: pur in assenza di evidenze dirette, la natura di accavallamento di tale superficie deriva esclusivamente dall'interpretazione tettonica dei rapporti tra la formazione in parola e la sottostante successione rovesciata.

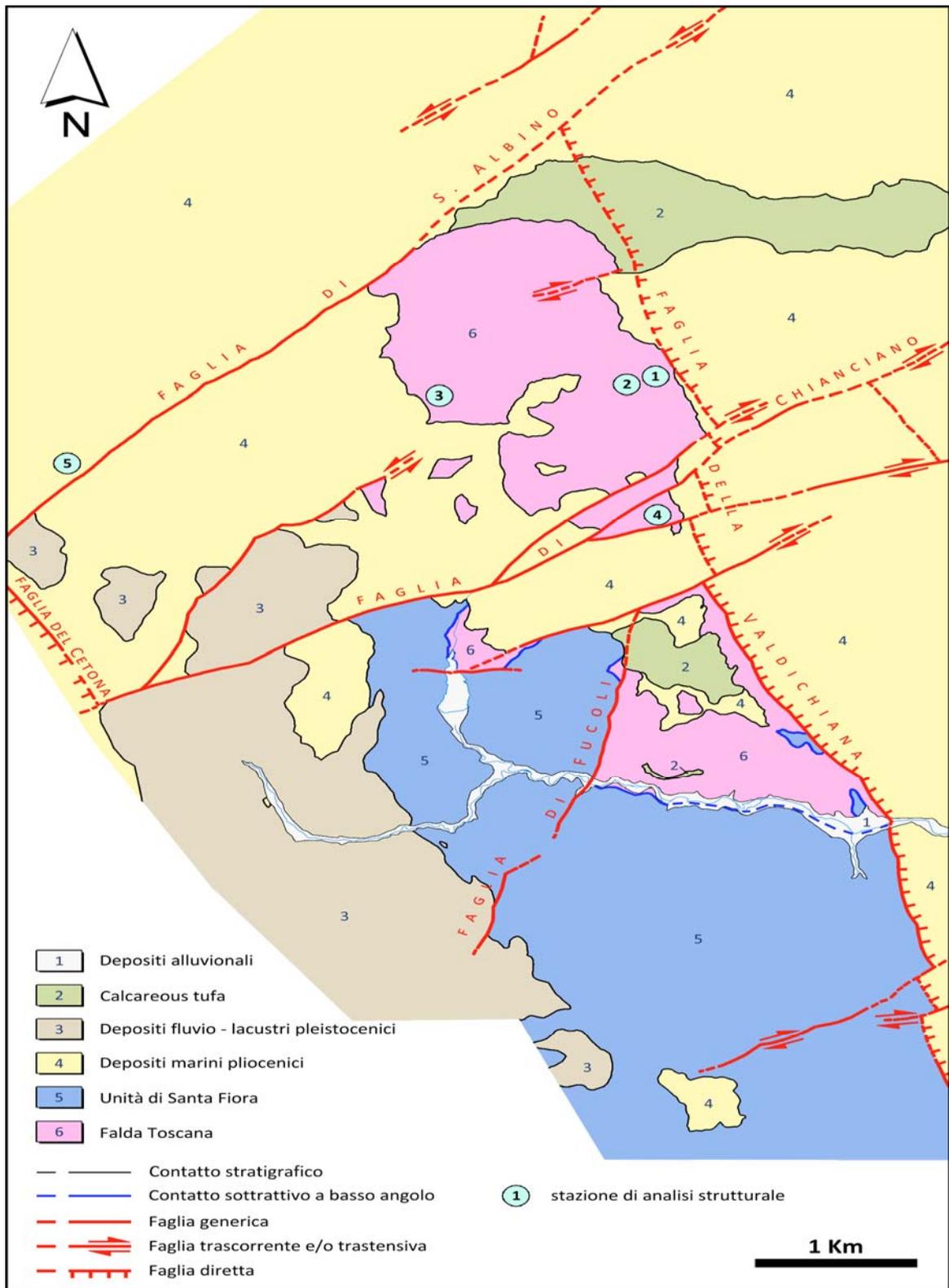
3.2.2.3– *Tettonica distensiva*

Le strutture tettoniche distensive presenti nell'area di studio sono predominanti e hanno modificato intensamente l'assetto geologico dell'area andando a sovrainporsi alle vecchie strutture compressive.

La tettonica distensiva ha prodotto più famiglie di faglie ognuna delle quali ha agito in tempi diversi. Le più antiche strutture distensive presenti nell'area sono le faglie dirette a basso angolo che, in questo settore, hanno agito tra il Miocene Medio ed il Miocene Superiore (BROGI & LIOTTA, 2008). Oltre a queste, troviamo tracce delle faglie normali ad alto angolo che tra il Pliocene Inferiore ed il Pliocene Medio hanno portato allo sprofondamento del Bacino di Radicofani e del Bacino della Valdichiana (LIOTTA & SALVATORINI, 1994; PASCUCCI et alii, 2006; LAZZAROTTO et alii, in preparazione). Tuttavia, il sistema di strutture distensive nettamente predominante nell'area è quello delle faglie trastensive con orientazione circa N40° - N60°.

Per comodità di descrizione è stato deciso di assegnare ad ognuna delle faglie principali un nome puramente indicativo che le identifica (vedi tav seguente).

Schema tettonico con i nomi attribuiti alle faglie principali.



Le faglie normali ad alto angolo più importanti sono due e delimitano a Est e a Ovest il rilievo in questo tratto di dorsale in direzione circa appenninica. Da evidenziare la "faglia della val di Chiana" attraverso la quale vengono a giorno le sorgenti termali dell'Acqua Santa

Faglie trans tensive. Si tratta del sistema di faglie più recente dell'area. Esse sono caratterizzate da cinematica a prevalente movimento orizzontale con una lieve componente verticale in direzione antiappenninica. Nella tavola precedente sono evidenziate la "faglia di Chianciano" e la "Faglia di S. Albino" dalle quali vengono a giorno rispettivamente le acque della Sorgente Sillene e le emanazioni gassose da S. Albino (CO₂ e H₂S) che si sviluppano da Nord-Est a Sud-Ovest.

4-ELEMENTI LITOLOGICO TECNICI E DATI DI BASE

4-1 ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI (Carta litotecnica Tav. G.2.1-G.2.2a-G.2.2b-G.2.2c)

Con riferimento ai centri abitati ed alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali sulla base degli elementi geologici di cui al capitolo 3 integrati dalla raccolta dei dati geotecnici, debitamente cartografati e allegati, i vari litotipi presenti sono raggruppati in unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche tecniche comuni.

Per i litotipi lapidei sono acquisite le informazioni relative alla litologia, alla stratificazione/scistosità, al grado di fratturazione e di alterazione.

Per i terreni di copertura sono acquisite le informazioni relative allo spessore ed al grado di cementazione e/o di consistenza/addensamento, nonché le informazioni relative alle caratteristiche geotecniche per i casi più scadenti quali: le torbe, i terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali, i terreni granulari non addensati, i terreni argillosi soggetti a fenomeno di ritiro e rigonfiamento, i riporti e i riempimenti.

4-1-1 Litologia

Sono stati raggruppati in "unità litotecniche" quei litotipi che presentano caratteristiche tecniche simili, indipendentemente dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici e all'appartenenza a formazioni geologiche diverse. Le "unità litotecniche" riscontrate nell'area in esame sono riportate nella seguente tabella:

LEGENDA LITOTECNICA			LEGENDA GEOLOGICA				
CATEGORIA D.C.R. 94/85	DESCRIZIONE	DESCRIZIONE DI DETTAGLIO	CODICE	SIGLA CARTA GEOLOGICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CODICE CARTA LITOTECNICA	PESO ED INFLUENZA AI SENSI DEL P.T.C.P. PER LA STABILITA' POTENZIALE
1	LITOTIPI LAPIDEI	LITOTIPI A PREVALENZA CALCAREA FRATTURATI E/O STRATIFICATI	(1)	F1a	Travertino localmente alterato	1.1	7
1				RET	Calcari dolomitici grigio-scuro	1.1	7
1				CCA	Calcarea cavernoso	1.1	7
1				PLIc	Calcari organogeni	1.1	8
1		LITOTIPI A PREVALENZA DOLOMITICA	(2)	BUR	Formazione di Burano	1.2	8

2	SUCCESSIONI CON ALTERNANZE DI LITOTIPI LAPIDEI ED ARGILLOSI	LITOTIPI CON PREVALENTE COMPONENTE LAPIDEA	(1)	FIA	Santa Fiora	2.1	6
2			(1)	PTF	Pietraforte arenarie quarzose	2.1	8
2		LITOTIPI CON PREVALENTE COMPONENTE PELITICA	(2)	STO2	Formazione di Brolio	2.2	6

3	SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE (O GHIAIOSE) -SABBIOSE - ARGILLOSE	DEPOSITI PLIOCENICI A PREVALENZA DI SABBIE	(1)	FAAb	Sabbie e sabbie argillose	3.1	5
3		DEPOSITI PLIOCENICI A PREVALENZA DI SABBIE	(1)	PLIs	Sabbie Gialle e Ghiaie	3.1	6
3		DEPOSITI PLIOCENICI A PREVALENZA DI ARGILLE	(2)	FAA	Argille e argille sabbiose	3.2	4
3		DEPOSITI CONGLOMERATICI E BRECCE	(3)	PLIb-MESa	Ciottolame e ghiaia	3.3	7
3		DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI TERRAZZATI, CONOIDI ALLUVIONALI	(4)	bn1	Alluvioni	3.4	9
3		DETRITI DI VERSANTE, RIPORTI, ACCUMULI DI FRANA E DEPOSITI ELIO-COLLUVIALI	(5)	h	Riporti recenti ed attuali	3.5	1
3		DETRITI DI VERSANTE, RIPORTI, CUMULI DI FRANA E DEPOSITI ELIO-COLLUVIALI	(5)	aaaa aa	Depositi di versante	3.5	4

1-SUCCESSIONE DI LITOTIPI LAPIDEI :

1-litotipi a prevalenza calcarea fratturati e/o stratificati (fla-RET-CCA-PLIc) con rari interstrati argillosi in assetto ordinato con buone proprietà meccaniche. Le caratteristiche meccaniche di tale classe diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione e del grado di fratturazione;

2- litotipi a prevalenza calcarea dolomitica (BUR) Strati lapidei massivi fratturati con buone proprietà meccaniche. Le caratteristiche meccaniche di tale classe diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione e di fratturazione.

1-SUCCESSIONE DI ALTERNANZE DI LITOTIPI LAPIDEI E ARGILLOSI

1- litotipi con prevalente componente lapidea (FIA-PTF) Strati lapidei fratturati e con ridotti interstrati argillosi in assetto ordinato. Arenarie e calciruditi con intercalazioni argillitiche e siltitiche con buone proprietà meccaniche. Le caratteristiche meccaniche di tale classe diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione e della potenza degli strati argilloso-siltosi oltre che all'aumentare del grado di fratturazione.

2- litotipi con prevalente componente pelitica (STO2) le rocce prevalenti sono siltiti marcatamente stratificate, con strati mediamente di 3-5 cm.; subordinatamente vi sono argilliti verdi e nere e rari calcari silicizzati. Le caratteristiche meccaniche sono medio-basse diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione e della potenza degli strati argilloso-siltosi.

3-SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE (O GHIAIOSE)-SABBIOSO-ARGILLOSE

1 - depositi pliocenici a prevalenza ghiaie, sabbie e sabbie argillose (FAAb-PLIs) Depositi eterogenei (ghiaie eterometriche e sabbie) le cui caratteristiche tecniche sono associate strettamente alle condizioni al contorno. In genere si presentano in banchi o lenti e le ghiaie e sabbie sono in grande prevalenza su argille e limi; questi depositi presentano caratteristiche fisico-meccaniche dipendenti dalle condizioni locali, quali in particolare la granulometria e la percentuale di materiali fini (essenzialmente frazione argillosa). Le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni sono generalmente discrete, ma peggiorano considerevolmente in aumento della frazione argillosa ed in presenza d'acqua.

2 - depositi pliocenici a prevalenza di argille ed argille sabbiose (FAA) Depositi coerenti costituiti da materiale prevalentemente argilloso con livelli decimetrici di siltiti le cui

caratteristiche meccaniche peggiorano all'aumentare del contenuto d'acqua.

3 - **depositi conglomeratici e breccie** (PLIb-MESa) Relativamente alla frazione ghiaiosa la matrice dei livelli a ciottoli è generalmente mal classata. Il materiale è classificabile come una miscela di ghiaie e sabbie alternate a livelli di ghiaie limose e miscele di ghiaia , sabbia, limo in banchi irregolari più o meno cementati. Le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni sono generalmente molto buone.

4 - **depositi alluvionali attuali e terrazzati, conoidi alluvionali** (bn1) Depositi incoerenti costituiti da materiali grossolani e fini presenti lungo gli alvei dei corsi d'acqua, derivante dalla deposizione di materiali trasportati dalle acque

5 - **detriti di versante, riporti , accumuli di frane e depositi elio-colluviali** (h-aa) Depositi incoerenti costituiti da materiali litoidi spigolosi a pezzatura diversa immersa in matrice fine derivante da azioni antropiche o dal disfacimento delle formazioni limitrofe ed accumulatisi ai piedi dei versanti per azione gravitativa o lungo le pendici dei versanti per alterazione chimico fisica dei terreni e conseguente rimobilitazione degli stessi.

4-2 SONDAGGI E DATI DI BASE

La carta dei sondaggi e dati di base è stata redatta in base ai dati dell'archivio personale ed alla documentazione reperita presso l'archivio del Comune riguardanti le indagini geognostiche eseguite nella zona oggetto di studio. I dati di archivio censiti (n. 650 sondaggi e n. 271 prove penetrometriche) sono stati rappresentati in carta, indicando l'ubicazione della singola prova a cui è stato assegnato un codice numerico progressivo ed una simbologia di riferimento in relazione anche alla tipologia d'indagine:

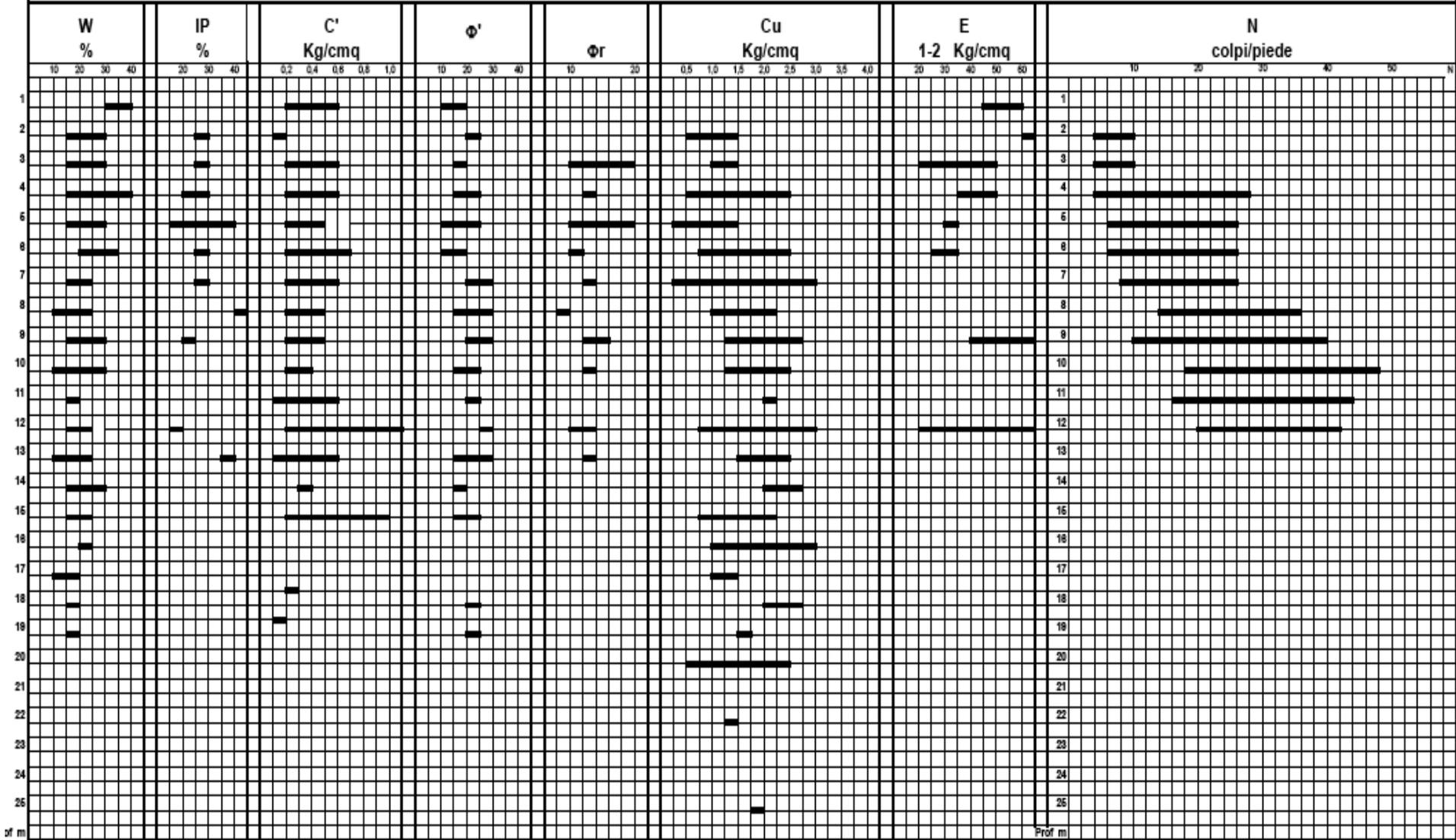
-  Prove penetrometriche dinamiche;
-  Prove penetrometriche statiche;
-  Sondaggio a carotaggio continuo;
-  Sondaggio a carotaggio continuo con analisi di laboratorio e SPT

Nella tavola in formato digitale (Software ArcGIS) cliccando sul punto d'indagine compare una finestra nella quale è riportato in modo sintetico la prova o la stratigrafia con le caratteristiche fisico-meccaniche. A corredo della tavola sono state redatte come allegati cartacei n° 650

stratigrafie e n° 271 prove penetrometriche con riportata anche la numerazione relativa all'ubicazione (**Allegati n° 5 volumi: Stratigrafie da 0 a 180, da 181 a 350, da 351 a 520, 521 a 650, Diagrammi prove penetrometriche da a 271**)

Di seguito sono riportate le due tabelle, con i parametri geotecnici più significativi dei materiali coesivi ed incoerenti. Entrambi i tipi di materiali che presentano in generale **caratteristiche geotecniche medio-buone e gradi di addensamento e di consistenza variabili da moderatamente ad altamente addensati e da consistenti a molto consistenti, generalmente da normalconsolidati a sovraconsolidati,**

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE ARGILLE



5-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Tenuto conto di eventuali e specifici indirizzi tecnici dettati dalla pianificazione di bacino, sono analizzati le forme ed i processi geomorfologici legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale valutandone il relativo stato di attività:

-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);

-quiescente (qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi);

-inattivo (qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione).

Nelle zone di versante sono in particolare approfonditi gli aspetti relativi ai fenomeni franosi.

Per ogni frana, ove possibile, è evidenziata la zona di distacco, la zona di scorrimento (visibile o ipotizzata) e la zona di accumulo (se presente).

Nelle zone di pianura sono in particolare approfonditi gli aspetti legati alle forme di erosione e di accumulo fluviale e lacustre.

Per quanto riguarda l'ambiente fluviale, sono evidenziati anche gli elementi antropici quali le opere di difesa idraulica, in quanto elementi in interazione diretta con la dinamica d'alveo.

Per la simbologia da adottare nella legenda ed i criteri di rappresentazione dei dati, si può fare riferimento a quanto previsto per la carta geomorfologica del territorio regionale.

Nel caso in cui nel territorio indagato siano evidenziate aree con particolari problematiche di dissesto attivo che interessino direttamente, o per effetto indotto, elementi rilevanti esposti a rischio, centri urbani e UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, abbiamo distinto le seguenti zone:

zona 1 - **area in dissesto** (riferita all'area caratterizzata da fenomeni attivi)

zona 2 - **area di influenza** (riferita all'area di possibile evoluzione del dissesto).

L'area di possibile evoluzione del dissesto è valutata coerentemente con la tipologia del

fenomeno e con le ipotesi cinematiche ad esso connesse.

Per le frane a cinematica lenta come gli scorrimenti, gli scorrimenti-colata e le colate lente, le aree di possibile evoluzione, sono generalmente limitate alle immediate vicinanze delle frane stesse.

Per le frane a cinematica veloce (crolli, cadute massi, ribaltamenti, scivolamenti in roccia), le aree di possibile evoluzione comprendono le pareti rocciose o i tratti di versanti molto acclivi e le sottostanti aree di accumulo di detrito (coni detritici).

Per le frane a cinematica rapida (colate di detrito o di terra), le aree di possibile evoluzione normalmente coincidono con gli impluvi di ordine inferiore, ma sono ulteriormente valutate le situazioni morfologiche potenzialmente interessate all'evoluzione del dissesto.

I dati ricavati hanno consentito una caratterizzazione geomorfologica finalizzata alla redazione di studi e cartografie di MS livello 1, così come definite nelle ICMS e dalle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

5-1 DOCUMENTAZIONE STABILITA' DEI VERSANTI (Carta geomorfologica Tav. G3.1-G3.2a-G3.2b-G3.2c)

Tra la documentazione specifica presa a riferimento ricordiamo:

- gli elaborati cartografici del **precedente PRG**
- gli elaborati cartografici e gli allegati del **Piano di Bacino del Fiume Arno** (Piano di assetto idrogeologico) tra i quali in particolare la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – livello di sintesi in scala 1:25.000”, la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivante dall’inventario dei fenomeni franosi – livello di dettaglio in scala 1:10.000”, la “Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità da frana in scala 1:10.000”;
- gli elaborati cartografici e gli allegati del **Piano di Bacino del Fiume Ombrone** (Piano di assetto idrogeologico) in particolare le aree perimetrate con la sigla P.F.M.E. e P.F.E. delle Carta di tutela del territorio” in scala 1:10.000
- gli elaborati cartografici e gli allegati del **Piano di Bacino del Fiume Tevere** (assetto geomorfologico) tra i quali in particolare la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – livello di sintesi in scala 1:25.000”, la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivante dall’inventario dei fenomeni

franosì – livello di dettaglio in scala 1:10.000”, la “Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità da frana in scala 1:10.000”;

- La banca dati del Settore Geologia del Consorzio **LaMMA**, in collegamento con il Sistema Informativo Territoriale Ambientale SITA (P.O. Geologia) della Regione Toscana, e con il Settore Prevenzione del Rischio Idraulico e Idrogeologico della Regione Toscana, con le integrazioni dai piani strutturali dei Comuni, che costituisce a tutt’oggi il dataset di riferimento per tutto il territorio toscano riguardo ai corpi di frana e ai depositi superficiali quali, detriti di versante, detriti di falda, colluvi, depositi eluvio-colluviali, ecc.
- Il **Progetto IFFI** (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall’ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, che fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano.
- I dati relativi alle frane (perimetrazione, tipologia e stato di attività) ed alle ulteriori forme del paesaggio (orli di terrazzo, ruscellamenti concentrati, aree a calanchi, ecc.) ricavati attraverso l’analisi di **foto aeree** coadiuvata dal **rilevamento a terra**, utilizzati per la definizione dei fenomeni geomorfologici presenti nel territorio comunale sono stati presi a riferimento. In seconda approssimazione, i fenomeni individuati con la fotointerpretazione ed il rilevamento di campagna sono stati confrontati con i dati provenienti dalle fonti di cui sopra.

Resta inteso che stante l’imprecisione legata alla scala cartografica richiesta nel P.S. (1:10.000) ed alla mancanza dei parametri relativi alla cinematica ed all’intensità dei fenomeni gravitativi presi in esame, l’inventario dei fenomeni franosi ha una valenza conoscitiva di massima e come tale risulta approssimata, dato che presenta delle lacune di dati scientifici. In particolare, risulta difficile individuare il limite tra stato attivo ed inattivo e stabilire la sottoclasse dello stato di attività (relitte, sospese, quiescenti ecc.), in quanto non sono disponibili misure strumentali od indagini in sito multitemporali. In tal senso risulta importante l’esecuzione di indagini specifiche (sondaggi, misure inclinometriche ecc.) a supporto della richiesta di attuazione di interventi, nel contesto di aree che presentano una criticità intrinseca da dissesti gravitativi in atto o potenziali.

Inoltre, è stato riportato il limite di competenza territoriale tra le Autorità di Bacino del Fiume Arno, Tevere e Ombrone. Tale limite divide il territorio comunale in 3 settori, dei quali quello pertinente all’Autorità di Bacino del Fiume Arno prevale, per estensione, su quelli del Tevere e dell’Ombrone.

I limiti di competenza territoriale tra le Autorità di bacino individuati dagli spartiacque, unitamente all'andamento delle forme recenti dei rilievi, suggeriscono la presenza di due trend morfologici e strutturali prevalenti, orientati secondo una direzione approssimativa NW-SE.

5-2 CARTA GEOMORFOLOGICA

Per la definizione dei fenomeni geomorfologici presenti nel territorio comunale sono stati presi a riferimento i dati relativi alle frane (perimetrazione, tipologia e stato di attività) ed alle ulteriori forme del paesaggio (orli di terrazzo, ruscellamenti concentrati, aree a calanchi, ecc.) dedotti attraverso i dati e le informazioni sopra elencate.

In ottemperanza alla nuova normativa sono state analizzate le forme di processi geomorfologici legati alla dinamica di versante (forme, depositi e processi legati all'azione della gravità quali frane, scarpate in degradazione e naturali, franosità superficiale diffusa ed alla dinamica fluviale (orli di terrazzi, ruscellamenti concentrati, le aree a calanchi, ecc) valutandone il relativo stato di attività:

- **Frana attiva** (in presenza di 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). Nelle tavole geomorfologiche abbiamo distinto:
 - frana per crollo o ribaltamento
 - frana per scivolamento o scorrimento
 - area a franosità superficiale diffusa
 - colata di terra
 - soliflusso
- **Frana quiescente** (in presenza di evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi). Nelle tavole geomorfologiche abbiamo distinto:
 - frana per scivolamento o scorrimento
 - frana di colamento
 - area a franosità superficiale diffusa
- **Frana non attiva** (in presenza di elementi morfologici che siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione). Nelle tavole geomorfologiche abbiamo distinto:
 - frana per scivolamento o scorrimento

- **Frana consolidata** mediante interventi antropici

In particolare l'area a franosità superficiale diffusa "attiva" è caratterizzata da una serie di movimenti superficiali lenti non cartografabili, consistenti in uno spostamento molto lento di materiale superficiale (coltre colluviale) in condizioni di forte imbibizione e sono riconoscibili per le caratteristiche ondulazioni della superficie dissestata che si sviluppano soprattutto lungo le scarpate di versanti scarsamente vegetati, ma anche degli assestamenti di terreni di riporto disposti lungo pendii; per le **aree a franosità superficiali diffusa quiescente** "trattasi di aree un tempo interessate da dissesti in atto superficiali non precisamente riconducibili a delle sole frane od a dei soli soliflussi ma ad esempio a degli assestamenti lungo pendii, fenomeni che si sviluppano soprattutto lungo le scarpate di versanti scarsamente, ma che attualmente sono caratterizzate dall'assenza di un'attività certa che interessa l'area e da segni localizzati di dissesto";

Mentre per buona parte delle frane la definizione dello stato di attività si è basata sul principio della presenza od assenza di evidenze morfologiche e/o cinematiche che avallano l'esistenza di un fenomeno gravitativo in atto e da informazioni rinvenute nel corso dell'analisi di foto aeree multitemporali, per alcune sono stati determinanti i dati inclinometrici (Frana Castagnolo-Le Case)

Per le aree in dissesto attivo che interessano centri urbani e UTOE e aree con particolari problematiche di dissesto attivo che interessino direttamente o per effetto indotto elementi rilevanti esposti a rischio, sono state distinte le seguenti zone:

- **Zona 1- area in dissesto** (riferita all'area caratterizzata da fenomeni attivi)
- **Zona 2 –area di influenza** (riferita alla fascia di possibile evoluzione del dissesto).

Per le **frane attive l'area di influenza** è stata determinata tenendo conto della tipologia della frana, della sua cinematica, dell'estensione e dell'acclività. L'ampiezza di questa fascia di rispetto non è sempre costante in quanto tiene conto del tipo di fenomeno gravitativo, della presenza di opere antropiche ricadenti in prossimità dell'area in dissesto (quali ad es.: laghi, dighe, strade, ferrovie, edifici ecc.) nonché della concomitanza di ulteriori fenomeni morfologici che possono influenzare l'estensione e la riattivazione del dissesto in oggetto (quali ad esempio: erosioni concentrate perimetrali all'area in frana).

Nell'ambito della stessa frana si è applicato un buffer di diverso spessore per il coronamento, la zona di scorrimento e la zona di accumulo variabile da 5 a 15 m.

Per le scarpate litologiche attive nell'individuazione dell'area di influenza si è tenuto conto delle loro effettive dimensioni e caratteristiche litologico-tecniche, attribuendo buffer diversi.

Per i territori delle AdB Arno e Ombrone, dove erano già state individuate le aree a pericolosità geomorfologica e per frana, le aree di influenza corrispondono alle perimetrazioni PFME e PF4, questo per allineare quanto più possibile le pericolosità individuate ai sensi del 53/R con quelle delle AdB.

Nel territorio comunale sono state cartografate circa 40 frane tra attive e quiescenti , inattive e consolidate, aree a franosità diffusa superficiale, aree potenzialmente instabili, colate di terra, soliflussi, oltre quelle riportate dai PAI dei fiume Arno, Ombrone e Tevere: la maggior parte delle frane sono risultate di scivolamento e scorrimento (frane lente); in prossimità di cigli di scarpate morfologiche si sono verificate frane per crollo o ribaltamento e colate di terra.

Le aree instabili o potenzialmente instabili interessano tutta la fascia di terreni neogenici (argille, sabbie), pari al 60% del territorio comunale situati principalmente a monte e a valle di Viale della Libertà. Nel caso specifico il movimento franoso è determinato dallo slittamento verso valle di una massa terrosa di natura permeabile sovrapposta ad un'altra impermeabile. L'acqua con la sua azione disgregatrice, attraversando e liquefacendo e stemperando lo strato permeabile delle masse terrose, rompe l'equilibrio delle forze (forze di coesione, attrito e gravità) e ne favorisce lo scoscendimento verso valle.

Alcune di queste frane sono state monitorate e consolidate in parte (Frana Castagnolo-Le Case, zona a valle di Via Sabatini, Viadotto Ribussolaie, La Pedata; in particolare di recente tutto l'impluvio sottostante il viadotto delle Ribussolaie ha subito un intervento di rimodellazione dei versanti mediante gradonature e viminate (intervento di ingegneria naturalistica). Anche se l'intervento ha contribuito a migliorare la stabilità globale del versante il fatto che su alcuni gradoni si siano verificati superficiali movimenti gravitativi, ci induce a mantenere elevato il grado di pericolosità dell'area.

6-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI E DELLE AREE ALLAGABILI (Carta della pericolosità idraulica e delle aree allagabili Tav.G.8.1 Tav. G.8.2a Tav. G.8.2b Tav. G.8.2c)

6-1 GENERALITA'

Vengono presi in considerazione gli elementi idrologico-idraulici necessari per valutare la probabilità di esondazione dei corsi d'acqua, ricompresi nel reticolo della difesa del suolo, come definito nei PAI approvati, ovvero come definito nel PIT, nonché la probabilità di allagamento per insufficienza di drenaggio in zone depresse. Tenuto conto degli indirizzi tecnici dettati dagli atti di pianificazione di Bacino, vengono analizzati gli aspetti connessi alla probabilità di allagamento:

- *per fenomeni di inondazioni da corsi d'acqua*
- *per insufficienza di drenaggio.*

Ne consegue che in fase di redazione delle indagini geologiche di supporto agli strumenti urbanistici comunali, oltre agli aspetti legati alle caratteristiche prettamente geologiche del territorio, debbano essere individuate le aree in cui, per la particolare situazione altimetrica e/o per la presenza di notizie storiche di esondazioni, sussista una pericolosità idraulica potenziale o reale.

Il territorio comunale di Chianciano Terme interessa ben tre Bacini idrografici: Arno, Ombrone e Tevere e pertanto deve sottostare alle norme di attuazione dell'Autorità di Bacino di detti fiumi. Le perimetrazioni delle aree e delle fasce fluviali con pericolosità idraulica effettuate dalle tre autorità di bacino sono state preventivamente riportate su 3 specifiche basi cartografiche al fine di avere il parere dell'Autorità di Bacino competente. Successivamente le perimetrazioni sono state riportate su di un'unica base cartografica al fine di consentire l'analisi congiunta delle informazioni disponibili, nonché mettere a confronto i differenti criteri di valutazione utilizzati

6-2 PAI ARNO - ASPETTI IDRAULICI

In relazione alle condizioni idrauliche e idrogeologiche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, sono soggette alle norme le aree individuate in una specifica cartografia con pericolosità così graduata: **Pericolosità**

idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2):

-aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni;

-aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3):

-aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni;

-aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):

-aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni;

-aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

In conformità al regolamento di attuazione dell'Art. 62 della L.R. 1/2005 in base al DPGR 53/R del 25/10/2011 per le unità territoriali organiche (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, è necessario definire gli ambiti territoriali interessati da allagamenti in generale riferiti rispettivamente a $TR \leq 30$ anni, $30 < TR \leq 200$ anni. In presenza di specifiche indicazioni dei PAI o in relazione ad esigenze di protezione civile possono essere definiti ambiti territoriali interessati da $200 \leq TR \leq 500$ anni.

In particolare dall'Allegato 2 delle Norme di Attuazione del Pai (riferimento per la redazione degli art. 27 e 32 delle Norme suddette) sono previste verifiche con tempi di ritorno $T_r=100$ anni.

Fuori dalle (UTOE), potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, sono comunque definiti gli ambiti territoriali di fondovalle per i quali ricorrono notizie storiche di inondazioni (Aree soggette ad inondazioni estratte dal Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale di Siena) e gli ambiti di fondovalle posti in situazioni morfologicamente sfavorevoli, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda, in base alla 53/R. Riguardo al territorio comunale di Chianciano Terme la pericolosità idraulica si limita alle aree di pertinenze degli alvei dei torrenti (P.I.1) ed alle zone in pianura situate sul confine di Est del territorio comunale relative al Torrente Parce e Monaco (P.I.2).

6-2-1 Estremi di progetto per le UTOE- Aspetti idraulici

Lo studio per la valutazione degli aspetti idraulici del territorio comunale interessato dalla UTOE è stato eseguito dall'Ing. Jacopo Svetoni dello Studio IBS di Chianciano Terme, studio che è **riportato in allegato** del quale di seguito commentiamo la relazione introduttiva.

La metodologia adottata per lo studio della Pericolosità Idraulica è coerente con quanto richiesto (ex B.4 e C.2 All. A) dal D. P. G. R. n. 26/R 2007, dal D.P.R.G n. 53/R riguardante il Regolamento per attuazione Art. 62 L. R. n. 1/2005 e **dall'Allegato 2 delle Norme di Attuazione del Pai (riferimento per la redazione degli art. 27 e 32 delle Norme suddette)**

6-2-2 Oggetto

Illustrazione metodologia di studio per la determinazione delle aree interessate da allagamenti con tempi di ritorno T_R di 30, 100, 200 e 500 anni.

Si studiano 3 aste fluviali appartenenti a territorio comunale di Chianciano Terme:

- Asta principale del torrente Monaco (analizzata ma non allegata perché non interessata da UTOE) Resta comunque disponibile il materiale documentale a corredo della sua analisi.
- Asta principale del fosso Mezzomiglio (corso d'acqua interessato da tombinatura);
- Asta principale del fosso Ruoti (corso d'acqua interessato da tombinatura).

Una quarta asta è quella posta a valle della Diga sull'Astrone. Il sistema fluviale dell'omonimo corso d'acqua non viene numericamente esaminato in questo studio. La diga dell'Astrone, infatti, è stata oggetto nel 1996 di uno studio di dettaglio dell'Ing. Renzo Patacca di Assisi, elaborata per conto del CIGAF (Consorzio Intercomunale per la gestione dei servizi Acquedotto e Fognatura).

Dal momento che la 53/R non contempla la suddetta verifica verrà prodotta una relazione a parte in modo che l'Amministrazione Comunale possa tenerne conto in ambito di Protezione Civile.

6-2-3 Analisi idrologica

Considerata il deficit di misurazioni di portata, si stimano le portate al colmo massime annuali partendo dai dati di pioggia con un modello afflussi-deflussi.

I dati di **precipitazione massimi annuali** derivano da un'inferenza statistica in cui la distribuzione del massimo annuale di portata, **di fissato tempo d ritorno TR e durata** pari al tempo di corrivazione t_c di bacino, è tratta dalla c.d. "TCEV" (Gumbel bi-parametrica) come parametrata dal PAI-REG TOSC – PIN.

Figura 2-1 Massimo annuale della precipitazione di durata t_c e tempo di ritorno TR espressa con la "TCEV"

$$\text{Massimo annuale di precipitazione: } h_{[mm]} = a \cdot \tau_c^n_{[ore]} \cdot T_R^m_{[anni]}$$

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE DELLE STAZIONI DEL COMPARTIMENTO DI PISA

COLLABORAZIONE SCIENTIFICA
CON PIN-CENTRO STUDI INGEGNERIA (UNIVERSITÀ DI FIRENZE) E REGIONE TOSCANA

Figura 2-2

Figura 2-3 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale inferiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze.

Stazione: CHIANCIANO TERME - [680]

Durata inferiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		5'	10'	15'	20'	30'		
	<i>a</i>	23.195	11.8	15.5	18.1	20.2	23.6	mm
<i>n</i>	0.385	10 anni	13.4	17.5	20.4	22.8	26.7	mm
<i>m</i>	0.177	20 anni	15.1	19.8	23.1	25.8	30.2	mm
		50 anni	17.8	23.2	27.2	30.4	35.5	mm
		100 anni	20.1	26.3	30.7	34.3	40.1	mm
		200 anni	22.7	29.7	34.7	38.8	45.4	mm

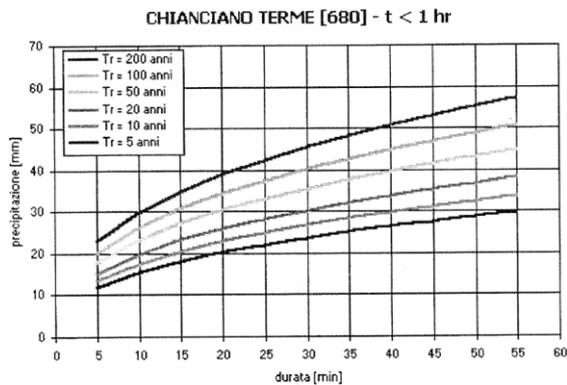
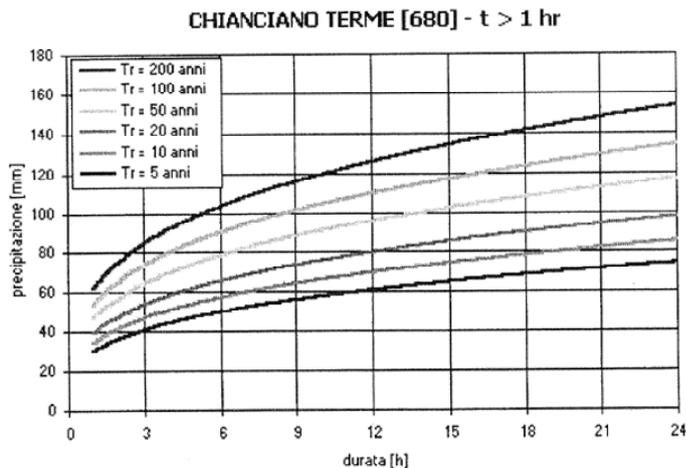


Figura 2-4 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale superiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze.

Durata superiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		1 h	3 h	6 h	12 h	24 h		
	<i>a</i>	21.782	29.9	40.9	49.9	60.9	74.3	mm
<i>n</i>	0.287	10 anni	34.2	46.9	57.2	69.8	85.1	mm
<i>m</i>	0.196	20 anni	39.2	53.7	65.5	79.9	97.5	mm
		50 anni	47.0	64.3	78.5	95.7	116.7	mm
		100 anni	53.8	73.7	89.9	109.7	133.8	mm
		200 anni	61.7	84.5	103.0	125.7	153.3	mm



Elaborazione dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. Ultimo aggiornamento: Ottobre 1998

6-2-4 Osservazioni :

Considerata la ridotta dimensione dei bacini imbriferi in esame (39; 60 e 120 ha), non si reputa necessario il ragguaglio del dato di pioggia alla superficie.

Il calcolo così condotto assicura comunque la tutela della sicurezza.

6-2-5 Calcolo del coefficiente di afflussi "K"

Dal dato di precipitazione netta "P" si attinge la "precipitazione efficace" seguendo la metodologia suggerita dal Soil Conservation Service e indicata col termine di "**Metodo CN del SCS**".

La metodologia, di comune impiego può così sintetizzarsi:

Si individuano la geomorfologia e la permeabilità del terreno.

Si definisce la categoria d'uso del suolo.

Con la tabella del CN si stima il parametro CN medesimo.

Si fissano le condizioni "AMC" di stato vegetativo individuando così il parametro CNI o CNII o CNIII da impiegare effettivamente.

Si stima il massimo assorbimento potenziale S nella condizione AMC.

Una frazione α di S viene decurtata dalla pioggia per "**infiltrazione all'inizio dell'evento piovoso**".

Per un dato tempo di ritorno TR e per una precipitazione di durata τ_c (assunto pari al tempo di corrivazione di bacino) si trova il "**coefficiente di afflusso $k = P_e/P$** " che permette di computare la precipitazione efficace che effettivamente concorre alla formazione della portata di piena.

$$k = \frac{P_e}{P} = \frac{1}{P} \cdot \frac{P^2 \cdot \left(1 - \alpha \cdot \frac{S}{P}\right)^2}{P \cdot \left[1 + (1 - \alpha) \cdot \frac{S}{P}\right]} = \frac{\left(1 - \alpha \cdot \frac{S}{P}\right)^2}{1 + (1 - \alpha) \cdot \frac{S}{P}}$$

6-2-6 Calcolo delle portate di colmo QTr

Per il prefissato tempo di ritorno si passa al calcolo delle portate di colmo QTr.

Si assume che il coefficiente di afflusso "k" coincida col coefficiente di deflusso " ϕ ".

Si conclude il calcolo stimando la portata massima annuale alla sezione di chiusura del bacino, per un dato tempo di ritorno e per uno scroscio di durata pari al tempo di corrivazione (criterio validato dalla cosiddetta "formula razionale del metodo della corrivazione"):

$$Q_{Max} = 0.278 \cdot \varphi \cdot \frac{h \cdot S}{T_c}$$

φ = Coefficiente di DEFLUSSO che si fa concidere con quello k di AFFLUSSO

$$Q_{Max} = \left[\frac{m^3}{s} \right] \text{Dipende dal Tr}$$

$h = [mm]$ Dipende dal Tr e dalla durata di scroscio τ_c

$$S = [km^2]$$

$\tau_c = [ore]$ Per la formula razionale lo scroscio dura come il tempo di corrivazione.

Nei paragrafi successivi la sintesi dell'indagine.

Per la stima delle portate si vedano i prospetti allegati

ASTE FLUVIALI E PERIMETRATURA SOTTOBACINI TRIBUTARI DETERMINATA SU CTR 1:2'0

SCHEMA DEI SOTTOBACINI CONSIDERTI

CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO RUOTI 1

CALCOLO DELLE PORTATE RAMO RUOTI 2-3

CALCOLO DELLE PORTATE RAMO RUOTI 4

CALCOLO DELLE PORTATE RAMO MEZZOMIGLIO 1

CALCOLO DELLE PORTATE RAMO MEZZOMIGLIO 2-3

6-2-7 Perimetrazione dei bacini tributari

Individuati su base cartografica 1 a 2000 sono raffigurati in § 4.1 e in § 4.2

6-2-8 Modellazione

Attraverso il software ArcGIS 10.0 con l'applicativo HEC GEO RAS 10 sono stati tracciati i corsi d'acqua su modello digitale del terreno 1 a 2000. Ne sono state dedotte le sezioni trasversali.

Attraverso il software HEC RAS 4.1.0 è stata condotta una simulazione di moto permanente unidimensionale.

Una prima modellazione si è resa necessaria per definire le portate necessarie alla modellazione dei tratti urbani: una frazione delle portate attribuite è stata sottratta perché convogliata dalle tombinature presenti (cfr. § 4.18). Impiegando le portate tracimate è stato così possibile rieseguire la modellazione completa § 4.19 Dalla modellazione (visivamente osservabile in § 4.20) è stato possibile intercettare le superficie idriche **col modello di terreno ottenendo, per esempio, le aree allagabili § 4.21 e e § 4.22**

6-2-9 Considerazioni finali

L'esito delle modellazioni pone in evidenza l'inadeguatezza delle sezioni impiegate nelle 2 tombinature presenti. Il dato numerico trova peraltro conferma nel repertorio storico di tracimazioni che, sebbene in misura più contenuta, hanno luogo in corrispondenza degli imbocchi.

Segnalata quindi la necessità di adeguare i due collettori e la manutenzione fluviale necessaria alle sezioni di imbocco, si è provveduto comunque ad una tracciatura dei perimetri allagabili che si possono ipoteticamente trarre dalla modellazione. Detti perimetri, collocati in un ambito fortemente urbanizzato (quali sono quelli a valle di Via Moro e di S Elena), scontano manifeste incongruenze numeriche e sono da interpretarsi come semplici speculazioni che non pretendono di esaurire in modo compiuto lo studio del moto (eminente tridimensionale) con cui l'onda di piena, non convogliata e tracimante, si distribuisce.

L'individuazione del pericolo idraulico che ne consegue, e la definizione del deficit di capacità drenante, si ritiene tuttavia che completino sufficientemente gli scopi di questo tipo di trattato.

Si segnala che la visione planimetrica che ne scaturisce sovente non manifesta, tra le aree allagate con differenti tempi di ritorno, una differenza cartografabile alla scala di restituzione; pertanto la pericolosità idraulica viene rappresentata tracciando un'unica fascia che massimizzi la sicurezza (ovvero attribuendo pericolosità idraulica più conservativa).

Riguardo agli studi specifici sulle aree inondabili con tempi di ritorno T_r 30- 100-200-500 relativi **al Fosso di Mezzomiglio in Via Aldo Moro ed al fosso dei Ruoti a S. Elena** si rimanda alla relazione allegata e alla Tav. 11.2a e 11.2 dove sono evidenziate le aree con le relative pericolosità

Laddove non è emersa una differenza cartografabile alla scala di restituzione tra le aree allagate con differenti tempi di ritorno, è stato assegnato il tempo di ritorno minore a favore della sicurezza.

In particolare per il **fosso dei Ruoti** abbiamo una fascia a pericolosità PI4 (pericolosità molto elevata) a monte della tombinatura in prossimità dell'ingresso della sorgente S. Elena, una pericolosità PI3 (pericolosità elevata) nel tratto tombinato presente dalla rotonda di S. Elena al di sotto degli impianti sportivi, ed un tratto a pericolosità PI3 PI4 fino a Via dei Vepri.

Riguardo al **Fosso di Mezzomiglio** abbiamo una fascia a pericolosità PI3 e PI2 (pericolosità molto elevata e media) a monte della tombinatura in prossimità di via Tevere, una pericolosità PI3 (pericolosità elevata) nel tratto tombinato presente da Via Tevere all'inizio di Via pericolosità che continua fino alla confluenza con il fosso dei Ruoti.

Come ultima considerazione vogliamo far presente che è implicito che la perimetrazione della pericolosità idraulica ricavata su base cartografica in scala 1:2.000 presenta un dettaglio maggiore di quella dedotta per interpolazione di quote altimetriche dalla cartografia di riferimento in scala 1:10.000, inoltre non c'è perfetta coincidenza per cui nella tavola al 10.000 abbiamo riportato anche l'asta fluviale di riferimento a scala 1:2.000.

Appare importante sottolineare che le perimetrazioni riportate nella cartografia prodotta sono da ritenere indicative e devono essere viste come un elemento di visione generale, con largo grado di approssimazione, nel territorio comunale.

Riguardo allo studio completo delle aree a pericolosità idraulica relative ai fossi di Mezzomiglio e Ruoti si rimanda alla relativa relazione del Dr. Ing. Jacopo Svetoni allegata.

Nella parte Nord- Est del territorio comunale abbiamo aree a pericolosità media PI2 e moderata PI1 individuate dal PAI dell'Arno, in scala 1:25.000

Al di fuori delle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e di assenza di studi idrologici idraulici, sono stati comunque definiti gli ambiti territoriali di fondo valle, anche se in mancanza di notizie storiche di inondazione, si è tenuto conto degli ambiti posti in situazioni morfologicamente sfavorevoli, di norma a quote altimetriche inferiori a 2 metri sopra il piede dell'argine, o in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

6-3 PAI OMBRONE ASPETTI IDRAULICI

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici delle aree interessate dal Bacino del Fiume Ombrone, non essendo individuate dal Pai stesso aree a pericolosità, le perimetrazioni introdotte seguono i criteri morfologici geometrici della 53/R in quanto non ricadenti nelle Utoe in rif. Allegato A punto B.4.

Sul lato di Sud-Ovest del territorio comunale la pericolosità idraulica elevata PIE si limita alle pertinenze degli alvei del Torrente Giuncheto e Prati.

6-4 PAI TEVERE ASPETTI IDRAULICI

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici delle aree interessate dal Bacino del Tevere, (torrente Astrone) non essendo individuate dal Pai stesso aree a pericolosità, le perimetrazioni introdotte seguono i criteri morfologici della 53/R in quanto non ricadenti nelle Utoe in rif. Allegato A punto B.4

Per torrente Astrone esiste uno studio di “Verifica idraulica delle piene artificiali determinate dalla manovra degli organi di scarico della Diga Astrone” redatto dall’Idrostudio di Firenze del 2002 e commissionato dalla S.p.A Nuove Acque; nello studio sono riportate le aree soggette ad allagamento a seguito dello studio del “Calcolo dell’onda di sommersione conseguente all’ipotetico collasso dell’opera” eseguito per conto del C.i.g.a.f. dal Dott. Ing. Renzo Patacca nel 1995.

Dal momento che la 83/R non contempla la suddetta verifica verrà prodotta una relazione a parte in modo che l’Amministrazione Comunale possa tenerne conto in ambito di Protezione Civile.

Riguardo alla zona a Sud dell’UTOE “Lottizzazione Astrone”, soggetta ad inondazioni secondo il Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale di Siena, si fa presente che in detta area è presente attualmente un rilevato dell’altezza di circa 6 m. al di sopra dell’argine del torrente stesso.

7-ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI

7-1 IDROGEOLOGIA (Carta idrogeologica Tav. G.4.1)

La Carta Idrogeologica rappresenta la sintesi dei dati desunti dalla bibliografia disponibile. Le formazioni affioranti nel territorio comunale sono state classificate e quindi cartografate in relazione alle loro diverse macrocaratteristiche di porosità e permeabilità, facendo riferimento alla composizione granulometrica dei tipi litologici, ma anche al grado di addensamento, di cementazione intergranulare ed allo stato di fratturazione. Il tutto è stato integrato con i dati relativi alle caratteristiche tecniche e stratigrafiche di n° 189 pozzi e n°46 sorgenti, usufruendo dei dati ricavati dalle denunce fatte da privati ed enti al Comune di Chianciano Terme ed al Consorzio

Acquedotto del Vivo per approvvigionamento idrico da fonte diversa dal pubblico acquedotto, ai fini di quanto prescritto dall'Art. 7 della Legge n° 319 del 10/5/1976, dai dati forniti dal Genio Civile di Siena, da quelli ricavati dai lavori dell'UNIGEO del 1967 e della Mediterranea Prospezioni del 1973.

7-1-1 caratteristiche idrogeologiche delle falde

La situazione geologico-strutturale si riflette sull'idrologia di tutta la zona: i calcari, le sabbie, i conglomerati ed i travertini costituiscono gli acquiferi.

7-1-1-1 falda dei calcari

La giacitura dei terreni della formazione calcareo-dolomitica e l'andamento delle dislocazioni tettoniche determinano la circolazione sotterranea delle acque meteoriche. Queste penetrano agevolmente nel sottosuolo causa l'intensa fratturazione e fessurazione delle rocce.

I limiti di permeabilità del bacino idrogeologico sono delimitati verso oriente dalla piega-faglia il cui sovrascorrimento ha determinato l'accavallamento del complesso carbonatico-dolomitico sopra i terreni neoautoctoni prevalentemente impermeabili, mentre, nella parte orientale, sono delimitati dalle dislocazioni tettoniche sub-verticali che impediscono l'afflusso delle acque verso occidente. Queste dislocazioni che bordeggiano gli affioramenti dei calcari favoriscono la risalita da grandi profondità dei fluidi caldi che mineralizzano le acque. Caratteristica comune a queste acque è l'elevata durezza e mineralizzazione e la presenza di gas. La temperatura, spesso superiore alla temperatura media ambientale, raggiunge una punta massima di 39°C. nella Sorgente Sillene.

7-1-1-2 falda delle sabbie e ghiaie

Quasi tutte le manifestazioni idriche sono impostate nelle sabbie, ghiaie e conglomerati o nelle intercalazioni e lenti sabbiose della formazione argilloso sabbiosa. Trattasi di una circolazione di acqua di modesta entità. I numerosi pozzi inventariati (la maggior parte della profondità di 10-15m.) emungono acqua da tali intercalazioni e lenti. Frequenti sono anche le piccole sorgenti con portate ridottissime che emergono dove le intercalazioni sabbiose intersecano la superficie topografica.

La ridotta potenzialità della falda è in relazione con la discontinuità e limitatezza degli affioramenti e la loro significativa componente argillosa.

La maggiore concentrazione di pozzi (circa 70 su di una superficie di circa 2 Km²) si ha intorno al Centro Storico. Vi sono anche n. 8 sorgenti delle quali la n. 2 (S. Agostino) e la n. 7 (S. Elena) discretamente mineralizzate.

Si ha una certa concentrazione di pozzi (circa 45) nella fascia Loc. Le Case-Pietriccia. Da segnalare i pozzi n° 155; 90 e 91 con portate superiori a 0,5 l/sec. ed i pozzi dal 168 al 175 con portate intorno al litro/secondo.

Sono presenti più a Sud della fascia sopra indicata n° 14 sorgenti, oltre a quelle già segnalate che attingono dalla falda dei calcari.

In Loc. "Cavine". v sono circa 20 pozzi e n° 2 sorgenti.

I pozzi d'acqua inventariati sono esclusivamente quelli denunciati presso il Comune e quelli ricavati dalla bibliografia esistente.

Ci risulta tuttavia la presenza di un discreto numero di altri pozzi non denunciati per i quali si ritiene necessario provvedere ad un loro censimento contemporaneamente al controllo e verifica dei punti d'acqua già censiti per poter completare la raccolta dati e procedere successivamente integrare studio idrogeologico.

Nella Carta Idrogeologica sono stati riportate tutte le sorgenti, le sorgenti termali e minerali, pozzi per captazione di acque termali e minerali, pozzi di captazione ad uso idropotabile, pozzi di captazione ad uso domestico/altri usi, e prelievi idrici pubblici da acque superficiali ad uso idropotabile. Ogni pozzo e sorgente è stato identificato con relativo codice identificativo ed ove presente è indicata la quota del livello della falda in m..s.l.d.m. per cui è stato possibile indicare nella carta le curve isopiezometriche e relative quote effettive e presunte e quindi anche la direzione di flusso.

Per assicurare e mantenere le caratteristiche qualitative delle acque minerali, di sorgente e

termali oggetto di sfruttamento, sono stabilite aree di salvaguardia **Legge regionale 27 luglio 2004, n. 38** da individuarsi mediante specifica indagine idrogeologica distinte in:

a) zone di rispetto, costituite da una superficie territoriale minima indispensabile a garantire la certezza di difesa da agenti inquinanti;

b) zone di protezione ambientale della risorsa idrica minerale, di sorgente, e termale, costituite dagli ambiti dei bacini imbriferi relativi alle aree di ricarica delle falde.

Per i perimetri delle zone di **concessione, rispetto e protezione delle sorgenti e pozzi termo-minerali** si rimanda al **capitolo 10 aree problematiche idrogeologiche** ed alla **Tav.G.5.1**.

7-1-2 Pozzi e sorgenti termali

Per quanto riguarda le falde acquifere non termo-minerali queste, di ridottissima portata, sono racchiuse nelle formazioni neogeniche ed emergono al contatto tra le formazioni sabbioso-conglomeratiche superficiali e la sottostante formazione argillosa pliocenica; spesso sono intercettate da pozzi di ridotta profondità o emergono attraverso modeste sorgenti dove le intercalazioni sabbiose intersecano la superficie topografica.

La ridotta potenzialità della falda è in relazione con la discontinuità e limitatezza degli affioramenti e la loro significativa componente argillosa.

Come sopra detto sono stati inventariati n° 189 pozzi e n°46 sorgenti usufruendo dei dati ricavati dalle denunce fatte al Comune di Chianciano Terme ed al Consorzio Acquedotto del Vivo per approvvigionamento idrico da fonte diversa dal pubblico acquedotto, ai fini di quanto prescritto dall'Art. 7 della Legge n° 319 del 10/5/1976, dai dati forniti dal Genio Civile di Siena da quelli ricavati dai lavori dell'UNIGEO del 1967 e della Mediterranea Prospezioni del 1973.

Per ogni pozzo, nelle tabelle allegate, sono riportati, ove disponibili, il tipo di rivestimento, il diametro, la profondità, il livello statico dell'acqua e la portata.

N. POZZO	TIPO POZZO	TIPO TUBAZIONE	QUOTA FALDA (m. s.l.m.)	LIVELLO (m. dal p.c)	DIAMETRO (mm.)	PROF. (m.)	PORTATA (l/min)	OSSERVAZIONI
1	Non idropotabile							
2	Non idropotabile							
3	Non idropotabile	Plastica	409	0,6	1000	5		
4	Non idropotabile	Eternit		14	300	18		
5	Non idropotabile							
6	Non idropotabile							
7	Non idropotabile	Cemento	415	2,5	1000	3		
8	Non idropotabile	Plastica	451	1,8	600	6		
9	Non idropotabile	Cemento	475	1,5	1000	3		
10	Non idropotabile							
11	Non idropotabile	Eternit	414	12	200	32	6	
12	Non idropotabile	Cemento	430	3	1000	6		
13	Non idropotabile							
14	Non idropotabile	Muratura	474	2	1800	4		
15	Non idropotabile	Plastica	422	0,5	1000	17		
16	Non idropotabile	Muratura			1000	6		
17	Non idropotabile	Plastica	423	7	500	10	8	
18	Non idropotabile	Muratura	389	2	1000	6		
19	Non idropotabile							
20	Non idropotabile		399	3	1000	5	9	
21	Non idropotabile	Muratura	405	3	400	8		
22	Non idropotabile	Plastica	389	2	500	7	5	
23	Non idropotabile	Cemento	383	10	500	20		
24	Non idropotabile	Plastica	388	4	900	12		
25	Non idropotabile	Mattoni	410	5	1000	18		
26	Non idropotabile	Eternit	400	7	200	17		
27	Non idropotabile	Eternit		17	200	18		
28	Non idropotabile	Cemento	395	13	200	19		
29	Non idropotabile	Cemento	445	3	1200	6		
30	Non idropotabile	Mattoni	400	1	1000	12		
31	Non idropotabile	Mattoni	378	2	1000	6		
32	Non idropotabile	Muratura	344	4	1200	6		
33	Non idropotabile	Muratura	411	3	1200	6		
34	Non idropotabile	Muratura	414	3	1000	7		
35	Non idropotabile	Cemento	379	2	1000	3,5		
36	Non idropotabile	Cemento	371	3	1000	5		
37	Non idropotabile	Cemento	374	0,6	1000	5		
38	Non idropotabile	Cemento	361	12	400	22		
39	Non idropotabile	Eternit	411	4,5	200	10		
40	Non idropotabile	Cemento	399	2,5	250	10		
41	Non idropotabile							Cisterna
42	Non idropotabile				300	17		
43	Non idropotabile	Muratura	389	1,2	1200	8		
44	Non idropotabile	Muratura		1,6	1800	2,3		
45	Non idropotabile	Muratura		2	2000	4,2		
46	Non idropotabile	Mattoni	384	1	1200	1,5		
47	Non idropotabile	Muratura	361	1,8	1000	7		
48	Non idropotabile	Plastica	335	6	200	44	20	
49	Non idropotabile	Eternit	347	12	200	18	20	
50	Non idropotabile	Eternit			400	18		
51	Non idropotabile	Mattoni	326	5	1000	15		
52	Non idropotabile	Eternit	322	7	600	32		
53	Non idropotabile	Mattoni	344		1400	7		
54	Non idropotabile	Eternit		10	300	25		
55	Non idropotabile	Eternit			200	11		
56	Non idropotabile		306	2	500	4		
57	Non idropotabile	Mattoni	302	3	1200	7		
58	Non idropotabile	Mattoni	294	5	2500	5,3		
59	Non idropotabile	Eternit	316	14	200	20		
60	Non idropotabile	Muratura		1,5	1200	10		
61	Non idropotabile	Muratura	317	7	1500	10	15	

62	Non idropotabile	Muratura	309	4	1500	6	15	
63	Non idropotabile	Cemento	277	4	1000	8		
64	Non idropotabile	Cemento	279	2	1300	4,5		
65	Non idropotabile	Eternit			400	10		
66	Non idropotabile	Cemento			1000	6		
67	Non idropotabile	Cemento			1000	3		
68	Non idropotabile	Muratura			1200	1,3		
69	Non idropotabile	Cemento	253	4	1000	6		
70	Non idropotabile	Muratura	270	1,5	1500	6		
71	Non idropotabile	Cemento			1000	8		
72	Non idropotabile	Muratura	516	1,5	1200	8		
73	Non idropotabile	Eternit			300	15		
74	Non idropotabile	Eternit	398	4	200	15		
75	Non idropotabile	Muratura	401	1	1000	6		
76	Non idropotabile	Eternit	478	1,5	200	17		
77	Non idropotabile	Cemento		2,5		3		
78	Non idropotabile	Muratura	404	2,3	1000	4		
79	Non idropotabile	Muratura	459	1	900	7,5		
80	Non idropotabile	Muratura	468	4	1400	14		
81	Non idropotabile	Eternit	486	1,35	200	7		
82	Non idropotabile	Eternit	466	1	200	8	6	
83	Non idropotabile	Muratura	393	1	600	3		
84	Non idropotabile		435	6,5		18		
85	Non idropotabile	Cemento	442	1,5	1000	5		
86	Non idropotabile	Cemento	444	1	1000	4		
87	Non idropotabile	Ferro	484	1	200	10		
88	Non idropotabile	Eternit			200			
89	Non idropotabile	Eternit	379	8	200	14		
90	Non idropotabile	Eternit	386	10	200	20	40	
91	Non idropotabile	Ferro	372	20	300	36	40	
92	Non idropotabile	Eternit			300	6		
93	Non idropotabile	Eternit	391	3	300	10		
94	Non idropotabile	Cemento	387	1,5	1500	3,5		
95	Non idropotabile	Eternit	386	8	300	25		
96	Non idropotabile	Cemento	398	2	1000	11		
97	Non idropotabile	Muratura		1,2	800	3		
98	Non idropotabile	Ferro	428	7	200	20		
100	Non idropotabile	Muratura	347	1	600	15		
101	Non idropotabile	Eternit	352	4	200	12		
102	Non idropotabile	Muratura	350	4,5	600	10		
103	Non idropotabile	Eternit		5	200	15		
104	Non idropotabile	Cemento		1,5	1000	6		
105	Non idropotabile	Eternit	373	59	200	63		
106	Non idropotabile	Eternit		32	200	42		
107	Non idropotabile	Plastica	376	2,5	1600	3		
108	Non idropotabile	Muratura			1100	8		
109	Non idropotabile	Eternit		8	400	30	10	
110	Non idropotabile	Ferro			250	12	20	
111	Non idropotabile	Eternit			800	18		
112	Non idropotabile	Muratura	381	0,8	1700	3,5		
113	Non idropotabile	Eternit	456	20	200	34		
114	Non idropotabile	Eternit	416	8	800	10		
115	Non idropotabile	Muratura	417	2	1500	7		
116	Non idropotabile	Muratura	450	4	1200	5,5		
117	Non idropotabile		417	1		8		
118	Non idropotabile	Cemento	406	3,5	1000	6	3	
119	Non idropotabile	Mattoni	420	6	1200	10		
121	Non idropotabile	Cemento			1000	4,5		
122	Non idropotabile	Cemento	501	3	1000	4		
123	Non idropotabile	Ferro			200	40		
124	Non idropotabile	Eternit	420	8	200	15		
125	Non idropotabile	Muratura			1000	2,9		
126	Non idropotabile	Eternit	381	7	400	17		
127	Non idropotabile	Eternit		1	400	14		solo periodo invernale

128	Non idropotabile	Cemento	395	1,3	1000	6		
129	Non idropotabile	Muratura	543	4	1000	7		
130	Non idropotabile	Eternit	483	10	200	33		
131	Non idropotabile	Muratura	385	3	1700	9		
132	Non idropotabile	Muratura	401	3	800	5		
133	Non idropotabile	Eternit	377	8	300	12		
134	Non idropotabile	muratura	358	2	1000	3		
135	Non idropotabile	cemento		2	1000	6		
136	Non idropotabile	plastica	325	1,8	800	10		
137	Non idropotabile	ferro	332	6	200	15		
138	Non idropotabile	cemento		1	1500	6		
139	Non idropotabile	muratura	383	1		6		
140	Non idropotabile	cemento		3	1000	4,3		
141	Non idropotabile	eternit	444	7	200	8	2	
142	Non idropotabile	eternit		8	200	11		
143	Non idropotabile	muratura	367	1	1000	3		
144	Non idropotabile	cemento			1000	4		
145	Non idropotabile	eternit			200	10		
146	Non idropotabile	cemento	436	2	1000	5		
147	Non idropotabile	cemento			850			
148	Non idropotabile	muratura	410	1,7	1600	4,6	10	
150	Non idropotabile	cemento			400	10,5		
151	Non idropotabile	eternit			300	16		
152	Non idropotabile	cemento	307	3	700	4		
153	Non idropotabile	eternit	477	3	300	6		
155	Non idropotabile	plastica	488	25	300	30	40	
156	Non idropotabile	muratura	454	2,6	1000	6,7		
157	Non idropotabile	muratura	396	2,5	1200	9	5	
158	Non idropotabile	muratura	277	2	1500	6		
159	Non idropotabile	muratura	347	3	800	9		
160	Non idropotabile	muratura			850	6		
161	Non idropotabile	ferro	442	6	200	20	15	
162	Non idropotabile	muratura						
164	Non idropotabile		469	1,1		6,1		dati dal 23/2/73
165	Non idropotabile	muratura	400	3,4		30		dati dal 23/2/73
166	Non idropotabile	muratura						
167	Non idropotabile	muratura		3				unigeo 1967
168	Non idropotabile	ferro	450	17,6	200	33		1971
169	Non idropotabile	ferro	449	13,4	200	25		1971
170	Non idropotabile	ferro	450	19,8	200	36		1971
171	Non idropotabile	ferro	448	18,5	200	26		1971
172	Non idropotabile	ferro	448	17,7	200	28		1971
173	Non idropotabile	ferro	449	18,8	200	31		1971
174	Non idropotabile	ferro	449	16,9	200	30,5		1971
175	Non idropotabile	ferro	434	28,2	200	30		1971
176	Non idropotabile	muratura						
178	Non idropotabile	ferro	413	3	130	12		
179	Non idropotabile	muratura	410	1,97		3		
180	Non idropotabile	ferro	406	2,75	200	15		
181	Non idropotabile							
182	Non idropotabile							
183	Idropotabile							
184	Idropotabile							
185	Acque minerali							Terme S. Elena
186	Acque minerali							Terme S. Elena
187	Acque minerali							Terme S. Elena
154	Non idropotabile	muratura			850	5		
155	Non idropotabile	muratura	291	1	1000	6		
188	Nuono Pozzo Sillene		487	18	200	120	600	2010

SORGENTE	DENOMINAZIONE	OSSERVAZIONI	PORTATA
1	Fontanelle	dati UNIGEO 1967	10,8
2	S.Agostino	dati Mediterranea 23/2/73	3,6
3	Prato	dati Mediterranea 23/2/73	6
4	Poggiolo	dati Mediterranea 23/2/73	30
5	campo sportivo	da verificare	
6	fonte perucciole	si disperde nei campi	
7	S.Elena	dati Mediterranea 23/2/73	7,2
8	fonte del sorbino	da verificare	
9	Campo Nibbio	da verificare	
10	Ribussolaia	captata UNIGEO 1967	1,8
11	Mezzomiglio	dati Mediterranea 23/2/73	6
12	Fornace	da verificare	
13	del morto	da verificare	
14	Ingegnoli		0,5
15	orto di S.Antonio		0,6
16	sorgente Marietta	dati Maediterranea 23/2/73	60
17	Sillene (autoclave)	dati mediterranea 23/2/73	200
18	Fonte Strada	da rilevare	
19	Acqua Santa	dati Mediterranea 23/2/73	60
20	Macerina	dati Mediterranea 23/2/73	180
21	Aliano	da rilevare	
22	Vigna	dati UNIGEO 1967	18
23	Pereta	da rilevare	
24	Vepri	da rilevare	
25	Acqua Bianca	da rilevare	
26	Fonte del Morino	da rilevare	
27	Bagno di sotto	Dati Unigeo 1967 captata per acquedotto	30
28	Casanova	dati Unigeo 1967 captata	9,6
29	Grencaia	Dato acquedotto comune 1982 agosto	36
30	Montautino	dati Unigeo 1976	0,06
31	Fucoli	Dato Unigeo 1967	90
34	Fonte di Tolle	da verificare	
35	Palazzone	dato UNIGEO 1967	1,8
36	Poderuccio	dati UNIGEO 1967	0,22
37	Chiarentana	dato UNIGEO 1967	3
38	Sassaia	dato UNIGEO 1967	0,6
39	La Selva	da verificare	
40	Pinetina	da verificare	
41	Ruoti S. Elena		
42	Grand Hotel Via Emilia	Non più presente	
43	Casuccini		
44	Acqua Santa fredda	Non più presente	
45	Acqua Santissima		
46	Capecchi		
47	Acqua degli Angeli		
48	Sorgente Giani		

In rosso sono indicate le sorgenti termali

La maggiore concentrazione di pozzi (circa 70 su di una superficie di circa 2 Km²) si ha intorno al Centro Storico. Vi sono anche n. 8 sorgenti delle quali la n. 2 e la n. 7 discretamente mineralizzate. Nella fascia Le Case-Pietraccia sono da segnalare i pozzi n° 155; 90 e 91 con portate superiori a 0,5 l/sec. ed i pozzi dal 168 al 175 con portate intorno al litro/secondo. Sono presenti anche n° 14 sorgenti, oltre a quelle che attingono dalla falda dei calcari. Nella zona Cavine sono presenti 2 pozzi e n° 2 sorgenti.

Dove possibile è stata ricostruita la geometria dei corpi idrici sotterranei riportando le curve

isopiezometriche e le relative quote, effettive e presunte e la direzione di flusso. Per ogni pozzo nella tavola sono riportati il numero di archivio e la quota della falda s.l.d.m. mentre per le sorgenti è riportato solo in numero di archivio. Il simbolo rosso del pozzo o sorgente evidenzia la presenza di sorgente termale. Con il cerchietto nero pieno sono indicati i pozzi di captazione da archivio informatico dell'Amministrazione Provinciale di Siena

Nella carta idrogeologica le formazioni affioranti nel territorio comunale sono state classificate e quindi cartografate in relazione alle loro diverse macrocaratteristiche di porosità e permeabilità, facendo riferimento alla composizione granulometrica dei tipi litologici, ma anche al grado di addensamento, di cementazione intergranulare ed allo stato di fratturazione.

Di seguito viene riportato, per semplicità di consultazione, lo schema di sintesi relativo all'attribuzione dei vari gradi di permeabilità ai depositi ed alle formazioni affioranti nel territorio comunale.

PERMEABILITÀ PRIMARIA (PER POROSITÀ)		
GRADO DI PERMEABILITÀ'	SIGLA CARTA GEOLOGICA	DESCRIZIONE DEI DEPOSITI
II- ELEVATO	bn1	Depositi alluvionali
III- BUONO	H	Riperti
	Aa	Depositi di versante
	Plib	Conglomerati della Foce
IV - MEDIO	Plis	Sabbie e ghiaie di Casa Morelli
V - MOLTO BASSO	FAAb	Sabbie e sabbie argillose di Palazzo Bandino
	FAA	Argille di Lucciola Bella
PERMEABILITÀ SECONDARIA (PER FESSURAZIONE)		
GRADO DI PERMEABILITÀ'	SIGLA CARTA GEOLOGICA	DESCRIZIONE DEI DEPOSITI
I- MOLTO ELEVATO	RET	Calcere a Rhaetavicola Contorta
PERMEABILITÀ MISTA (PER POROSITÀ E FESSURAZIONE)		
GRADO DI PERMEABILITÀ'	SIGLA CARTA GEOLOGICA	DESCRIZIONE DEI DEPOSITI
I - MOLTO ELEVATO	f1a	Travertini
	MESa	Breccia di Grotti
	CCA	Calcere Cavernoso
	BUR	Formazione anidritica di Burano
III BUONO	PLIc	Calcari Organogeni
IV MEDIO	PTF	Formazione della Pietraforte
V BASSO	FIA	Formazione S. Fiora
VI MOLTO BASSO	STO2	Formazione di Brolio

Dall'analisi della Carta Idrogeologica e della precedente tabella è possibile constatare che la maggior parte del territorio comunale è rappresentato da litologie a permeabilità primaria, con grado variabile tra il medio ed il medio-basso.

7-1-3 Bacino termale

Lo studio idrogeologico, per la salvaguardia del patrimonio termominerale, estesa ai territori dei comuni di San Casciano, Cetona, Chiusi, Sarteano, Chianciano, Radicofani, Abbadia S.Salvatore, Piancastagnaio, Castiglion d'Orcia, Pienza, Montepulciano, Trequanda, San Quirico d'Orcia, San Giovanni d'Asso, Torrita, Sinalunga e Rapolano, ha avuto carattere interdisciplinare fra i seguenti settori di ricerca: geomorfologia, litologia e idrogeologia.

Le elaborazioni di cui sopra hanno portato alla stesura di una carta idrogeologica (scala 1:200.000 –Bacino Terme-minerale - fig. 1 e fig. 2) in cui sono riportate le principali sorgenti minerali e termominerali ed a una sezione idrogeologica comprendente l'intero bacino, dalla quale, come in seguito verrà meglio descritto, si può comprendere l'unicità del bacino termominerale.

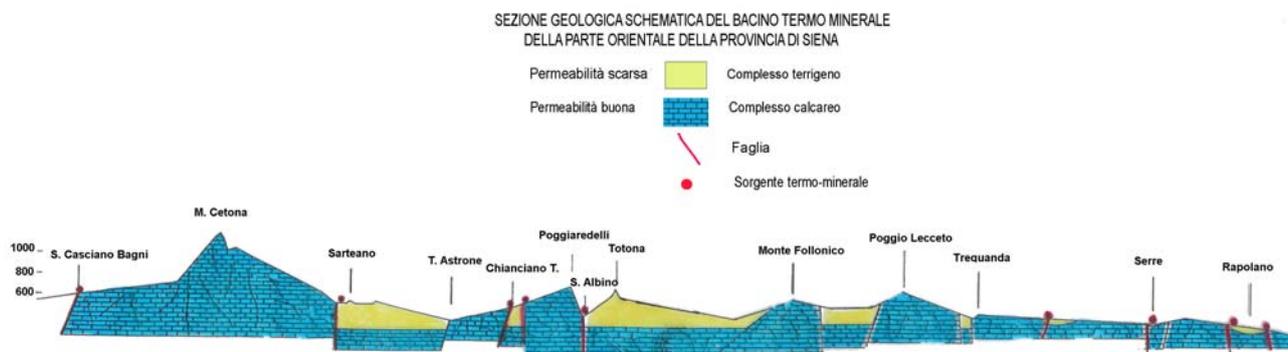


Fig. 1

BACINO TERMO-MINERALE DELLA PARTE ORIENTALE DELLA PROVINCIA DI SIENA

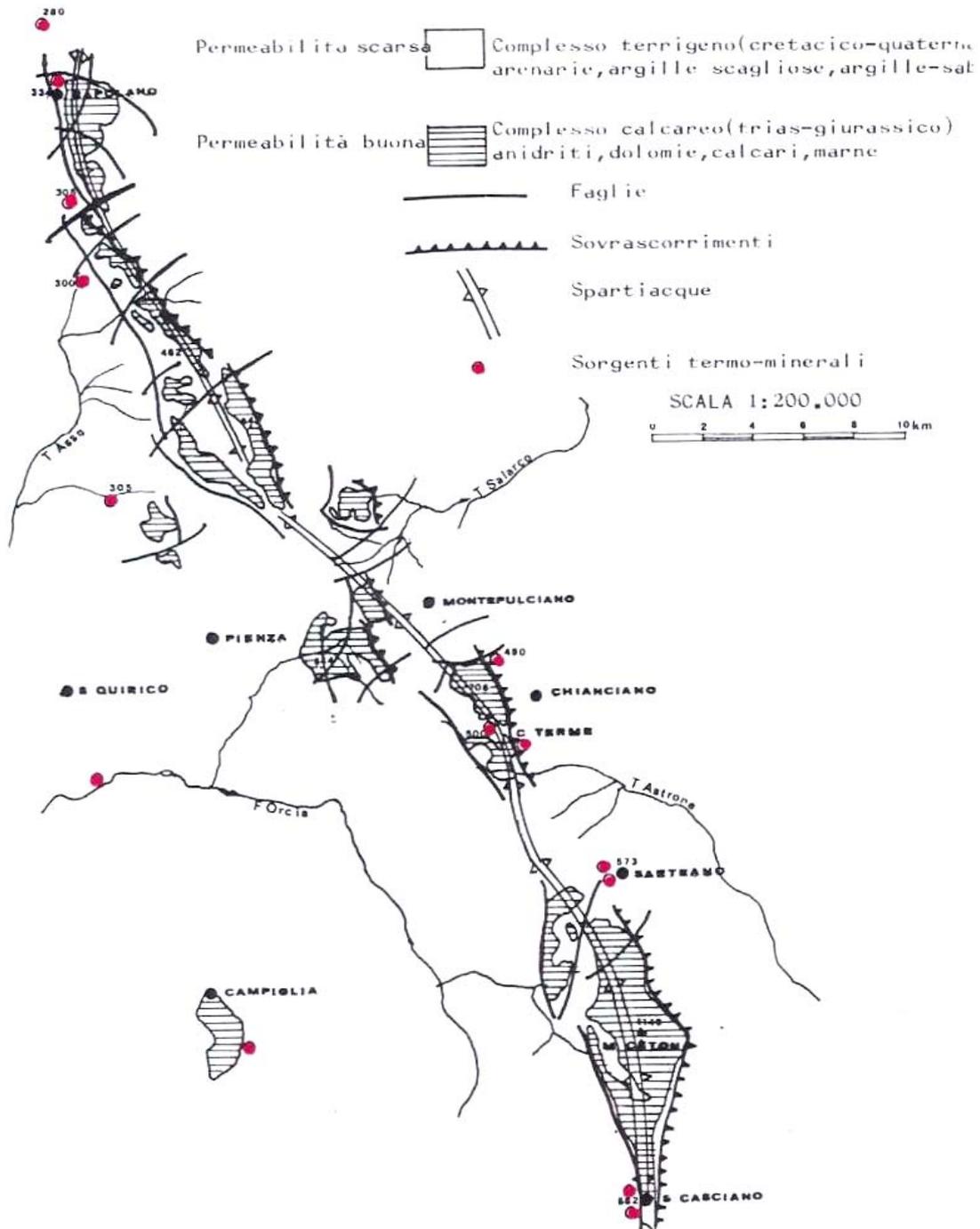
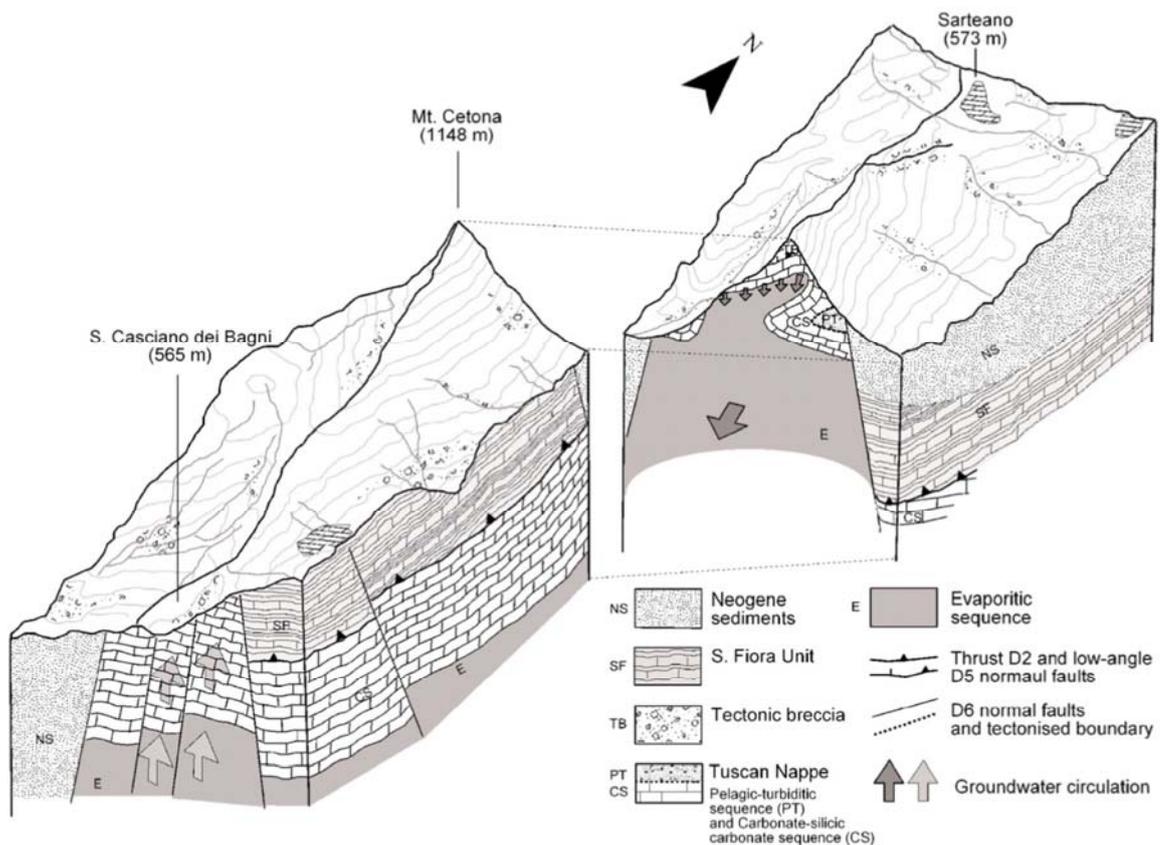


Fig. 2

Nella figura che segue viene ricostruito in modo schematico il Modello 3D della Dorsale del Monte Cetona



Cetona: assetto strutturale e circolazione idrica sotterranea semplificati (modificato da GIAQUINTO et alii, 1988).

7-1-4 La falda termale

I calcari triassici e cretacei, le sabbie, le ghiaie, i conglomerati ed i travertini e le vulcaniti, nonché i depositi continentali fluvio-lacustri, costituiscono gli acquiferi della zona.

Nella carta del bacino termo-minerale (fig. 2) si sono distinti i terreni a

-PERMEABILITÀ SCARSA complesso terrigeno costituito da arenarie, argille scagliose, argille e sabbie;

-PERMEABILITÀ BUONA complesso calcareo costituito da anidriti, dolomie e calcari.

Quest'ultimo complesso è caratterizzato da un'elevata permeabilità per carsismo, e da una permeabilità buona per fratturazione. Gli assorbimenti e conseguentemente la maggior ricarica idraulica avvengono principalmente in corrispondenza dei punti dove tale complesso calcareo affiora, mentre quando questo è coperto da una coltre impermeabile di adeguato spessore, costituisce il serbatoio principale al quale sono connesse le manifestazioni idrotermali di tutta l'area.

I calcari triassici, a causa dell'elevato grado di fessurazione e l'evidente carsismo, sono sede di una falda profonda altamente mineralizzata e termale che risale in superficie attraverso profonde fratture delle rocce (faglie) e alimenta le sorgenti termo-minerali (vedi fig. 2).

Le falde che scaturiscono dagli altri acquiferi (sabbie e ghiaia) ed in parte dalle vulcaniti sono per lo più fredde e sfruttate come acque per uso potabile.

L'elenco delle sorgenti e' riportato nella tabella seguente con indicato il Comune, il nome, la quota sul l.d.m., la temperatura, la salinità, la portata e note sul tipo di sfruttamento.

S O R G E N T I E S O R G E N T I T E R M A L I

n°	COMUNE	DENOMINAZIONE	quota s.l.m	T °C	salini- nità mg/l	portata l/s	NOTE
1	PIANCASTAGNAIO	LE VENE	727	11.5	---	---	
2	S.FIORA	LE BAGNORE	725	21.3	170	---	STAB. TERMALE
3	ABBADIA S.SALVATORE	ACQUA PASSANTE	1052	11.0	---	---	
4A 4B	CASTIGLION D'ORCIA	ERMICCIOLO (VIVO)	1040	8.0	100	250	ACQUEDOTTO
5	CASTIGLION D'ORCIA	BAGNI SAN FILIPPO	525	49.0	4.000	---	STAB. TERMALE
6	SAN CASCIANO BAGNI	BAGNO GRANDE	500	40.6	2.300	11	STAB. TERMALE
7	SARTEANO	SPINETA	640	11.0	---	40	ACQUEDOTTO
8	SARTEANO	MOLIN MARTELLO	520	23.8	1.700	200	PISCINE TERMALI
9	SARTEANO	LE CANALETTE	520	23.7	1.500	3	
10	CHIANCIANO	FUCOLI	434	16.6	2.600	1	STAB. TERMALE
11	CHIANCIANO	MACERINA	450	16.0	3.470	3	
12	CHIANCIANO	ACQUASANTA	440	33.0	3.690	1	STAB. TERMALE
13	CHIANCIANO	SILLENE	500	38.0	3.250	12	STAB. TERMALE
14	CHIANCIANO	S.ELENA	480	10.2	404	0.1	STAB. TERMALE
15	MONTEPULCIANO	S.ALBINO	495	19.0	1.130	---	STAB. TERMALE
16	S.QUIRICO	BAGNO VIGNONI	303	41.2	4.021	20	PISCINE TERMALI
17	S.GIOVANNI D'ASSO	T. TRONA	280	22.2	3.320	2	
18	S.GIOVANNI D'ASSO	BAGNACCIO	305	27.2	3.352	2.4	
19	ASCIANO	MONTALCETO	285	33.0	2.640	0.5	
20	ASCIANO	ACQUA PASSANTE	305	24.0	1.471	0.4	
21	RAPOLANO	CAVA PARADISO	305	27.0	---	---	
22	RAPOLANO	CAVA QUERCIAIOLA	305	33.5	2.611	---	
23	RAPOLANO	TERME S.GIOVANNI	280	38.5	5.200	19	STAB. TERMALE
24	RAPOLANO	TERME QUERCIAIOLA	294	38.0	3.278	---	STAB. TERMALE
25	RAPOLANO	BAGNI FREDDI	285	29.3	4.472	0.3	STAB. TERMALE

Da notare come le quote di emergenza decrescano da Sud verso Nord. Le temperature maggiori si hanno a Bagni S. Filippo con 49 gradi centigradi ed a Bagno Vignoni con 41.2 gradi, con salinità superiori a 4000 mg/l. Il maggior contenuto in sali si ha nelle acque di Rapolano (Terme S. Giovanni 5200 mg/l e Bagni Freddi 4470 mg/l). Le maggiori portate si hanno a Sarteano con circa 300 l/sec. Da notare l'esigua portata 0.8 dell'Acqua Santa e l'irrisoria portata della Sorgente S.Elena.

Nella fig. 2 bis sono ubicate le varie sorgenti distinte in base alla loro termalità:

-SORGENTI CON $T < 15$ GRADI CENTIGRADI

-SORGENTI CON T COMPRESSE TRA 15-35 GRADI CENTIGRADI

-SORGENTI CON $T > 35$ GRADI CENTIGRADI

S O R G E N T I M I N E R A L I E T E R M O - M I N E R A L I

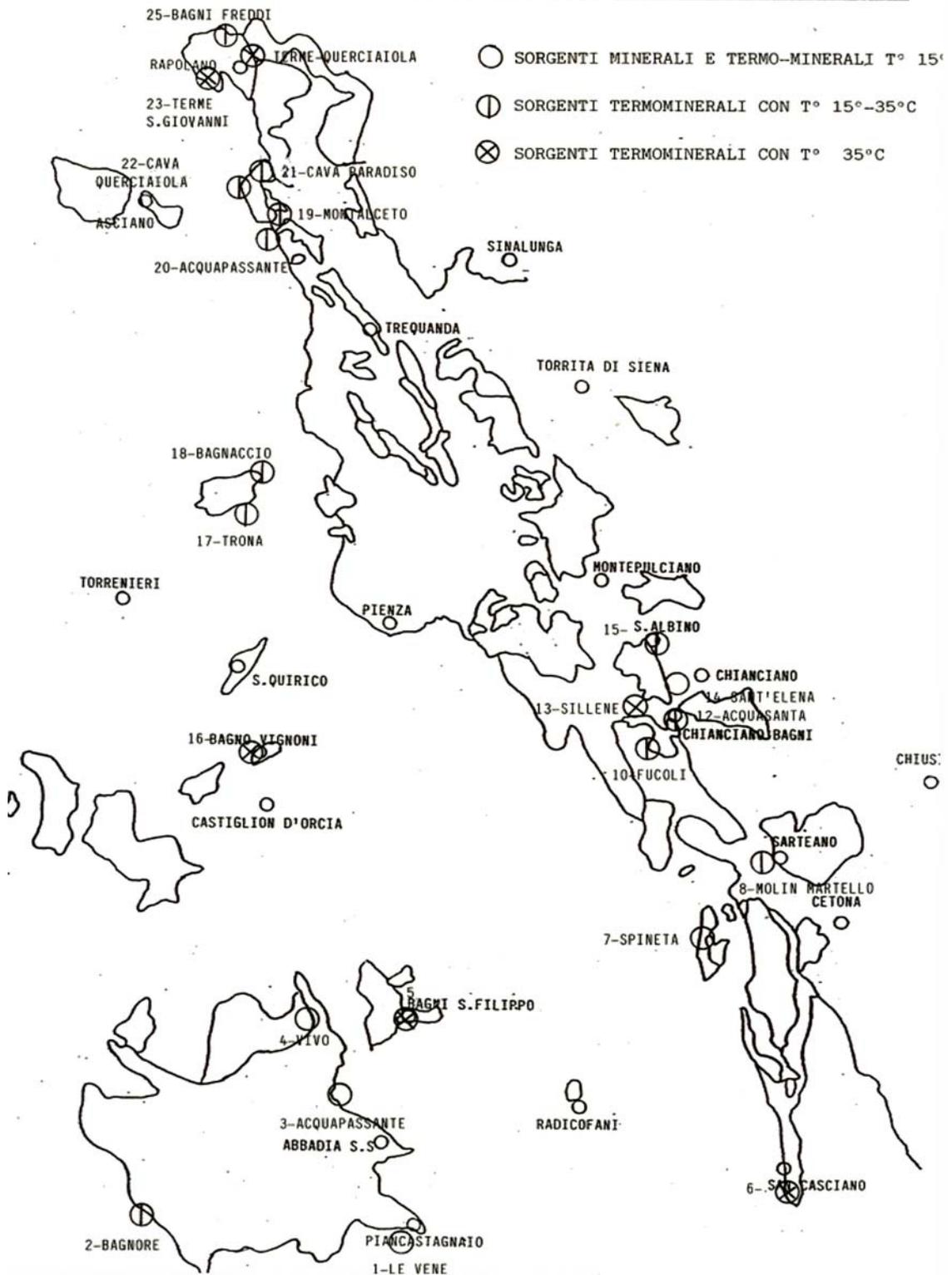


Fig. 2 bis

Mentre per alcune acque la termalità può essere messa in relazione oltre che con il gradiente geotermico, (aumento della temperatura di 3 gradi centigradi ogni 100 m. di profondità) ed anche con reazioni di idratazione di anidrite-gesso (fenomeno identico all'idratazione del gesso o della calce), si ritiene che per le sorgenti Bagno Vignoni e S. Filippo si possa ricollegare l'elevata termalità al campo geotermico amiatino che alimenta i "soffioni" sfruttati per produrre energia elettrica.

Anche se le variazioni di temperatura delle varie sorgenti sono da mettere in relazione con vari meccanismi, quali diverso cammino sotterraneo prima dell'emergenza, diversa conducibilità delle rocce attraversate o mescolamento con acque superficiali, e' stato tuttavia riscontrato un aumento della termalità da Sud verso Nord lungo la dorsale S. Casciano - Rapolano.

Secondo uno studio del 1975 di FANCELLI e NUTI sulle acque termali della provincia di Siena, la dorsale S. Casciano-Rapolano e' costituita da una piega anticlinale rovesciata e sovrascorsa verso Nord-Est con fronte discontinuo; tale situazione si riflette sulla idrogeologia di tutta la zona.

Infatti e' possibile ipotizzare per tutte le acque termo-minerali che scaturiscono tra S. Casciano e Rapolano uno schema di circolazione unitaria dal quale traggono origine (fig. 2)

Le acque meteoriche, infiltrandosi nelle formazioni carbonati che, aventi permeabilità per fessurazione, scendono in profondità, si riscaldano e risalgono per gradiente idrodinamico lungo le fratture (faglie). Queste faglie sono disposte lungo la dorsale sia in direzione appenninica che contrappenninica.

I sopra menzionati autori hanno riconosciuto (in base ai dati isotopici del deuterio dO18) come sede di alimentazione del sistema, gli affioramenti calcarei e anidritici; hanno così potuto ipotizzare che la circolazione idrica in profondità si svolge seguendo una direttrice principale S.Casciano-Rapolano. Tale deflusso e' obbligato sia dall'assetto strutturale che dall'andamento delle quote medie delle aree di alimentazione.

L'acqua in questa circolazione assume, attraverso le formazioni calcaree fortemente fessurate e fratturate costituenti il serbatoio profondo, le caratteristiche chimiche che vengono rilevate all'emergenza.

Questa ipotesi della circolazione profonda viene avvalorata dalle temperature del sottosuolo, stimate con il metodo dei geotermometri: uno e' quello della silice (SiO₂) che si basa sulla determinazione sperimentale della solubilità della silice nell'acqua in funzione della temperatura, l'altro basato sulle concentrazioni molari del Na-K-Ca delle acque naturali. Tali stime indicano che per la dorsale S. Casciano-Rapolano le temperature aumentano da Sud verso Nord.

L'acqua, infatti, diviene sempre più calda tanto più ci si allontana dall'area di ricarica.

7-1-5 Classificazione delle sorgenti e loro interrelazioni

7-1-5-1 analisi chimica delle acque

Nella tabella che segue sono riportate le analisi chimiche delle varie acque nella quale i maggiori costituenti e la salinità totale vengono espresse in parti per mille (ppm).

140

RUGGERO FANCELLI & SERGIO NUTI

TABELLA 2
ANALISI CHIMICHE DELLE ACQUE

No. rif.	Data prelievo	pH	Salinità	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	
1*	Marzo '56	6,9	565	150	30	16		24	110	470	—	
2a	17.7.73	—	990	246	67	32	1	41	66	1019	25	
2b	17.7.73	7,4	929	230	35	54	2	32	154	773	34	
3	21.9.73	6,6	1257	336	34	27	2	20	414	710	69	
4	17.7.73	6,2	10902	436	19	3460	290	4920	1050	1317	56	
5*	3.11.55	—	18910	200	700	5956		9213	280	5120	—	
6a	18.7.73	—	—	—	—	57	10	45	124	—	20	
RAPOLANO Casetta	6b**	3.6.71	—	354	62	23	32	1	17	36	366	—
	6c**	3.6.71	6,4	5082	1040	243	437	28	391	1296	3294	28
Bagni Freddi	6d**	3.6.71	6,4	4472	1040	86	391	32	355	1440	2257	34
Antica Querciaio	6e**	3.6.71	6,4	3278	660	182	205	27	199	816	2380	—
	6f**	3.6.71	7,6	188	40	12	7	1	11	32	171	—
	6g**	3.6.71	6,2	1285	360	44	53	10	64	144	1220	—
	6h**	3.6.71	7,0	1443	260	60	152	11	270	355	671	—
Terme S. Giovanni	6i**	3.6.71	6,3	5201	1060	219	460	28	391	1488	3110	34
	6l	28.7.73	6,5	2833	438	138	175	22	147	672	1417	16
	6m	28.7.73	—	2400	510	106	184	38	130	668	1750	—
SERRE Cava Paradiso	7a**	3.1.71	6,6	2611	600	146	140	14	163	672	1952	17
Cava Querciaio	7b**	3.6.71	6,3	2417	600	62	92	12	138	720	1586	19
	8**	3.6.71	6,3	1471	440	96	76	11	67	480	1403	—
MONTECETO	9**	3.6.71	6,4	2640	600	122	87	14	117	816	1769	28
	10*	12.1.56	6,2	5520	120	60	1435		2215	1400	580	—
BAGNACCIO	11a	18.7.73	6,4	3353	704	200	67	20	65	1755	1025	22
TRONA	11b	18.7.73	6,3	3320	708	190	71	21	63	1697	1075	25
S. ALBINO	12	28.4.69	—	1130	196	52	11	4	25	375	451	—
CHIANCIANO Macerina	13a	28.4.69	—	3470	671	117	14	4	32	1657	555	—
Acqua Santa	13b	28.4.69	—	3338	750	162	28	4	36	1950	872	26
ACQUA SILLENE	13c	28.4.69	—	2937	644	140	16	4	21	1735	750	—
S. Elena	13d	2.4.70	—	404	112	10	28	1	32	38	345	11
SARTEANO Molin Martello	14a	15.9.73	7,3	1692	372	97	12	2	13	973	400	18
Canallette	14b	15.9.73	7,3	1481	353	65	11	2	11	910	257	—
Acqua Forte	14c	28.4.69	—	1490	346	49	18		11	170	982	—
Colombaio	14d	28.4.69	—	1380	264	68	5		14	605	323	—
S. CASCIANO	15a	12.9.73	7,3	2271	440	131	73	7	115	1316	331	24
	15b	12.9.73	7,3	2374	465	131	77	7	131	1364	340	22
	15c	21.6.69	7,1	2363	468	123	64	4	92	1460	305	22
Piscina	15d	12.9.73	7,5	2301	436	145	70	7	104	1316	401	22
	15e	12.9.73	7,6	2190	412	133	61	5	95	1446	241	20
	15f	12.9.73	7,5	2220	420	133	65	5	98	1327	281	24
S. Lucia	15g	12.9.73	7,5	2218	432	123	65	6	104	1362	206	24
Bagno Grande	15h	14.9.73	7,6	2200	416	130	61	6	92	1352	223	22
	15i	14.9.73	7,5	2100	412	115	62	6	93	1281	218	22
	15l	14.9.73	7,4	2123	418	119	60	4	95	1295	227	18
	15m	14.9.73	7,5	2143	422	120	63	4	99	1293	249	18
S. Bernardino	15n	28.4.69	—	800	160	39	7		18	187	433	—
BAGNI SAN FILIPPO	16a	28.4.69	7,1	3530	846	190	18	8	14	1508	1891	—
ACQUA SANTA	16b	28.4.69	—	1657	400	90	14	4	11	727	823	—
BAGNO VIGNONI	17	18.9.73	7,6	3500	704	204	96	22	71	1865	980	27
	18	19.9.73	7,8	4790	73	59	1626	23	2175	740	193	—

Analisi (*) in FRANCLANCI (1959); (**) in CIPRIANI *et alii* (1972).

La temperatura indicata per ogni manifestazione, quando questa presenta più emergenze, è la più alta tra quelle osservate; per le manifestazioni che hanno temperature non costantemente superiori a quella media annua della zona si è preferito adottare la dicitura « temperatura ambiente ».

Queste analisi hanno permesso di raggruppare le acque nelle seguenti famiglie geochimiche:

-Solfato-Bicarbonato-Calcica

Questa famiglia ha come componente principale lo ione SO_4^{--} seguito dallo anione HCO_3^- e dal catione Ca^{++} . Vi appartengono le sorgenti di: S.Giovanni d'Asso, Chianciano, Sarteano, S.Casciano dei Bagni, Bagno Vignoni e Bagno S. Filippo.

-Bicarbonato-Solfato-Calcica

Ne fanno parte le acque minerali fredde S. Elena, il Colombaio di Sarteano, S. Bernardino di S. Casciano Bagni e quelle termali di Rapolano e Serre di Rapolano. Rispetto alla famiglia precedente si ha l'inversione di importanza tra lo ione HCO_3^- e lo ione SO_4^{--} . Le acque fredde hanno salinità inferiore a 1500 ppm mentre quelle termali raggiungono 5.200 ppm nel pozzo delle terme di S.Giovanni.

La differenza tra questi due gruppi si può spiegare con l'appartenenza a due diversi tipi di circolazione: lo scarso contenuto salino delle prime acque deriverebbe da una circolazione più superficiale con tempi brevi di permanenza nel sottosuolo che non consente loro di caricarsi di sali; per il secondo gruppo si avrebbe una circolazione più profonda con tempi maggiori di permanenza nel sottosuolo che rende possibile una maggiore acquisizione di sali. Per questa famiglia di acque si può ipotizzare che tutte derivino da un'unica acqua mineralizzata diluita più o meno con apporti superficiali non mineralizzati. Le acque più diluite sono quelle di Sarteano con temperatura 24 gradi e notevoli portate (300 l/sec). Più saline delle precedenti e con temperature più elevate 35-42 gradi sono le acque di S. Casciano. La salinità ha ulteriore incremento in quelle di Chianciano per raggiungere il valore massimo nell'acqua di Bagno Vignoni. Naturalmente vi sono delle eccezioni ed anomalie spiegabili con mescolamenti con acque superficiali o con precipitazione di CaCO_3 . Inoltre il chimismo di un'acqua è strettamente legato alla natura dei terreni che attraversa. Pertanto le acque prevalentemente solfate hanno potuto acquisire un tenore elevato in ione solforico circolando nella formazione anidritica triassica, mentre quelle bicarbonate hanno acquisito la loro composizione attraverso una circolazione che si svolge prevalentemente nei terreni calcarei della formazione mesozoica; questa ultima formazione emerge nella parte Nord della dorsale (Rapolano) mentre nella parte centrale (Chianciano-Poggiardelli-Montefollonico) si hanno le emergenze solfatiche.

7-1-5-2 considerazione sui dati isotopici

Per individuare la provenienza di un'acqua che alimenta una circolazione profonda e' necessario fare una serie di osservazioni di idrogeologia isotopica che permettono di stabilire il legame tra la composizione isotopica di un'acqua emergente (rapporto O18/O16) e la quota media dell'area in cui e' avvenuta la precipitazione.

Per determinare il tempo di permanenza di un'acqua nel sottosuolo si ricorre al metodo del tritio, isotopo radioattivo dell'idrogeno di massa 3, H3. Questo è costantemente prodotto nell'atmosfera da fenomeni naturali; il contenuto in tritio delle piogge è in equilibrio con quello atmosferico. Pertanto nell'acqua di precipitazione che si infiltra nel sottosuolo il contenuto in tritio comincia a diminuire per effetto del decadimento, non essendo esso compensato da nuovi apporti; poiché il tempo di dimezzamento del tritio è di 12.26 anni ed essendo noto il contenuto in tritio nei vari anni, e' possibile, quindi, ricavare indicazioni sul tempo di permanenza delle acque nel sottosuolo.

7-1-5-3 analisi chimico-fisiche delle sorgenti di Chianciano

Si riporta di seguito la tabella delle principali caratteristiche chimiche delle acque delle sorgenti termali da (*Dr. Geol. Giuseppe Pagano- Marzo 2012*)

	Sillene *	Fucoli *	Santa *	Macerina	La Vena	Sant'Elena	Casuccini	Marzia	Capecchi
Quota m. slm	516	445	449	460	490	475	460	473	450
T (°C)	39,6	17	33,1	18,7	19	13.2	30,5	21.5	18
pH	6.30	6.65	6		5.50			7.00	
Salinità (mg/l)	2937	2700	3338	3470	1130	404	3358	1390	2915
Cond. (mΩ ⁻¹ cm ⁻¹)	2.33	2.16	2.50		2.08		3.44	1.411	2.96
Ca	601.20	661.32	741.48	671	196	112	902	258.20	839
Mg	170.24	110.65	182.40	117	52	10	250	79.40	155
Na	20.24	17.71	25.30	14	11	28	32	10.60	28.4
K	5.08	1.79	5.86	4	4	1		1.90	
HCO ₃	732.24	475.95	793.26	555	451	345	848	606.9	561
SO ₄	1681.05	1633.02	1873.17	1657	375	38	1805	462.20	1584
Cl	18.79	26.24	23.75	32	25	32	19.4	13.6	26.1
Li	0.054	0.01	0.059		<0.001				
Sr	11.83	13.14	11.83		2.62				
F	2.85	1.10	3.04		0.45			1.20	
Br	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01				
SiO ₂	27.60	13.20	33		22.80	11		9.90	

Concentrazioni espresse in mg/l

*(da Bencini A, Duchi V., Martini M. 1976. Geochemistry of thermal springs of Tuscany (Italy) – Chemical Geology 19 (1977)

Prendendo più specificatamente in esame le seguenti acque termo-minerali di Chianciano vediamo che, analizzando il rapporto tra SO_4 e salinità abbiamo:

CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE DELLE SORGENTI TERMO-MINERALI DI CHIANCIANO TERME															
Denominazione	T C°	Q l/s	Quota m.s.l.m.	O ⁻¹⁸	pH	Salinità (mg/l)	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	
ACQUA SANTA	33,3	0,8	440	-7,9	6,15	3.451	805	219	28	7,5	22	1849	862	33	Solfato-bicarbonato-calcica
ACQUA SILLENE	38,9	20	500	-7,7		2.937	644	140	16	4	21	1735	750		Solfato-alcalina-terrosa
ACQUA MACERINA	16	3	475	-7,6		3.470	671	117	14	4	32	1657	555		Solfato-bicarbonato-calcica
ACQUA SANTISSIMA	24	0,2	448		6,4	3.340	700	170	28	6,3	25	1680	853		Solfato-bicarbonato-calcica
FUCOLI	18	0,3	445			2852	626	86,2	25	4,8	29	1436	490	14,4	Bicarbonato-alcalina-terrosa
ACQUA S. ELENA	13,2	0,12	485		7,29	404	112	10	28	1	32	38	345	11	Bicarbonato-alcalina-terrosa

Acqua Santa = $\text{SO}_4/\text{sal.tot} = 0.535$

Acqua Sillene = " = 0.590

Acqua Macerina = " = 0.477

Acqua S: Elena = " = 0.094

Il valore del rapporto delle prime 3 sorgenti, superiore alla media di tutto il bacino (0.340), rivela che siamo in presenza di una circolazione profonda, con tempi di permanenza dell'acqua nel sottosuolo molto lunghi, che rendono possibile una maggiore acquisizione di sali. Mentre le prime 3 acque, prevalentemente solfate, hanno potuto acquisire un elevato ione solforico (rispettivamente 1950-1735-1657 mg/l) circolando nella formazione anidritica triassica, l'acqua di S. Elena, bicarbonato-alcalina-calcica, essendo un'acqua superficiale (falda sospesa nella formazione pliocenica superiore), per la sua ridotta permanenza nel terreno, ha un arricchimento in tale ione molto ridotto (326

mg/l); conferma di ciò e' data anche dalla sua temperatura all'emergenza di 13.2 gradi.

I valori di $\delta^{18}O = -7.9$ della sorgente Acqua Santa, di $\delta^{18}O = -7.7$ dell'acqua Sillene e $\delta^{18}O = -7.6$ dell'acqua Macerina, considerando che la pioggia media per la quota di Chianciano ha un $\delta^{18}O = -7.0$ e che il gradiente isotopico regionale e' -0.22% ogni 100 m. (Fancelli-Nuti 1975), si deduce che l'area di ricarica deve trovarsi ad una quota media di 700-900 m. Tale area risponde benissimo agli affioramenti calcareo-dolomitici sia del monte di Cetona e sue pendici che dei Poggiardelli. Analoga considerazione e' stata fatta per le acque di Rapolano per le quali i suddetti autori hanno dedotto che l'area di ricarica deve trovarsi ad una quota media di circa 400 m. superiore a quella del punto di campionamento (300 m. Rapolano). Ne consegue che quelle acque devono provenire da affioramenti che si trovano a quote superiori ai 700 m. e quindi dai rilievi calcari dei Poggiardelli e M. Cetona.

La ridotta temperatura della sorgente Macerina (16 gradi), superiore tuttavia alla temperatura media annuale (13.7 gradi), potrebbe essere determinata dalla diversa conducibilità termica delle rocce attraversate dall'acqua o dall'espansione dei gas che si liberano sotto forma di bollicine o da fattori che, influenzando sulla velocità di circolazione dell'acqua, possono aumentare i tempi di contatto con le pareti fredde dei canali entro cui l'acqua scorre.

Un esame del contenuto in tritio, misurato da Fancelli e Nuti su alcune acque di Rapolano (Terme S. Giovanni) ha dato valori che indicano che siamo in presenza di acqua vecchia di almeno 20 anni, cioè necessitano più di 20 anni all'acqua per raggiungere il punto di campionamento dal punto di ricarica.

Si riportano di seguito (dalla relazione del Dr. Geol. Pagano (2012) *le analisi isotopiche relative all'Ossigeno 18 ($\delta^{18}O$ vs smow), con valori che sono compresi fra*

-7,6 della Macerina,

-7,7 (1974) – 7,66 (1990) del Sillene

-7,52 della Santa (1996),

-7,7 della Vena (1975)

ed al Tritio (3H), con valori:

- per le acque del Sillene 0,5-0,6 U.T (Dicembre 1990)

- e per quelle della Santa 0,0 +-1 U.T.(Dicembre 1996) .

Per quanto riguarda l'Ossigeno 18, la nota relazione

$$h = -2224 - 371 \delta^{18}O$$

fornisce una quota topografica media del potenziale Bacino di ricarica pari a circa 625 metri.

Tenuto conto, invece, di un valore medio dell'Ossigeno 18 a Genova-Sestri (CNR) pari a -5,7, -5,8 ‰ e di un ‰ gradiente pari a circa 0,3 ‰/100 metri per l'area tirrenica, si avrebbe una quota media dell'area di ricarica compresa fra 687 e 620 metri s.l.m. Questa circostanza restringe il territorio già individuato in relazione alla litologia dell'acquifero privilegiandone, come area di potenziale ricarica, la porzione in cui si manifestano quote topografiche superiori ai 600 metri s.l.m., in sostanza la parte settentrionale della dorsale (Monti di Sopra, Poggio Alaggia, Castagneto, Poggiardelli).

Il Tritio infine, attraverso la relazione

$$tt = (1/2T/0,693)\ln C0/C$$

dove 1/2T è il periodo di dimezzamento del Tritio (12,43 anni), C0 è la concentrazione iniziale e C la concentrazione finale del Tritio nelle acque sotterranee, per il valore sopra indicato fornisce un tempo di transito tt compreso fra 41 e 66 anni, con inizio certamente anteriore alle esplosioni atomiche nell'atmosfera. I dati sopra ricavati, per la conformazione strutturale del Bacino si ritiene siano sostanzialmente estensibili anche alla Sorgente Fucoli

Da tutto quanto sopra risulta evidente l'unicità del bacino termo-minerale lungo la dorsale S.Casciano dei Bagni- Rapolano e quindi l'importanza che assumono i terreni calcarei triassici in quanto sede e bacino di alimentazione delle falde termo-minerali

Le aree afferenti ai corpi idrici termali sono individuate dalla Provincia nell'ambito del PTCP, ovvero con apposita variante ad esso, come zone di protezione ambientale della risorsa idrica minerale, di sorgente, e termale per assicurare e mantenere le caratteristiche qualitative delle acque minerali, di sorgente e termali oggetto di sfruttamento, sulla base di specifiche caratteristiche idrogeologiche, così come definito dall'art. 18 comma 1 lett. b e del comma 3 della LRT 38/2004 e successive modifiche ed integrazioni(**aree sensibili vedi Cap. 11.**)

8-ELEMENTI CONOSCITIVI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO (Studio MS di livello 1 “MOPS” - Tav. G.9.2a-Tav.G.9.2b-Tav. G. 9.2c)

8.1 PREMESSA

Il territorio del comune di Chianciano Terme non era inserito tra i comuni classificati sismici di cui all'Allegato 1 alla DCR del 12 febbraio 1985 n° 94 e pertanto per esso non erano previste differenziazioni delle indagini. Successivamente, a seguito dell'Ord. P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274, il territorio comunale è stato inserito nella nuova classificazione sismica per le costruzioni, **in zona 3**, contrassegnata in conseguenza del nuovo assetto normativo da un valore del parametro $a_g = 0,15$ g (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo quanto stabilito dal D.M. 14/09/2005 e indicato al punto 3.2.1 del testo integrato dell'Allegato 2 – Edifici – all'Ord. P.C.M. 3274/03 e s.m.i.)

Le indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale comunale hanno previsto la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1 in ottemperanza al DPGR n.53/R 2011. Lo studio e le indagini geofisiche sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- 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.741/2012;
- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;
- Volume di Ingegneria Sismica 2/2011.

Gli studi di MS individuano le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente. A questo scopo sono stati acquisiti tutti gli elementi utili alla ricostruzione e rappresentazione di un modello geologico-tecnico della superficie e del sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno - principalmente in relazione alla misura diretta

delle Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio) e delle frequenze di risonanza proprie dei depositi costituenti il substrato, sia valutando tutti gli elementi geomorfologici influenzabili da un sisma o in grado di amplificare localmente gli effetti delle onde sismiche.

I risultati degli studi di MS sono stati riportati sulla carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS - Tav.G 9.2a - Tav.G 9.2b - Tav.G 9.2c), alla scala 1:2.000 e nell'**allegata relazione**.

Gli studi di MS, in accordo con quanto stabilito dalla normativa toscana, sono stati condotti in corrispondenza del centro abitato e del comparto produttivo/artigianale di Chianciano Terme, comprendendo un intorno di circa 200 mt. dalle aree urbanizzate o di trasformazione. Secondo la Del. GRT n° 878 del 8/10/2012 il comune di Chianciano Terme è classificato in zona sismica 3 e non è interessato dal programma VEL, quindi si sono condotti studi di MS di livello 1, rimandando approfondimenti di livello 2 e 3 per i casi in cui si renderanno necessari.

In ottemperanza alla ORD P.C.M. 3907 del 03-12 -2010 e seguendo le raccomandazioni contenute nelle linee guida per la microzonazione sismica della protezione civile ed in accordo alle raccomandazioni dell'ufficio sismico del Genio Civile si è effettuata nel comune di CHIANCIANO TERME una campagna di indagine a supporto di uno studio di microzonazione sismica di primo livello.

Si sono svolte quindi 24 tromometrie e 12 rilievi MASW.

Le indagini geofisiche di tipo sismico, misure di rumore ambientale a stazione singola e Masw, a supporto agli studi di microzonazione sismica di 1° livello dei centri urbani del Comune di Chianciano, per commissione e sotto la direzione tecnica del sottoscritto, sono stati effettuati dallo Studio GALILEO GEOFISICA di Arezzo (Dott.Geol. Secci Simone - Dott.Geol.Batti Lorenzo- **vedi allegato**)

Si ricorda che una microzonazione sismica si divide in 3 livelli ed il livello 1°, quello che è stato eseguito, da un punto di vista QUALITATIVO riesce a definire dove ci aspettiamo amplificazioni maggiori. Seguono quindi i secondi (uso di abachi) ed i terzi livelli (modellazione 1d e 2d).

8.2 SCOPO DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Per studio di microzonazione sismica a livello comunale si intende la caratterizzazione, su un'area normalmente vasta, di come il moto sismico possa essere modificato dalla stratigrafia del

terreno attraversato, sia nella forza che nelle caratteristiche del moto. Così, ad esempio un sisma che si genera su una faglia attiva produrrà un treno di onde che si propagherà ed espanderà sulla roccia su cui era impostata la faglia. Dato che molto spesso la roccia risulta ricoperta da dei depositi di sedimenti, il moto sismico, prima di emergere e generare il terremoto come noi lo conosciamo, attraverserà questi sedimenti sciolti. Questa fase del terremoto però non è senza conseguenze, infatti, come una corda pizzicata su una chitarra produce un suono che dipende dalla cassa di amplificazione, così il terreno agirà sul terremoto, ora ampliandone gli effetti (amplificazioni stratigrafiche o topografiche), ora attenuandone i medesimi, ora cambiando la forma del moto sismico. Questi effetti sono così importanti che si può arrivare addirittura a raddoppiare la forza del moto sismico.

Si capisce quindi la necessità da parte di chi governa il territorio (in questo caso il Comune) di avere delle conoscenze su come il territorio risponderà a una sollecitazione sismica e quale parte del medesimo risulterà più vulnerabile, per tutelare ciò che è già stato costruito e per progettare la futura espansione urbanistica.

Normalmente il rischio sismico è un rischio latente, sempre presente ma sovente rimosso dalla memoria collettiva.

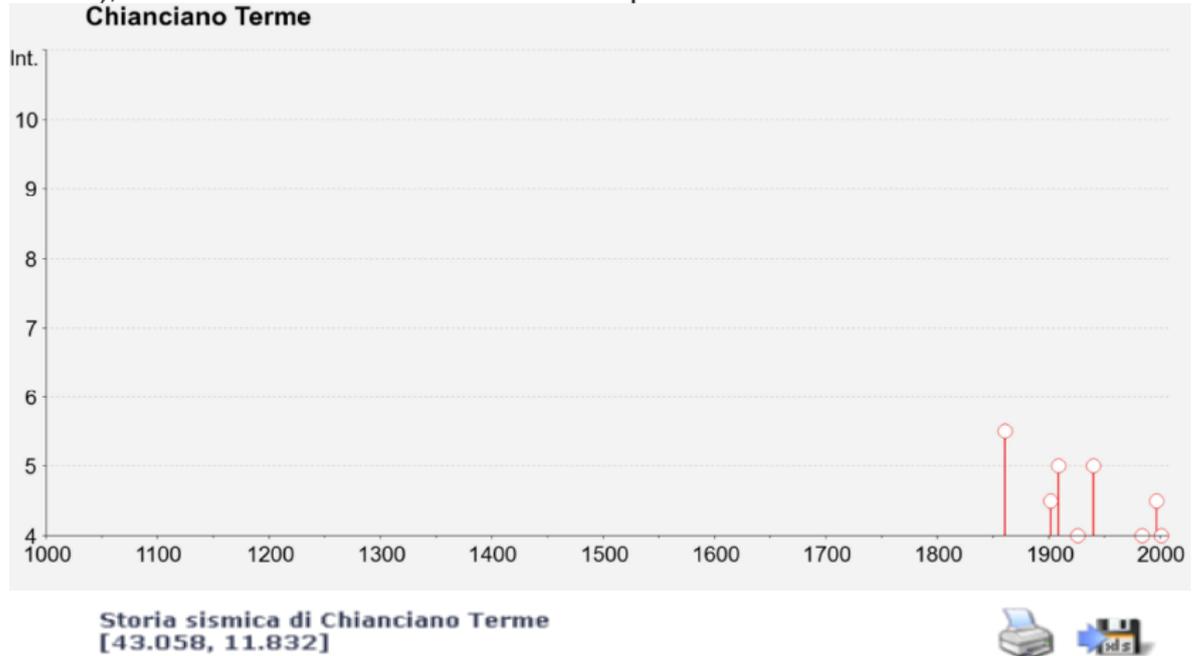
Segue un breve excursus sugli eventi sismici che maggiormente hanno interessato il territorio di Chianciano Terme.

8.3 STORIA SISMICA DI CHIANCIANO TERME

Nell'area soggetta di studio non sembra esserci stato alcun epicentro di terremoto in epoche storiche.

L'attività sismica della zona (microsisimi) risulta tra l'altro individuata dalle registrazioni della rete di sismografi gestiti dal laboratorio O.S.C.A.R dell' I.N.G.V. con sede distaccata di Arezzo. Anche in questo caso l'attività sismica registrata dagli strumenti risulta minima in un arco di circa 20 Km dal centro abitato.

Questo risulta confermato anche dalla storia sismica del comune (INGV-DBM11,INGV-CPT11), dove non risultano sofferte intensità superiori a 5.



8.4 ATTIVITA' SISMICA REGISTRATA ENTRO 50KM E 15 KM

I dati sull'attività sismica strumentale sono convalidati dai dati della sismicità storica della Toscana che mostrano come la zona in oggetto di studio non abbia risentito di notevoli sismi. Questo è confermato anche dalla storia sismica del comune (INGV-DBM11,INGVCPT11), dove non risultano sofferte intensità superiori a 5.

Tuttavia, anche se non direttamente interessata da forti fenomeni sismici, risultano prossimi, con distanze comprese fra 15 e 30 km, gli epicentri di alcuni terremoti con magnitudo compresa fra 4.8 e 5.4 .

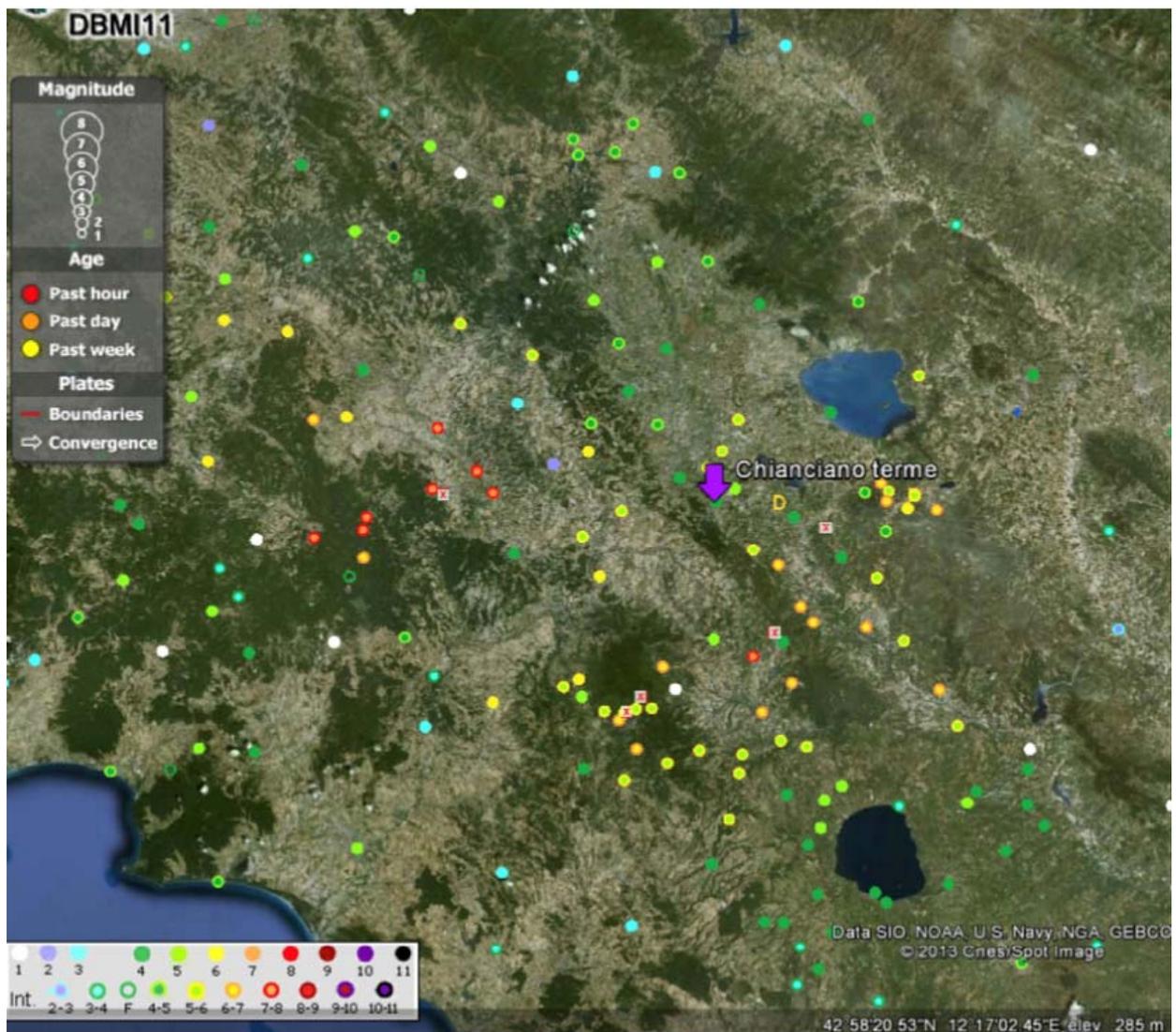
ANNO	LOCALITA'	MAGNITUDO	DISTANZA (Km)
1940	Radicofani	5.26	20
1940	Radicofani	5.37	36
1092	Santa Fiora	4,86	28
1926	Abbadia S. Salvatore	4,9	30
1861	Citta' della Pieve	4.92	15

Zone con sismicità di maggior rilievo (cioè capaci di produrre sismi di magnitudo pari o

superiori a 6) sono distanti oltre 50 km (Monterchi). Anche in questo caso sia per il sisma di Monterchi del 1917 (5.89-Km 53) che durante la crisi sismica umbra del 1997 (6.01-Km 86) che per il terremoto di Senigallia (5.81-Km140),che per quello del Mugello del 1919 (6.29-Km113) non si sono registrate a Chianciano intensità sismiche eccedenti 5.

In realtà i cataloghi sismici risultano ricchi e dettagliati di informazioni solo nell'ultimo secolo, quindi c'è da aspettarsi che in realtà si siano sofferte intensità sismiche anche maggiori.

Basta ricordare che la magnitudo stimata per il terremoto di Monterchi del 1352 era di 6.44 mentre nella Valle del Topino (Umbria 63 km) si è registrato un sisma con intensità stimata 6.33.



Mappa con le intensità fatte registrare nelle varie località dai 4 maggiori terremoti registrati nell'ultimo secolo entro 150 km da Chianciano Terme

8-5 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Per determinare le caratteristiche sismiche dei terreni indagati si sono effettuate 24 misure tromometriche mentre per poter determinare la velocità delle coperture si sono eseguiti 12 rilievi masw ,fra questi 4 di 60 metri, 2 di 48 metri e 6 (laddove la logistica non permetteva stese lunghe) di 12 metri.

Tramite i MASW siamo riusciti ad avere un quadro abbastanza esaustivo delle velocità delle varie unità sismo stratigrafiche e si sono poste le basi per vincolare gli H/V e quindi determinare la profondità del bedrock.

Si è consultato inoltre un DH (Dawn-Hole) dall'archivio dello scrivente e si è eseguita una registrazione del rumore di fondo (REMI) lungo l'allineamento del MASW 1.

8-5-1 strumentazione usata per i rilievi

○ **masw**

Sismografo PASi 16SGN-24

12 Geofoni orizzontali da 4,5 hz posti alla distanza di 5 metri

Massa battente (mazza)

-software usato per la visualizzazione, l'acquisizione, il filtraggio e l'elaborazione dei dati

Acquisizione dei dati

S ISMOPC 1.0-PASI

AMROGEO

Elaborazione e filtraggio

Visual Sunt 20 Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)

Seismic Unix Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)

WinMasw Pro Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione

Grilla Tromino-H/V

Geopsy Software Libero-H/V

Modelli 1 D e rischio sismimico

Deep Soil software libero-Risposta di sito modellazione 1D

Strata software libero-Risposta di sito modellazione 1D

Rexel software libero-risposta di sito-terremoto di progetto

Shake 2000 Geo Motions-risposta di sito .modellazione 1D .liquefazione ecc.

Ciclic 1D software libero-liquefazione

○ **misurazioni trometriche**

STRUMENTAZIONE USATA E SOFTWARE D'INTEPRETAZIONE

Tromino Micromed
SOFTWARE D'INTEPRETAZIONE DEI DATI
Grilla-Micromed
WinMasw professional-Eliosoft
Geopsy

8-6 INDAGINI GEOTECNICHE E CAMPAGNA DI RILIEVI SISMICI

Le indagini geotecniche già rappresentate nella tavola litotecnica (Tav.G.2.1) e dei dati di base sono state considerate per ricostruire le stratigrafie e definire le caratteristiche sismiche dei depositi costituenti il substrato dell'area in studio; l'insieme di dati a disposizione ha ammontato a 365 Sondaggi geotecnici a carotaggio continuo con prelievo di campioni ed analisi di laboratorio, 285 Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, 149 prove penetrometriche statiche (CPT) e 88 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH). Per completezza, nelle Tav.G.9.2a - Tav.G.9.2b Tav.G.9.2c sono riportate le ubicazioni delle indagini sismiche, secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli ICMS.

All'interno delle aree urbanizzate e produttive esistenti o di trasformazione, è stata condotta inoltre una campagna di rilievi sismici consistenti in misure passive del rumore ambientale con tecnica HVSR – Horizontal to Vertical Spectral Ratio e rilievi MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, con lo scopo di determinare spessori, velocità di trasmissione delle onde sismiche ed eventuali valori di risonanza dei depositi sedimentari. Sono stati inoltre consultati gli archivi della pubblica amministrazione per reperire indagini pregresse che potessero essere rilevanti per gli studi in oggetto.

8-6-1 indagini geofisiche di archivio

Per quanto riguarda dati di archivio, è stato possibile reperire un Down Hole realizzato nel centro urbano di Chianciano; l'indagine si è spinta fino a 30 mt di profondità e ha registrato le onde P ed Sh prodotte da sorgente artificiale. I risultati sono sintetizzati in tabella.

Profondità (m)	Vs (m/s)	Profondità (m)	Vp (m/s)
0-3	182	0-3	222
3-7	276	3-7	1026
7-13	366	7-13	1429
13-17	220	13-17	1818
17-30	365	17-30	1646

Tabella 1: Risultati della prova Down Hole

L'indagine ha potuto confermare i caratteri fisici delle coltri sedimentarie plioceniche costituenti il substrato; le velocità di propagazione delle onde S, pur aumentando con la profondità, si mantengono entro i 400 m/s nei i primi 30 mt. Nella perforazione non è stato raggiunto il substrato lapideo e quindi non si è potuto stimare direttamente le velocità di propagazione delle onde S del Bedrock sismico.

8-6-2 campagna di indagini geofisiche eseguite

La campagna di indagini geofisiche ad-hoc ha invece previsto la realizzazione di:

- n° 12 profili MASW
- n° 24 Misura passive del rumore ambientale mediante a stazione singola;

Le indagini sono state ubicate nell'area urbana di Chianciano all'interno delle UTOE urbane e produttive. Nella scelta dei luoghi è stato operato un criterio teso alla distribuzione quanto più omogenea delle indagini, in modo da coprire anche le aree di espansione e di futura trasformazione oltre che quelle già urbanizzate, compatibilmente con le necessità indotte dagli strumenti e dal tipo di rilievo.

8-6-2-1 campagna di rilievi masw

Sono stati realizzati 12 stendimenti MASW , di cui 6 di 12 metri, 4 di 60 metri e 2 di 48 metri, con lo scopo principale di misurare quantitativamente le velocità di propagazione delle onde S attraverso il sottosuolo. I masw di 12 metri si sono eseguiti dove la logistica era molto sfavorevole. La conoscenza delle velocità di propagazione sono fondamentali per individuare eventuali contrasti di impedenza sismica fra terreni di diversa natura che possono generare effetti di sito importanti, ma soprattutto per determinare la profondità di eventuali orizzonti di risonanza rilevati tramite tecniche di misura passiva del rumore di fondo (HVSr). Gli stendimenti sono stati ubicati come indicato nelle Tav.G.9.2a - Tav.G.9.2b Tav.G.9.2c; i MASW con stendimenti di 60 mt hanno permesso di ricostruire profili sismici attendibili fino a 40 mt di profondità almeno, mentre con stendimenti di 12 mt. si è potuto interpretare i profili fino ad un massimo di 5 -10 mt. (in condizioni più favorevoli). In tabella 2 sono riportati i risultati sintetici dei rilievi.

L'analisi degli spettri di velocità\frequenza restituisce un quadro sostanzialmente omogeneo e confrontabile con quanto emerso dall'indagine Down Hole di archivio (giardini via Dante), con velocità di propagazione delle onde Sh in aumento con la profondità in conseguenza della compattazione dei sedimenti e $V_{s30} = 280 - 360$ m/s per i depositi sabbiosi e $V_{s30} \sim 290$ m/s per i depositi di argille e sabbie; fa eccezione lo stendimento MW1 (via Le Piane/via Visconti), che individua un brusco aumento delle Vs a circa 20 mt, in corrispondenza del probabile contatto fra i

sedimenti sabbiosi pliocenici e il sottostante substrato lapideo. Si riporta di seguito la tabella 2 dove sono indicati il n. della Mw , la successione sedimentaria, la lunghezza dello stendi mento, la profondità, lo spessore, Vs(m/s) Vs30 (m/s).

MIISURA	Successione sedimentaria	Lunghezza stendimento	Risultati			
			Prof (m.)	Spessore (m.)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
MW1	Sabbie	60	10	10	200	368
		60	12	2	400	368
		60	15	3	600	368
		60	19	4	700	368
MW2	Sabbie	60	3	3	180	385
		60	13	10	330	385
		60	30	17	550	385
MW3	Argille e sabbie	60	9	9	220	282
		60	11	2	250	282
		60	14	3	300	282
		60	18	4	300	282
MW4	Argille e sabbie	48	7	7	230	295
			9	2	250	295
			12	3	300	295
			16	4	300	295
			30	14	350	295
MW5	Sabbie	60	8	8	220	308
		60	10	2	330	308
		60	12	2	340	308
		60	14	2	350	308
		60	30	16	370	308
MW6	Sabbie	60	10	10	250	348
		60	12	2	350	348
		60	14	2	400	348
		60	30	16	450	348
MW7	Sabbie	12	2,6	2,6	195	409
			8,6	6	294	409
			-	-	540	409
MW8	Sabbie	12	7	7	170	233
			9	2	200	233
			-	-	270	233
MW9	Sabbie	12	1,5	1,5	150	342
			3,5	2	250	342
			-	-	380	342
MW10	Sabbie	12	4	4	160	342
		12	5	1	250	342
		12	-	-	340	342
MW11	Sabbie	12	3	3	170	314
			9	6	230	314
			-	-	380	314
MW12	Sabbie	12	5	5	150	278
		12	6	1	250	278
		12	-	-	340	278

Tabella 2 : Risultati della campagna di rilievi Masw

8-6-2-2 campagna di misure passive del rumore ambientale

I rilievi del rumore ambientale sono stati condotti nel rispetto degli indirizzi dettati dagli ICMS e dalla Regione Toscana, attraverso tecnica di misurazione a stazione singola ed interpretati secondo le tecniche HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio); i rilievi hanno avuto lo scopo sostanziale di individuare zone caratterizzate da fenomeni di risonanza nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico. I risultati della misurazione del rumore di fondo viene trattata più approfonditamente al Capitolo successivo – Frequenze fondamentali dei depositi.

La qualità generale delle misure è da ritenersi generalmente buona o soddisfacente in quanto rispetta i criteri SESAME e le condizioni di direzionalità, continuità e durata delle registrazioni. Le misure risultano tutte in classe A o B: le misure classificate in classe B sono state comunque utilizzate perché i risultati sono confermati dagli altri rilievi H/V o MASW eseguiti nelle vicinanze.

8-6-3 individuazione delle frequenze fondamentali dei depositi

Le frequenze di risonanza fondamentali dei depositi sono state studiate attraverso l'interpretazione dei rilievi del rumore ambientale, per rilevare, nell'intervallo delle frequenze registrate di interesse ingegneristico, la presenza di eventuali picchi di risonanza principali e secondari (comunemente noti rispettivamente come f_0 e f_n) corrispondenti ad orizzonti di forte contrasto di impedenza sismica in grado di generare effetti di sito. I risultati della campagna, in termini di frequenze di picco, ampiezze dei picco e profondità stimata dell'orizzonte di risonanza, sono riportate in tabella 3. In allegato sono riportati nel dettaglio i risultati dei rilievi tromometrici.

La tabella che segue riporta la classificazione dei rilievi H/V. del rumore ambientale e valori registrati.

Nome	CLASSE ⁽¹⁾	PICCO	Frequenza d picco	Ampiezza	Profondità stimata ⁽²⁾	Spessore stimato Copertura ⁽²⁾
T1	B1	f0	2.69	2	-	> 50 mt
		f1	35	2	-	
T2	B1	f0	2.09	8	60	> 50 mt
T3	B1	f0	2.25	3	33	
T4	A1	f0	2.22	2.4	33	> 50 mt
T5	A1	f0	2.34	1.9	-	> 50 mt
T6	A1	f0	1.5	2.5	50	> 50 mt
T7	B2	f0	1.13	2.4	50	> 50 mt
T8	B1	f0	1.41	2.1	-	> 50 mt

		f0	35	2.8	2	> 50 mt
T9	B2	f0	1.47	2.4	-	> 50 mt
T10	A1	f0	1.56	2.4	47	> 50 mt
T11	A1	f0	12.25	2.3	6	> 50 mt
		f1	28	2.2	3	
T12	B1	f0	2.47	2.9	32	32 mt
T13	A2	f0	6.16	1.8	-	> 50 mt
T14	A1	f0	3.34	4	30	30 mt
T15	B2	f0	5	3.6	15	15 mt
T16	B1	f0	2.09	2	-	> 50 mt
T17	B2	f0	2.63	2.1	-	> 50 mt
T18	B2	f0	3.13	3.2	28	> 50 mt
T19	B1	f0	4.31	2.5	17	> 50 mt
T20	A2	f0	1.66	1.5	-	> 50 mt
T21	A1	f0	1.41	3.3	52	> 50 mt
		f1	12	3.8	6	
T22	B2	f0	2.38	4.2	31	31 mt
T23	B1	f0	1.8	2.2	41	> 50 mt
T24	A1	f0	3.59	2.8	20	> 50 mt

tabella 3: classificazione dei rilievi H/V. del rumore ambientale e valori registrati.

⁽¹⁾ Classi di qualità delle misure H/V:

- Classe A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola;
- Classe B: curva H/V sospetta (da "interpretare"): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze; (2) Lo spessore della copertura è stato stimato con la formula $f = V_s / 4h$ e ricavando le velocità V_s dai profili MASW appositamente realizzati.

I rilievi T1, T5, T9, T13, T16, T17 e T20 presentano grafici HV sostanzialmente piatti, con picchi inferiori o uguali a 2, che indicano una sostanziale omogeneità delle successioni sedimentarie senza particolari contrasti di impedenza sismica; la maggior parte dei restanti rilievi presenta picchi di ampiezza contenuta che indicano quindi bassi contrasti di impedenza (ampiezza <3.0 H/V). Questi spettri sono compatibili con substrato costituito da successioni sedimentarie sabbioso – argilloso conglomeratiche con spessori di alcune centinaia di metri e comportamento meccanico sostanzialmente omogeneo.

Il rilievo T18 (zona artigianale) evidenzia un picco di ampiezza 3 a 3.16 Hz, probabilmente imputabile ad alternanze litologiche nei depositi pliocenici, dato che i sondaggi geotecnici reperibili nella zona non hanno incontrato substrato sismico entro i primi 20 mt e compatibilmente con le interpretazioni del MASW MW3 che indica un progressivo aumento delle velocità V_s con la profondità (da 220 a 350 m/s).

I rilievi T2 (Pod. Perella di Sopra), T3 (Chiesa S. Maria della Stella), T14 (loc. Le Piane

incrocio strada Fucoli), T15 (Hotel Macerina), T21 (Piazza Italia-Via Roma), e T22 (a Valle edificio ex Spadeus) hanno invece rilevato picchi di ampiezza importante ($H/V > 3$) a frequenza comprese nell'intervallo 1.4 – 5 Hz.

Considerando la relazione che lega la frequenza di risonanza misurata v alla profondità H in funzione della velocità di propagazione "media" delle onde S del sedimento V_s :

$$H = V_s/4 * v$$

possiamo stimare lo spessore della copertura sedimentaria in corrispondenza della stazione di misura; la correlazione ci consente, tramite l'utilizzo delle V_s ricavate dalle indagini MASW e dai dati di archivio, di individuare un'area, in corrispondenza dei rilievi T14, T15, T21 e T22, in cui la coltre sedimentaria ha uno spessore atteso inferiore a 30 mt e poggia su substrato con forte contrasto di impedenza sismica rispetto alla copertura; queste condizioni possono, in caso di sisma, generare importanti effetti di sito che vanno ad aumentare localmente gli effetti del sisma stesso e che dovranno essere attentamente valutati nella progettazione di trasformazioni dell'area in questione.

8-6-4 conclusioni indagini sismiche

La zona risulta nel complesso non affetta da forti fenomeni di amplificazione sismostragfica, ad eccezione fatta per la fascia comprendente le misure 14-15-22-3-2, dove si registrano amplificazioni anche alte. Altrimenti si nota in linea generale amplificazioni basse su frequenze di 1-2 hz.

8-7 MICROZONAZIONE SISMICA

Gli studi di MS individuano le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente. Sono quindi stati acquisiti tutti gli elementi utili alla ricostruzione e rappresentazione di un modello geologico-tecnico della superficie e del sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio), sia valutando tutti gli elementi geomorfologici influenzabili da un sisma o in grado di amplificare localmente gli effetti delle onde sismiche.

Gli elementi litologico-tecnici e geomorfologici necessari per la classificazione del substrato sulla base dei rilievi descritti ai punti 8.6.2 e 8.6.3 e sono stati estratti rispettivamente dalle Tav.G.2.1 e Tav.G. 3.1.

Il risultato degli studi di MS è rappresentato dalle Tavole G.9.2.a –G9.2b –G9.2c delle 'Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica' (MOPS) di livello 1. Il territorio urbano e le sue immediate vicinanze è stato suddiviso in varie zone, individuate come di seguito descritto, sulla base degli elementi litologico-tecnici, geomorfologici e sismici caratterizzanti l'area in oggetto e il suo substrato.

Nello specifico, sono state individuate 3 zone:

ZONE STABILI - Comprendono tutto il territorio in cui il substrato litologico, costituito da successioni di natura calcarea o alternanze di strati calcarei marnosi e argillitici, risulta affiorante o subaffiorante.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE - Corrispondono alle zone in cui è stata rilevata la presenza di una copertura detritica e di alterazione sul substrato geologico. Le coperture sono costituite da successioni di natura sabbiosa, argillosa o conglomeratica, con velocità di propagazione delle onde Sh misurata tramite stendimenti MASW, generalmente compresa fra 280 e 360 m/s. Sono state distinte le zone in cui sono stati registrati picchi di risonanza a profondità stimabili entro i 30 mt. ed ampiezze maggiori o uguali a 3, e quindi potenzialmente esposte agli effetti di sito.

ZONE INSTABILI – instabilità di versante per frana e scarpate potenzialmente instabili ossia tutti gli elementi morfologici e geomorfologici la cui dinamica potrebbe essere innescata, riattivata o accelerata da un evento sismico. Sono inoltre state individuate le situazioni che potrebbero dar luogo a cedimenti differenziali (aree di contatto fra litotipi con alto contrasto di impedenza sismica atteso) e crollo di cavità (doline).

FORME DI SUPERFICE – Scarpate morfologiche con altezza > 10 mt, creste in roccia e vallecicole riempite, in corrispondenza delle quali possono attendersi effetti di sito dovuti alla rifrazione delle onde sismiche. Sono state riportate anche le faglie censite nella tavola geologica, che comunque risultano inattive (per esclusione, secondo la classificazione della banca dati delle

faglie attive e capaci consultabile al sito della Protezione civile)

Gli elementi evidenziati dagli studi di MS sono stati valutati al fine di definire la pericolosità sismica dei centri abitati comunali.

8-8 PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA MOPS DI LIVELLO 1

Gli ICMS e la regione Toscana indicano la metodologia semiquantitativa per la valutazione della qualità della carta MOPS di livello 1, che avviene mediante il foglio di calcolo messo a disposizione on-line dal servizio sismico della regione stessa.

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			
b	Carta Geologica 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>		1	0,33	0,33
	<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	0,66	0,33
	<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	0,33
	<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	0,66	0,33
	<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	0,66
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33

Inserire il valore solo nelle celle colorate in viola

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Validazione Indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologico-technica (1)	0,33	Asso rilevamento	No data	< 20%	> 20%	> 20%
	0,33	Progetto	No data	> 20%	> 20%	> 20%
	0,33	Scelta rilevamento	No data	10.000-20.000	20.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,5)	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 (0,5)	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 (Dove Paleontologica, 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 (risultato di test)	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

a	25	punteggi parziali					
b	0,88		21,9				
c	0,27		6,8				
d	0,66		16,4				
e	0,27		6,8				
f	0,16		4,1				
g	0,49		12,3				
Tot	68,5	68,5					classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carte 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 ICM.S08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE TOSCANA

Si è proceduto alla creazione di un reticolo di riferimento con maglia 250x250 mt, a copertura dell'area studiata; è stata poi compilata la tabella di cui sopra, composta da 6 parametri ai quali viene assegnato il rispettivo peso. La tabella fornisce il grado di attendibilità che risulta dalla sommatoria dei pesi parziali.

La carta risulta di Classe B con un punteggio di 68.5: per tale classe viene suggerito di migliorare almeno un uno dei parametri. Dall'analisi della tabella risulta che la maggior penalizzazione in termini di punteggio è data dal bassissimo numero di prove geotecniche, sismiche e sondaggi che raggiungono il substrato rispetto al numero totale di prove disponibili; questo fattore tuttavia è principalmente influenzato dal fatto che circa il 90% del territorio studiato è costituito da coperture sedimentarie, di cui circa il 78% ha spessori superiori ai 30 mt., profondità che non vengono generalmente raggiunte dalla maggior parte delle indagini geognostiche o geofisiche comunemente condotte. Si ritiene quindi che il punteggio ottenuto non sia ulteriormente migliorabile e che comunque lo studio di MS condotto abbia raggiunto gli obiettivi attendibili per il livello I.

Nell'allegato "Studio di microzonizzazione sismica livelli 1 MOPS " sono riportati la relazione specifica e gli elaborati delle misure down hole , masw e tromometriche.

9-VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA'

Il territorio viene caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella redazione del regolamento urbanistico. Attraverso le analisi e gli approfondimenti vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino. Sono pertanto caratterizzate le aree a pericolosità geomorfologica ed idraulica, nonché le aree a pericolosità sismica locale e le aree che presentano problematiche idrogeologiche. È opportuno tenere distinta la pericolosità per i diversi fattori: geologici (geologici s.s., geomorfologici) idraulici e sismici attraverso cartografie che individuino le situazioni di pericolosità come di seguito riportate.

Lo studio condotto si è prefisso quale obiettivo per la programmazione territoriale quello del riconoscimento preventivo delle problematiche di carattere geologico, geomorfologico idraulico e sismico, che sussistono in determinate aree. In tal modo, qualora vi sia la volontà di attuare delle opere è possibile individuare a priori se e su che tipo di problematiche si incorre.

Tramite questa cartografia sarà possibile: scegliere le aree più idonee per la previsione di espansioni urbanistiche ed opere di vario genere e programmare i tipi di indagini geognostiche

ritenute soddisfacenti per l'intervento di progetto e le problematiche presenti nell'area di interesse.

Questa cartografia, incrociata con i dati delle destinazioni urbanistiche in previsione che faranno parte del Regolamento Urbanistico, servirà per la redazione della **Carte della Fattibilità**.

9-1 AREA A PERICOLOSITA' GEOLOGICA (GEOMORFOLOGICA)
**(Carta delle aree a pericolosità geologica Tav. G. 7.1-Tav.G.7.2a Tav.G.7.2b-
Tav.G.7.2c)**

Dalla sovrapposizione della carta geologica, litologica e geomorfologia, si ricava la carta della **pericolosità geologica** con 4 differenti classi ai sensi del 53/R:

- **Pericolosità geologica molto elevata G.4.** aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi .Abbiamo inserito in questa classe :

1. **frane per crollo o ribaltamento / scivolamento / colamento e relative corone di frana in attività** – negli ambiti delle AdB Arno e Ombrone corrispondono alle pericolosità PFME (AdB Ombrone) e PF4 (AdB Arno).

2. **scarpate litologiche attive**

- **Pericolosità geologica elevata G.3.** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%;. Abbiamo inserito in questa classe:

1- **frane per crollo o ribaltamento / scivolamento / colamento e relative corone di frana quiescenti** – negli ambiti delle AdB Arno e Ombrone corrispondono alle pericolosità PFE (AdB Ombrone) e PF3 (AdB Arno);

2- **piccole frane non cartografabili (buffer di 12 mt);**

3- **fasce di rispetto dei dissesti attivi, definite come intorno delle aree di influenza;**

4- **Aree soggette a deformazioni superficiali lente**

5- scarpate morfologiche, scarpate di erosione fluvio-torrentizia ed alvei in approfondimento,

- **Pericolosità geologica elevata G.2.** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%;

Abbiamo inserito in questa classe:

1-frane non attive per crollo o ribaltamento / scivolamento / colamento e relative corone di frana– negli ambiti delle AdB Arno corrispondono alle pericolosità PF2 (AdB Arno). Tutto il restante territorio.

2 –frane consolidate.

- **Pericolosità geomorfologica bassa G.1:** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa. (Assenti)

Tutte le aree in frana o in forte erosione, i cigli di scarpata litologica attiva, comprese le aree di influenza, ricadono in pericolosità 4. In pericolosità 3 ricade buona parte del territorio comunale comprendente terreni terrigeni del neoautoctono (argille, sabbie ghiaie in aree con particolari situazioni stratigrafiche e con pendenze superiori al 15%) e quelli argilloso-calcarei delle formazioni di Brolio e S. Fiora; rientrano inoltre in pericolosità 3 le fasce di ampiezza di 15 m. intorno alle aree a pericolosità 4; mentre ricadono in pericolosità 2 i terreni costituiti da sabbie, sabbie e ghiaie anche cementate e le aree di fondo valle dove l'acclività è molto ridotta.

Nell'ambito della stessa frana si è applicato un buffer di diverso spessore per il coronamento, la zona di scorrimento e la zona di accumulo variabile da 5 a 15 m.

Per le scarpate litologiche attive nell'individuazione dell'area di influenza si è tenuto conto delle loro effettive dimensioni e caratteristiche litologico-tecniche, attribuendo buffer diversi.

Per i territori delle AdB Arno e Ombrone, dove erano già state individuate le aree a pericolosità geomorfologica, e per frana, le aree di influenza corrispondono alle perimetrazioni PFME e PF4, questo per allineare quanto più possibile le pericolosità individuate ai sensi del 53/R

con quelle delle AdB.

Al di fuori delle aree perimetrare dalle AdB, sono state cartografate all'intorno delle aree in dissesto delle fasce di rispetto con i criteri riportati nella tabella che segue:

<i>FENOMENO</i>	<i>Ampiezza della fascia di rispetto</i>	
	<i>PERICOLOSITÀ</i>	
	G.4	G.3
Frana attiva	5 m.	15 m.
Corona di frana attiva	10 m.	15 m.
Frana quiescente	-	15 m.
Corona di frana quiescente	-	15 m.
Colata di terra	5 m.	15 m.
Area a franosità diffusa attiva	5 m.	15 m.
Area a franosità diffusa quiescente	-	15 m.
Scarpata litologica attiva	10 m.	12 m.
Scarpata di erosione fluvio-torrentizia	10 m.	10 m.
Calanchi	5 m.	15 m.
Doline	10 m.	10 m.

9-2 AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA (Carta delle aree a pericolosità idraulica Tav. G.8.2)

Vengono presi in considerazione gli elementi idrologico-idraulici necessari per caratterizzare la probabilità di esondazione dei corsi d'acqua ricompresi nel reticolo della difesa del suolo come definito nei PAI approvati, ovvero come definito nel PIT la probabilità di allagamento per insufficienza di drenaggio in zone depresse. Tenuto conto degli indirizzi tecnici dettati dagli atti di pianificazione di Bacino, vengono analizzati gli aspetti connessi alla probabilità di allagamento:

- per fenomeni di inondazioni da corsi d'acqua
- per insufficienza di drenaggio

Ne consegue che in fase di redazione delle indagini geologiche di supporto agli strumenti urbanistici comunali, oltre agli aspetti legati alle caratteristiche prettamente geologiche del territorio, sono state individuate le aree in cui, per la particolare situazione altimetrica e/o per la presenza di notizie storiche di esondazioni, sussiste una pericolosità idraulica potenziale o reale.

In conformità al regolamento di attuazione dell'Art. 62 della L.R. 1/2005 in base al DPGR 53/R del 25/10/2011 per le unità territoriali organiche (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, sono stati definiti gli ambiti territoriali interessati da allagamenti in generale riferiti rispettivamente a $TR \leq 30$ anni, $30 < TR \leq 200$ anni. Come da specifiche indicazioni dei PAI in relazione ad esigenze di protezione civile possono essere definiti ambiti territoriali interessati da $200 \leq TR \leq 500$ anni. **In particolare dall'Allegato 2 delle Norme di Attuazione del Pai (riferimento per la redazione degli art. 27 e 32 delle Norme suddette sono previste verifiche con tempi di ritorno $Tr \leq 100$ anni)**

Fuori dalle (UTOE), potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, sono comunque definiti gli ambiti territoriali di fondovalle per i quali ricorrono notizie storiche di inondazioni (Aree soggette ad inondazioni estratte dal Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale di Siena) e gli ambiti di fondovalle posti in situazioni morfologicamente sfavorevoli, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda, in base alla 53/R.

Il territorio comunale di Chianciano Terme interessa ben tre Bacini idrografici: Arno, Ombrone e Tevere e pertanto deve sottostare alle norme di attuazione delle Autorità di Bacino di detti fiumi.

Si riporta di seguito la legenda della carta della pericolosità idraulica (8Tav. G.8.1)

Legenda

PERICOLOSITA' IDRAULICA NELLE UNITA' TERRITORIALI (UTOE)

- L2** **Pericolosità Idraulica media**
Aree interessate da allagamenti causati da eventi alluvionali verificati per piene con tempi di ritorno compresi fra 200 e 500 anni
- L3** **Pericolosità Idraulica elevata**
Aree interessate da allagamenti causati da eventi alluvionali verificati per piene con tempi di ritorno compresi fra 30 e 200 anni
- L4** **Pericolosità Idraulica molto elevata**
Aree interessate da allagamenti causati da eventi alluvionali verificati per piene con tempi di ritorno minori di 30 anni

PERICOLOSITA' IDRAULICA DEL TERRITORIO APERTO

- L1** **Pericolosità Idraulica bassa**
Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni di alto morfologico, a quote altimetriche superiori di almeno 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine o al battente di sponda
- L2** **Pericolosità Idraulica media**
Rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni di alto morfologico, a quote altimetriche superiori di almeno 2 metri rispetto al piede esterno dell'argine o al battente di sponda
- L3** **Pericolosità Idraulica elevata**
Rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorrono almeno una delle seguenti condizioni:
- vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni morfologiche sfavorevoli, a quote altimetriche comprese nei 2 metri dal piede esterno dell'argine o al battente di sponda
- L4** **Pericolosità Idraulica molto elevata**
Rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:
- vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni morfologiche sfavorevoli, a quote altimetriche comprese nei 2 metri dal piede esterno dell'argine o al battente di sponda

PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.I. DEL FIUME ARNO

- PI2** Aree a Pericolosità media

PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.I. DEL FIUME OMBRONE

- PIE** Pericolosità Idraulica Elevata

ELEMENTI URBANISTICI, AMMINISTRATIVI E CARTOGRAFICI

- Limite delle Autorità di Bacino (AdB Arno ed Ombrone)
- Limite delle Autorità di Bacino (Fonte AdB Tevere)
- Limite di UTOE urbane insediative e artigianali/produitive
-  Confine comunale

In relazione alle condizioni idrauliche e idrogeologiche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, sono soggette alle norme le aree individuate in una specifica cartografia con pericolosità così graduata:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni; Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Per quanto riguarda le aree in cui erano presenti perimetrazioni di pericolosità idraulica effettuate dall'A.d.B. Arno alla scala di sintesi, si sono fatte le seguenti considerazioni:

Aree a P.I.1 – sono state fatte rientrare in classe di pericolosità I.1 o I.2 a seconda che ricadessero in aree di versante o di fondovalle (comunque a quote superiori i 2 metri al di sopra della quota d'argine o ciglio di sponda).

Aree a P.I.2 – essendo di fatto coincidenti con le alluvioni storiche del periodo 1961-1963, sono state fatte rientrare nella pericolosità idraulica I.3 o I.4 a seconda che ricadessero in aree a quote rispettivamente superiori o inferiori i 2 metri al di sopra della quota d'argine o ciglio di sponda.

Riguardo al territorio comunale di Chianciano Terme la pericolosità idraulica interessa le aree di pertinenze degli alvei dei torrenti (I.3). Ricadono in pericolosità idraulica molto elevata (I.4) le zone in pianura situate sul confine Est del territorio comunale relative al Torrente Parce e Monaco, in quanto oltre a ricorrere la situazione sfavorevole di quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda, tali aree rientrano tra quelle con notizie storiche di alluvioni del periodo 1961-1963.

Per il tratto dell'alveo del torrente Astrone riportato in I.4. oltre alla situazione sfavorevole altimetrica, l'area rientra tra quelle soggette ad inondazioni estratte dal Piano di coordinamento Territoriale Provinciale di Siena.

Per i corsi di acque che percorrono le aree potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali e per quelle abitate sono stati eseguiti degli studi idraulici specifici definendo gli ambiti territoriali soggetti ad allagamenti riferiti a tempi di ritorno $Tr \leq 30$ anni, $30 < Tr \leq 200$, $200 < Tr < 500$, in conformità al Regolamento di attuazione dell'art. 62 L.R. n. 01/200

Lo studio è stato eseguito per i torrenti Mezzomiglio e Ruoti.

Come risulta dallo studio idraulico allegato, e redatto dal Dr. Ing. Jacopo Svetoni **relativamente ai torrenti Ruoti e Mezzomiglio che presentano tratti tombinati, l'esito delle modellazioni, pone in evidenza l'inadeguatezza delle sezioni impiegate.** Il dato numerico trova peraltro conferma nel repertorio storico di tracimazioni che, sebbene in misura più contenuta, hanno avuto luogo in corrispondenza degli imbocchi.

Segnalata quindi la necessità di adeguare i due collettori e la manutenzione fluviale necessaria alle sezioni di imbocco, si è provveduto comunque ad una tracciatura dei perimetri allagabili che si possono ipoteticamente trarre dalla modellazione. Detti perimetri, collocati in un ambito fortemente urbanizzato (quali sono quelli a valle di Via Moro e di S Elena), scontano manifeste incongruenze numeriche e sono da interpretarsi come semplici speculazioni che non pretendono di esaurire in modo compiuto lo studio del moto (eminentemente tridimensionale) con cui l'onda di piena, non convogliata e tracimante, si distribuisce.

L'individuazione del pericolo idraulico che ne consegue, e la definizione del deficit di capacità drenante, si ritiene tuttavia che completino sufficientemente gli scopi di questo tipo di trattato.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici delle aree interessate dal Bacino del Tevere, (torrente Astrone) non essendo individuate dal Pai stesso aree a pericolosità, le perimetrazioni introdotte seguono i criteri morfologici della 53/R in quanto non ricadenti nelle Utoe in rif. Allegato A punto B.4

Riguardo alla zona a Sud dell'UTOE "Area artigianale Astrone", soggetta ad inondazioni secondo il Piano di Coordinamento Territoriale Provinciale di Siena, si fa presente che in detta area è presente attualmente un rilevato dell'altezza di circa 6 m. al di sopra dell'argine del torrente stesso, per cui la pericolosità idraulica passa da I.4 a I.3.

In particolare per il torrente Astrone esiste uno studio "Verifica idraulica delle piene artificiali determinate dalla manovra degli organi di scarico della Diga Astrone" redatto dall'Idrostudio di Firenze del 2002 e commissionato dalla S.p.A Nuove Acque; nello studio sono riportate le aree soggette ad allagamento a seguito dello studio del "Calcolo dell'onda di sommersione conseguente all'ipotetico collasso dell'opera" eseguito per conto del C.i.g.a.f. dal Dott. Ing. Renzo Patacca nel 1995.

Dal momento che la 53/R non contempla la suddetta verifica verrà prodotta una relazione a parte in modo che l'Amministrazione Comunale possa tenerne conto in ambito di Protezione Civile.

9-3 CARTA DELLE PERICOLOSITA' DI ADEGUAMENTO AI PAI (Arno-Tevere-Ombrone) (Tav.G.11.1)

(Nella Tav.G.11.1 sono riportate le pericolosità geologiche e le pericolosità idrauliche per

le tre Autorità di Bacino)

9-3-1 Aree a pericolosità geologica (geomorfologica) di adeguamento ai PAI

La documentazione specifica presa a riferimento è la seguente :

1. gli elaborati cartografici e gli allegati del Piano di Bacino del Fiume Arno (Piano di assetto idrogeologico) tra i quali in particolare la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante – livello di sintesi in scala 1:25.000”, la “Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivante dall’inventario dei fenomeni franosi – livello di dettaglio in scala 1:10.000”, la “Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità da frana in scala 1:10.000”;
2. gli elaborati cartografici e gli allegati del Piano di Bacino del Fiume Ombrone (Piano di assetto idrogeologico) in particolare le aree perimetrate con la sigla P.F.M.E. e P.F.E. delle Carta di tutela del territorio” in scala 1:10.000;
3. gli elaborati cartografici e gli allegati del Piano di Bacino del Fiume Tevere (assetto geomorfologico) di cui in particolare la “Carta inventario dei fenomeni franosi”, la “Carta indice della franosità totale”, “l’Atlante delle situazioni di rischio da frana.

Dal momento che il territorio comunale ricade nell’ambito territoriale di competenza dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno di quello del Fiume Tevere e del fiume Ombrone si è ritenuto adottare per ogni singolo bacino una specifica rappresentazione grafica per le varie pericolosità geologica ed idraulica, ad eccezione per il bacino del Fiume Tevere, dove non state riportare perimetrazioni di aree specifiche di situazioni di rischio da frana.

9-3-1-1 Pai Fiume Arno

L’Autorità di bacino del Fiume Arno ha predisposto per il territorio comunale uno studio dei fenomeni geomorfologici di versante riportato nel “ Piano di Bacino del Fiume Arno- Stralcio Assetto Idrogeologico” le cui risultanze sono esposte in specifici elaborati e che le aree ivi evidenziate con una definita pericolosità sono sottoposte a misure di salvaguardia vigenti, per cui è stata realizzata la **Carta della Pericolosità di adeguamento ai PAI (Vedi Tav. G.11.1)** nella quale vengono riportate sia le risultanze delle Pericolosità Geomorfologica e Idraulica

redatta ai sensi della D.C.R. n. 94/85 e al regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005 sia i dati delle carte tematiche realizzate dall'Autorità di Bacino dell'Arno.

Tramite questa cartografia "integrata" è stato possibile individuare le aree nelle quali sussistono incongruenze tra i dati ricavati nel corso del presente studio e quelli indicati dall'Autorità di Bacino.

Nella legenda della Carta della Pericolosità Geologica (Tav.G.7.1) sono state riportate sia le definizioni delle classi di pericolosità geologica ai sensi della D.C.R. 94/85 sia quelle indicate dal Piano di Bacino del Fiume Arno-Stralcio "Assetto Idrogeologico" per le aree individuate a pericolosità elevata a livello di sintesi (Classe P.F.3) e sempre a pericolosità elevata a livello di dettaglio (Classe P.F.3).

Si ricorda che nel Piano di bacino del Fiume Arno-Stralcio "Assetto Idrogeologico" per la pericolosità da frana i dati sono estrapolati dalla cartografia inerente la "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante-livello di sintesi- in scala 1:25.000" e la "Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivanti dall'inventario dei fenomeni franosi-livello di dettaglio- in scala 1:10.000".

Nella prima cartografia citata sono riportati per il territorio comunale diverse perimetrazioni di aree con pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante (P.F.3) che includono "aree interessate da fenomeni di dissesto attivi o quiescenti e da condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli" e delle perimetrazioni di aree con pericolosità elevata da frana (P.F.3) che includono aree con "pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi causa potenziale di rischio elevato" (definizione riportata nel Piano di Bacino del Fiume Arno-Stralcio "Assetto Idrogeologico").

Le aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante a livello di sintesi individuate dall'Autorità di Bacino sono variamente distribuite su tutto il territorio. In particolare osservando la **Carta delle Pericolosità di adeguamento ai PAI** si nota che alcune frane interessano versanti a pendenze molto blande ed aree di fondovalle, quasi ad indicare un errore nella ubicazione del dato da parte dell'Autorità di Bacino. Tuttavia per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica una buona parte delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante a livello di sintesi individuate dall'Autorità di Bacino sono comprese nelle aree a pericolosità geomorfologia G3 del P.S.

Occorre peraltro rilevare che, in occasione del sopralluogo con i tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, i criteri adottati per il rilevamento di campagna e per la definizione della pericolosità connessa con i fenomeni geomorfologici di versante, e che hanno poi condotto

all'elaborazione della Carta della pericolosità geomorfologica, sono stati giudicati coerenti ai dettami dell'Allegato 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

Inoltre, nell'assegnare le classi di pericolosità alle varie aree, si è cercato di correlare la classificazione definita dal PAI con quella della vigente normativa regionale, al fine di ottenere un elaborato cartografico in cui vi è corrispondenza numerica tra le classi di pericolosità, sebbene regolamentate da normative diverse.

L'Autorità di Bacino del fiume Arno attraverso il Comitato Tecnico, nella seduta del 31/05/13 ha espresso il seguente: **“parere favorevole ex art. 32 NTA del PAI (D.P.C.C.M. 06/05/2005) per l'implementazione del dato conoscitivo relativo alla individuazione delle nuove P.F.E. e P.F.M.E. e per il conseguente aggiornamento, in quanto lo studio è stato redatto secondo i criteri del Piano di Assetto Idrogeologico”**(come da comunicazione Prot. 2109 del 03/06/13)

Le nuove perimetrazioni, approvate dal Bacino, sono indicate nella Carta delle pericolosità di adeguamento ai P.A.I. Tav.G.11.1.

9-3-1-2 PAI fiume Ombrone

La parte Sud-Ovest del territorio comunale di Chianciano ricade nel bacino idrografico del Fiume Ombrone; lo studio sulla pericolosità geologica di adeguamento al P.A.I. in conformità, a quanto indicato nel capitolo precedente, ha tenuto in dovuta considerazione oltre alla normativa regionale di cui alla Del. C.R. 94/85 anche le definizioni di pericolosità geomorfologica contenute nel P.A.I. (Del. C.T.R. 12/2005).

In particolare, relativamente alle valutazioni di carattere generale sul rischio geomorfologico, si sono tenute in considerazione le direttive per la formazione degli strumenti urbanistici e loro varianti.

In tal senso è stata elaborata una specifica cartografia, denominata Carta della pericolosità geologica di adeguamento al P.A.I., riassuntiva dei contesti geomorfologici (pericolosità geomorfologica elevata (P.F.E.) e molto elevata (P.F.M.E.)) e dei dissesti censiti dal Comitato Tecnico di Bacino, selezionati sulla base dell'interferenza di questi con elementi a rischio presenti nel territorio comunale (quali: agglomerati urbani, case sparse, insediamenti produttivi, vie di comunicazione ecc.).

Per tali aree si adottano le disposizioni coerenti con quelle del P.A.I. relative agli art. 13 e 14 delle Norme di Piano:

- aree a Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata (P.F.M.E.= G.4): aree interessate da

fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni; rientrano comunque nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata le aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelle soggette a colate rapide incanalate di detrito e terra, nonché quelle che possono essere interessate da accertate voragini per fenomeni carsici;

- aree a Pericolosità Geomorfologica Elevata (P.F.E. =G.3): aree interessate da fenomeni franosi quiescenti e relative aree di influenza, le aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico, le aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

L'autorità di Bacino del fiume Ombrone con Prot. 1372-2013, ha valutato lo studio coerente con i criteri di PAI, e pertanto il medesimo costituirà implementazione del quadro conoscitivo del PAI stesso.

9-3-1-3 PAI Fiume Tevere

Sono stati presi in esame gli elaborati cartografici e gli allegati del Piano di Bacino del Fiume Tevere (assetto geomorfologico) di cui la “Carta inventario dei fenomeni franosi”, la “Carta indice della franosità totale” e “l’Atlante delle situazioni di rischio da frana”.

In particolare la carta inventario dei fenomeni franosi identifica le aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi e classifica lo stato di attività delle frane in attive quiescenti ed inattive. Per quanto riguarda la “**Carta indice della franosità totale**” e “**l’Atlante delle situazioni di rischio da frana**” nel territorio comunale di Chianciano **non sono riportare perimetrazioni di aree specifiche.**

Per tutto in bacino del Tevere è stato effettuato il recepimento totale del quadro conoscitivo del Pai relativo e non sono state introdotte modifiche.

9-3-2 Aree a pericolosità idraulica di adeguamento ai PAI

9-3-2-1 Pai Fiume Arno

Nell’ambito del procedimento di approvazione del PAI, l’Autorità di Bacino del Fiume Arno ha effettuato, per l’intero ambito territoriale di competenza l’individuazione e la

perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, con riferimento al livello di sintesi (in scala 1:25.000) e di dettaglio (in scala 1:10.000).

Per il territorio comunale, interessato dal reticolo idrografico secondario del Bacino del Fiume Arno, risulta attualmente disponibile il solo studio al livello di sintesi; di conseguenza nella redazione della carta di adeguamento al PAI sono state individuate e perimetrate le aree riferite alle varie classi di pericolosità idraulica secondo il criterio di ordine geomorfologico e storico inventariale, come di seguito riportato:

- ***Aree a pericolosità molto elevata (P.I.4)***: corrispondono alle aree individuate nel “Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio del Bacino del Fiume Arno” approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 137/99; trattasi di aree interessate dagli eventi alluvionali del 1991, 1992 e 1993 delle aree dichiarate in stato di emergenza e le aree investite dagli eventi del 1998 e 1999.
- ***Aree a pericolosità elevata (P.I.3)***: sono anch’esse perimetrate con riferimento al “Piano straordinario”; in particolare sono state ascritte a tale classe le aree indicate nel Piano con la sigla BI (si tratta di aree soggette anch’esse a inondazioni con frequenza relativamente elevata, ma per le quali era vigente il regime normativo previsto dalla D.C.R. n. 230/94 adesso recepita nel PIT, per gli ambiti B).
- ***Aree a pericolosità media (P.I.2)***: sono state individuate nella fascia compresa tra le aree a pericolosità idraulica 3 e 4 e l’inviluppo delle massime alluvioni storiche risultante dalla Carta Guida delle aree allagate. Nella sostanza si tratta di aree inondate nell’occasione dell’evento del 1966 e non soggette ad inondazioni ricorrenti.
- ***Aree a pericolosità bassa (P.I.1)***: sono comprese tra l’inviluppo delle massime alluvioni storiche di cui sopra ed il limite delle alluvioni di fondovalle. Tale limite è stato tracciato con criteri geomorfologici sulla base della revisione e aggiornamento del dato in possesso dell’Autorità alla scala 1:100.000, tramite fotointerpretazione tematica delle riprese aereo fotogrammetriche in scala 1:50.000, eseguite sull’Arno e sui principali affluenti tra il maggio 1993 e l’agosto 1995.

In particolare nel territorio comunale sono presenti le sole aree a pericolosità P.I.1 e P.I.2. sul fondo valle nella parte Est della Carta (Tav. G11.1).

9-3-2-2 PAI fiume Ombrone

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici delle aree interessate dal Bacino del Fiume Ombrone, non essendo individuate dal Pai stesso aree a pericolosità, le perimetrazioni introdotte seguono i criteri morfologici geometrici della 53/R in quanto non ricadenti nelle Utoe in rif. Allegato A punto B.4.

Le aree a pericolosità idraulica elevata (PIE) sono state individuate e perimetrare ai sensi degli atti di indirizzo e coordinamento emanati a seguito della legge 183/89 e del D.L. 180/998.

Sul lato di Sud-Ovest del territorio comunale la pericolosità idraulica elevata PIE si limita alle pertinenze degli alvei del Torrente Giuncheto e Prati.

9-3-2-3 PAI Fiume Tevere

L'autorità di Bacino del Fiume Tevere non riporta aree a pericolosità idraulica per la parte di territorio comunale ricadente nel Bacino stesso e pertanto è stato totalmente recepito il quadro conoscitivo del Pai relativo e non sono state introdotte modifiche.

10-AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (Tav. G.5.1)

Sono evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici. Particolare attenzione è posta anche all'individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (**falda libera in materiali permeabili e prossima al piano campagna; aree di affioramento di terreni litoidi molto fratturati; aree interessate da acquiferi in materiali carbonatici a carsismo sviluppato**). Per tali aree, che non necessariamente e univocamente possono essere associate ad una determinata classe di pericolosità, sono comunque fornite indicazioni sugli eventuali condizionamenti alla trasformabilità, da disciplinare in maniera specifica nel regolamento urbanistico in funzione delle destinazioni previste.

10-1 PROBLEMI DI PROTEZIONE E IGIENE DELLA RISORSA IDRICA (Pozzi-Sorgenti-Laghi-Fiumi)

Nella nostra provincia non è difficile riscontrare, anche se in misura ridotta, quegli stessi fenomeni di inquinamento dell'acqua, del suolo ed in alcuni casi anche dell'aria che si riscontrano ovunque.

Anche se il nostro territorio sembra, per mancanza di grandi infrastrutture industriali, non soffrire gravi problemi di inquinamento, tuttavia in tempi brevissimi si sono verificati fenomeni di trasformazione dell'habitat biologico, che si possono, sia pure sommariamente, riassumere in:

- abbandono delle zone collinari e montane con mancanza di interventi sull'assetto idrogeologico del territorio;
- degradazione delle opere elementari di regimazione delle acque;
- diffusione in alcune zone di monoculture e soprattutto uso indiscriminato in agricoltura di antiparassitari tossici e diserbanti che, a causa del dilavamento delle piogge, possono raggiungere sia le falde acquifere che i corsi d'acqua;
- inquinamenti di natura organica, provenienti da allevamenti zooagricoli;
- liquami di provenienza domestica e urbana con forti componenti di detersivi non biodegradabili, oli minerali e rifiuti di vario tipo e composizione;
- rapida espansione degli agglomerati residenziali ed irrazionali insediamenti industriali con distruzione delle aree verdi adiacenti alle zone abitative, come conseguenza di una mancata disciplina urbanistica;
- movimenti di terra ed attività estrattive;
- moltiplicazione dei rifiuti solidi e liquidi;
- aumento del fabbisogno idropotabile in collegamento alla crescita dei bisogni civili della società;
- largo uso di detersivi;
- scarico di sostanze tossiche nell'atmosfera;

L'armonia di un tempo dei fattori ambientali (aria, acqua e suolo), che stava alla base della salute individuale, oggi è turbata dalla continua e crescente dispersione nell'ambiente dei più diversi tipi di rifiuti e residui; il tutto avviene in tempi così ristretti e raggiunge concentrazioni e volumi di tale entità da superare le pur rilevanti capacità di autodepurazione ambientale.

10-1-1 inquinamento

Mentre l'inquinamento delle acque superficiali è immediato quello delle falde acquifere sotterranee è più subdolo poiché arriva in un secondo momento. Infatti nelle falde acquifere profonde l'inquinamento è tanto più temibile in quanto arriva senza segni manifesti e la sua origine può essere anche molto lontana nel tempo e nello spazio. Questo perché, come precedentemente detto, le zone di ricarica delle falde acquifere possono essere anche a molti Km. di distanza. Inoltre questo inquinamento dura molto più a lungo ed è di difficile eliminazione.

Infatti nella zona di terreno superficiale non interessato dalla falda acquifera, l'autodepurazione naturale, specialmente se in presenza di terreno ricco di humus che rappresenta un vero e proprio filtro biologico, può avvenire in tempi molto brevi con meccanismi di biodegradazione; nell'acquifero, invece, solo la diluizione e quindi il ricambio dell'acqua, ha un effetto depurativo.

Nel bacino termominerale di Chianciano Terme l'inquinamento è maggiormente favorito a causa dell'elevata permeabilità per fessurazione delle rocce calcaree, permeabilità che determina una circolazione molto rapida. A causa del terreno per lo più carsico, manca, oltretutto, una vera e propria filtrazione soprattutto in prossimità delle doline che costituiscono un veicolo privilegiato per la percolazione dell'acqua nel sottosuolo (la sorgente dei Fucoli subiva e forse subisce ancora degli immediati intorbidimenti dopo forti precipitazioni).

Pertanto qualsiasi elemento inquinante presente nei terreni calcarei può, attraverso il veicolo acqua, rapidamente raggiungere la falda termo-minerale con conseguenze irreparabili.

I principali centri di pericolo per l'inquinamento delle falde sotterranee presenti nelle nostre aree sono:

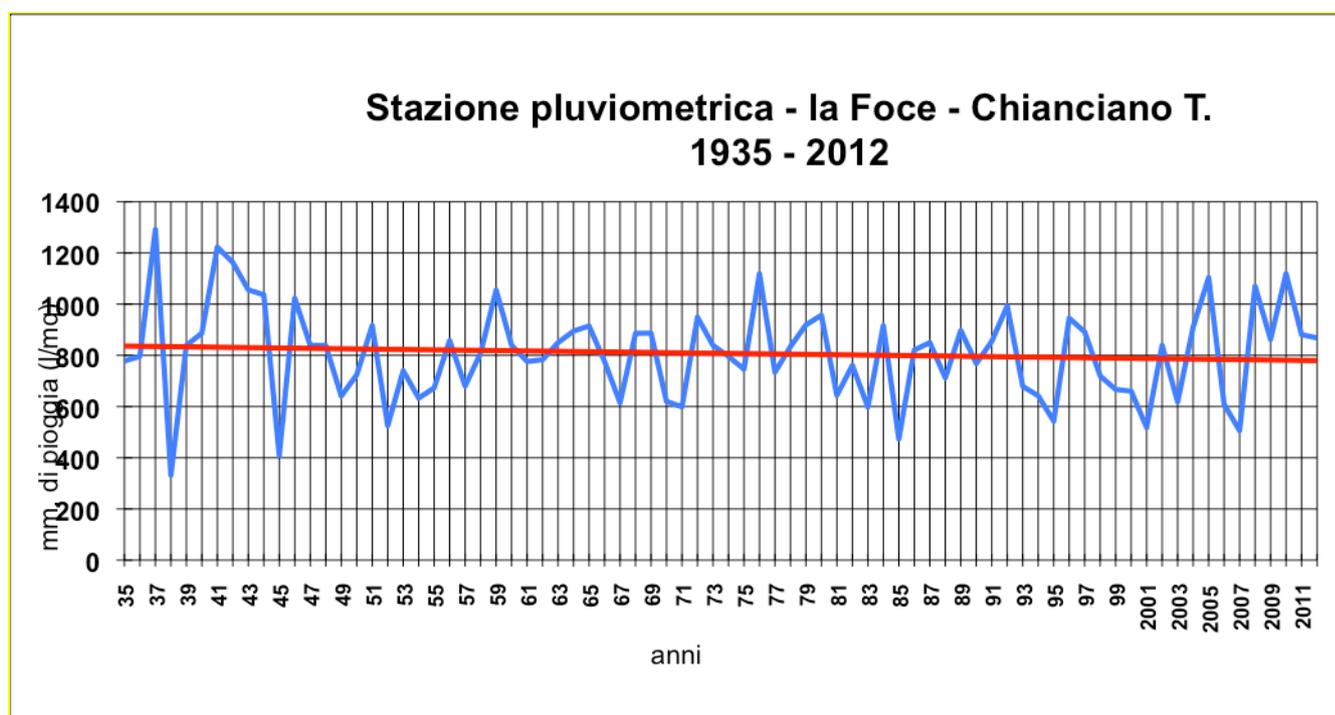
-discariche -asportazione del suolo -trivellazioni -cave -insediamenti antropici-smaltimento liquami con irrigazione a pioggia -pozzi neri -strade e parcheggi (sulle strade possono transitare mezzi con sostanze inquinanti) -concimi inorganici, fertilizzanti ed antiparassitari -allevamenti di massa -pozzi.

10-1-2 impoverimento

L'abbassamento della falda termale di Rapolano e la diminuzione di portata di alcune sorgenti della zona (Bertoldi-Fancelli -Nuti 1975) rispecchiano un fenomeno che, per le caratteristiche idrogeologiche sopra dette, non può essere limitato alla sola zona di emungimento. Esso deve necessariamente interessare l'intero bacino idrotermale, che, come abbiamo detto, si estende da S. Casciano Bagni fino a Rapolano.

10-1-3 precipitazioni

I sopracitati autori imputano parte del fenomeno di diminuzione di portata delle sorgenti all'andamento ciclico delle precipitazioni (cicli triennali nell'ambito di cicli venticinquennali). Questi cicli possono determinare maggiori o minori infiltrazioni nelle aree di alimentazione e, conseguentemente, un maggiore o minore carico idrostatico, che si traduce in maggiore o minore portata. Tuttavia non escludono che l'abbassamento della falda sia dovuto anche ai pesanti pompaggi effettuati principalmente nella zona di Rapolano per la lavorazione del travertino. Infatti se le perdite dovute al drenaggio naturale (sorgenti) o artificiale (pompaggi da pozzi-impermeabilizzazioni delle aree di ricarica ed eliminazione del tampone argilloso), prevalgono sulla ricarica, si determina un deficit, come è testimoniato dal progressivo abbassamento del livello idrostatico della falda di Rapolano. Questo fenomeno per la zona di Rapolano è in atto almeno dal 1964.



L'elaborazione dei dati pluviometrici rilevati presso la stazione meteorologica della Foce di Chianciano Terme, pur confermando la presenza di cicli simili a quelli rilevati presso le stazioni di Rapolano e Montepulciano, ha comunque rivelato, nel periodo 1932-2012, un trend leggermente negativo delle precipitazioni. Di conseguenza sarà inevitabile un analogo andamento, se pur ritardato nel tempo, nelle portate delle sorgenti. Oltretutto negli ultimi anni nel bilancio

idrogeologico ha gravato, in maniera sempre più sensibile, il drenaggio provocato dagli emungimenti artificiali effettuati nell'intero comprensorio del bacino termale (ad esempio la continua escavazione di pozzi nella formazione calcarea da parte di privati e da enti pubblici (Comuni e Consorzi).

Inoltre l'intervento dell'uomo con le modifiche delle colture e del suolo (asportazione di vegetazione arborea, sottobosco e humus) ha aumentato il ruscellamento delle acque meteoriche, già di per sé facilitato dall'acclività dei terreni, con conseguente diminuzione dell'acqua percolata nel terreno.

Le acque delle sorgenti di Chianciano sono sicuramente le più vulnerabili agli effetti dell'impoverimento sia per la limitata portata (0.48 l/sec. Sorgente Acqua Santa) sia per il carico idraulico meno elevato.

Risulta evidente, da quanto sopra esposto, la difficoltà di conciliare l'esigenza di tutela delle sorgenti termo-minerali dall'inquinamento con quella di impedire un impoverimento, in quanto i provvedimenti mirati alla tutela dell'una a volte possono essere in contrasto con l'altra (ad esempio l'impermeabilizzazione di una dolina per bloccare una via preferenziale all'inquinamento della falda produce gravi effetti negativi sull'alimentazione della stessa), specialmente in presenza di sorgenti a portata molto ridotta come quelle di Chianciano Terme.

Il non corretto uso di questa parte di territorio può quindi produrre al patrimonio idrico gravi danni sia per inquinamento che per impoverimento.

10-1-4 protezione

Per la salvaguardia ed una corretta gestione delle sorgenti termo-minerali e' necessaria una presa di coscienza verso i problemi dell'inquinamento e dell'impoverimento della falda non solo come fatto culturale ma anche come problema socio-economico che investa sia le autorità che il comportamento dei singoli cittadini.

Dobbiamo prendere atto che quando si emunge acqua da una sorgente o da un pozzo in modo indiscriminato, ignorando i reciproci rapporti fra i bacini geologici di alimentazione delle falde e senza aver determinato il bilancio idrico, si rischia di alterare l'intero sistema dell'acquifero con inevitabili conseguenze negative per le sorgenti ad esso dipendenti e con danni all'intero sistema.

Siamo pertanto di fronte ad un problema di ampie dimensioni non solo idrogeologico ed igienico-sanitario ma anche economico e sociale, risolvibile comunque mediante scelte prioritarie

di programmazione a livello regionale, provinciale e comunale, istituendo aree di protezione delle sorgenti entro le quali l'uso del territorio dovrà essere rigidamente disciplinato da una specifica normativa.

In considerazione di quanto sopra, nella **Tav.G.5.1** è stato riportato il limite “**dell'area di protezione delle sorgenti del Comprensorio Termale**” (ex **Art. 89 del PRG**), tracciato tenendo conto degli affioramenti calcarei con una fascia di rispetto intorno ad essi di circa 40-50 m. e delle aree di vulnerabilità degli acquiferi delimitate dal PTCP (aree sensibili di classe 1 e 2). Riguardo alle prescrizioni su quest'area si rimanda al Regolamento Edilizio.

Questa fascia è, a nostro avviso, necessaria per mantenere una zona tampone impermeabile intorno agli affioramenti.

L'area Via Buozzi - Via Le Piane e' stata inserita riportando sulla carta la linea ideale che unisce gli affioramenti della formazione calcarea presenti lungo via Baccelli e quelli presenti al di sopra dell'Hotel Raffaello. Tale linea ideale è presente nella realtà come linea di faglia (attraverso la quale, ormai è certo, risalgono i fluidi termominerali), come ben evidenziato nella Carta Geologica e da varie emergenze di acque termali scaturite nell'area - edificio via Baccelli 22, area ex Hotel Centrale, frana piazza Italia e albergo Moderno (1952), area ex Tennis Club.

Da tutto quanto sopra emerge che nelle istruzioni tecniche dello strumento urbanistico del Comune di Chianciano Terme si dovrà tenere conto della realtà di cui sopra, adottando normative e prescrizioni particolari per la protezione del bacino termo-minerale. Tali normative dovranno far parte del nuovo P.S ed essere rigorosamente rispettate all'interno dell'area di protezione delle sorgenti.

Si auspica inoltre che nelle istruzioni tecniche degli strumenti urbanistici dei Comuni di tutto il comprensorio termale si adottino normative analoghe a quelle di Chianciano per la protezione di tutto il bacino termale.

A tal proposito la Provincia di Siena nel PTCP ha emanato una Disciplina delle Aree sensibili (Approvata con D.C.P. n. 124 del 14/12/2011) perseguendo il fine della tutela degli acquiferi (vedi Cap. 11).

10-2 CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

Nella **Tav.G.5.1**, sono riportati:

- potenziali ingestori e viacoli di inquinamento
- perimetro delle aree in concessioni minerarie delle sorgenti termali
- perimetro delle zone di protezione ambientale delle sorgenti termo-minerali
- pozzi e sorgenti
- Aree con problematiche idrogeologiche

10-2-1 potenziali ingestori e viacoli di inquinamento

Tra i potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei figurano fattori naturali (doline) ed antropici (cave e discariche) la cui sussistenza può causare una significativa amplificazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi; tali elementi, infatti, oltre ad aumentare la velocità di infiltrazione di eventuali dispersioni idriche nel sottosuolo, riducono la capacità di autodepurazione della zona non satura, che viene in tal modo oltrepassata in tutto od in parte.

10-2-2 perimetro delle aree in concessioni minerarie delle sorgenti termali

- 1- Area concessione compendio termale di Chianciano
- 2- Area concessione Bagni Chianciano
- 3- Area concessione sorgente Fucoli
- 4- Area concessione perpetua S.Elena
- 5- Area concessione ampliamento S.Elena
- 6- Area concessione Poggio Alaggia

10-2-2-1 Concessioni minerarie

1 -Concessione Mineraria perpetua denominata “Compendio termale di Chianciano” rilasciata alla Società Terme di Chianciano SPA con legge speciale n. 5566 del 23/05/1940 per una superficie di ettari 32.58.87 e trasferita nella titolarità di Terme di Chianciano Immobiliare SPA in virtù del Decreto dirigenziale n. 1509 del 24/03/2005 Regione Toscana – Giunta Regionale –Direzione Generale Sviluppo Economico

2- **Concessione Mineraria “ Bagni di Chianciano “** rinnovata alla Società Terme di Chianciano SPA per lo sfruttamento di acqua termo-minerale con Decreto dirigenziale n. 5994 del 08/11/2002 per la durata di 25 anni per una superficie complessiva di ettari 159.69.30 inglobante la precedente concessione “Compendio Termale di Chianciano” di ettari 32.58.87 che non è interessata al detto rinnovo. In questa concessione sono incluse le seguenti sorgenti :

- ❑ **Sorgente Acqua Santa**
- ❑ **Sorgente Acqua santissima**
- ❑ **Sorgente Macerina**
- ❑ **Sorgente Capecchi**
- ❑ **Sorgente Fonte Strada**
- ❑ **Sorgente Casuccini**
- ❑ **Sorgente Sillene**
- ❑ **Sorgente Giani**
- ❑ **Acqua degli Angeli**
- ❑ **N. 2 Pozzi Sillene**

3- **Concessione Mineraria “ Fucoli “** rinnovata alla Società Terme di Chianciano SPA per lo sfruttamento di acqua termo-minerale con Delibera del Consiglio Regionale n. 387 del 06/10/1992 e successivo Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 361 del 30/10/1992, concessione di ettari 103.00.00

4- **Concessione Mineraria “S. Elena“** in perpetuo per la coltivazione dell’acqua minerale sita nel Comune di Chianciano Terme per una superficie di 7,88 ettari; concessione rilasciata il 27/02/1931 dallo Stato Italiano con R. D. del Ministero degli Interni ha rilasciato a Giuseppe Cignozzi (concessione inglobata nella successiva).

5- **Concessione Mineraria “Ampliamento S. Elena“** sita in Comune di Chianciano Terme, il 02/11/1982 la Giunta Regionale della Regione Toscana con il Decreto n. 658, ha confermato la Concessione Mineraria perpetua di S. Elena di cui al punto precedente a Sorgente Sant’Elena Spa, in seguito il 09/11/1982 la Giunta Regionale della Regione Toscana con Decreto n. 678 ha confermato alla Sorgente Sant’Elena Spa la Concessione mineraria ”Ampliamento S. Elena” con scadenza in data 11/08/2047; tale concessione è stata successivamente rinnovata con scadenza in data 11 agosto 2047, da parte dell’Amministrazione Comunale di Chianciano Terme nello svolgimento delle funzioni ad esso attribuite dalla legge.

6- **Concessione mineraria per lo sfruttamento del giacimento di acque termominerali denominato “Poggio Alaggia”** in data 20 ottobre 1999 la Regione Toscana con Decreto Dirigenziale n. 6231 ha concesso alla Sorgente Sant’Elena SpA la che sottende la superficie di 44,68.31 ettari, ed avente scadenza il 19 ottobre 2019. Tale concessione è stata successivamente rinnovata con scadenza il 19 ottobre 2019, da parte dell’Amministrazione Comunale di Chianciano Terme nello svolgimento delle funzioni ad esso attribuite dalla legge. Lo sfruttamento della falda acquifera avviene mediante due pozzi “Pozzo Acqua Marzia” (Ex Fonte Chiara) e Pozzo Fonte Alaggia.

10-2-3 perimetro delle zone di protezione ambientale delle sorgenti termominerali

Per la perimetrazione delle zone si è tenuto conto delle seguenti normative: per le zone di rispetto (*Art. 31- L.R. 86 del 09/11/1994 e D.lgs 3 aprile 2006, n. 152*), per le zone di protezione ambientale (*Art. 32- L.R. 86 del 09/11/1994 e D.lgs 3 aprile 2006, n. 152*), per le zone di protezione e tutela igienico sanitaria (*D.M. n.2085 del 20/10/1980*), per il Compendio Termale di Chianciano (*D.M. del 069/07/1968 per 2 S. Elena*)

- Zona di protezione delle sorgenti Comprensorio Termale (Ex Art. 89 Regolamento edilizio PRG)
- Zona di protezione e tutela igienico sanitaria sorgenti termali Terme di Chianciano (D.M. n°2085 del 20/10/80)
- Zona di rispetto Compendio termale di Chianciano (Sorgente Acqua Santa, Acqua Santissima, Capecchi, Macenna, Fonte Strada e Casuccini)
- Zona di rispetto sorgente Sillene (L.R. 86/94)
- Zona di protezione e ambientale sorgente S.Elena (vecchia concessione)
- Zona di protezione e tutela igienico sanitaria sorgente S.Elena-A (D.M. del 9/7/68)
- Zona di protezione e tutela igienico sanitaria sorgente S.Elena-B (D.M. del 9/7/68)
- Zona di rispetto sorgente S.Elena (L.R. 86/94)
- ZTA (zona di tutela assoluta captazioni idropotabili - diga Astrone e mini diga) ai sensi del D.Lgs 152/99, Titolo III, Capo 1, Art. 21
- Zona di rispetto pozzi captazione acque minerali Poggio Alaggia
- Zona di protezione ambientale Poggio Alaggia
- Zona di rispetto Sorgente Fucoli (L.R. 86/94)

In particolare per la Sorgente S. Elena il decreto ministeriale del 1 luglio 1927 è stato integrato come segue:

1-la zona di protezione igienica della sorgente di acqua minerale denominata S. Elena è costituita da una superficie di raggio di metri 300 dal pozzetto di emergenza della sorgente;

2-la predetta zona è suddivisa in zona “A” e zona “B” come riportata nella carta idrogeologica;

3-zona “A” è soggetta a rigorosa vigilanza perché sia evitata la sua utilizzazione per iniziative quali, costruzioni, pascolo, concimazione con concimi animali, e lavori che possano provocare la ripresa di movimenti quiescenti e l’accelerazione di quelli estremamente lenti) che possano determinare un pericolo di inquinamento della sorgente in questione e dare luogo a modificazioni qualitative e quantitative della stessa;

4-zona-“B” per l’intera area la vigilanza dovrà assicurare che i lavori di scavo e di edificazione ed ogni altro uso del terreno avvengano nel pieno rispetto delle esigenze di protezione igienica della sorgente;

5- le costruzioni già esistenti nelle due zone non dovranno subire modifiche dalle quali possa derivare un rischio di inquinamento e di danno qualitativo della sorgente

10-2-4 pozzi e sorgenti

L’argomento in oggetto è stato ampiamente trattato al Cap.7.1 Idrogeologia Par. 7.1.3.

10-2-5 Aree con problematiche idrogeologiche

Sono evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici. Particolare attenzione è posta anche alla individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione:

□ Aree con falda libera in materiali permeabili e prossima al piano campagna:

a. **Depositi alluvionali (bn₁)-** presenti lungo i principali corsi d’acqua costituiscono la piana

alluvionale della Val di Chiana e dei laghi di Chiusi e Montepulciano : sono costituiti da ciottolame e sabbie con limi ed argille.

- b. **Depositi di versante (aa)** - depositi di versante generici presenti lungo i margini della dorsale M. Cetona –Rapolano, formati dall'accumulo di frammenti di rocce provenienti da più formazioni o da un'unica formazione.
- c) **Conglomerati della Foce (PLIb)**: affiorano estesamente nel margine orientale del bacino di Radicofani in Loc. Castelluccio- Poce Lattaie; si presentano ben stratificati con strati spessi da 50 cm. a 5 m.; i ciottoli, prevalentemente calcarei, di dimensioni variabili (eterometrici) da pochi millimetri a un massimo di 60-70 cm., sono immersi in una matrice sabbiosa; vi si rivengono Ostreidi, Pectinidi e altri bivalvi.
- c. **Formazione di Brolio (STO₂)**: affiora a Sud-Est della diga dell'Astrone; le rocce prevalenti sono le siltiti verdi, talora azzurrognole, marcatamente stratificate, con strati mediamente di 3-5 cm.; subordinatamente vi sono argilliti verdi e nere e rari calcari silicizzati, grigio-verdi, spessi 10-15 cm.

□ **Aree di affioramento di terreni litoidi molto fratturati; aree interessate da acquiferi in materiali carbonatici a carsismo sviluppato:**

- a. **Travertini (f1a)** Il travertino, deposito di origine chimica per precipitazione del carbonato di calcio, si presenta con abbondante componente clastica. Nel territorio comunale di Chianciano affiora nelle vicinanze della sorgente Sillene (ex cava) e nel versante di sinistra orografica del Torrente Astrone tra la Sorgente dei Fucoli e la Ex Cava del gesso.
- b. **Calcere organogeno (PLIc)**: calcare bianco fossilifero (con pectinidi centimetrici) presente in un unico affioramento di modeste dimensioni nei pressi di Poggio Bacherina.
- c. **Breccia di Grotti (MESa)**: affiora in Loc. Le Piane e a Nord- Est della Diga Astrone. Trattasi di una formazione clastica, oligomitica, costituita da blocchi e talvolta ciottoli di calcare cavernoso e da litotipi della Formazione anidritica di Burano (dolomia, anidride e gesso). Molto subordinati sono i clasti calcarei provenienti dalla Formazione di S. Fiora. I blocchi e i ciottoli sono scarsamente arrotondati con dimensioni che variano da pochi centimetri a ben oltre il metro; la matrice è sabbiosa e siltosa di colore grigio e giallo; l'insieme è mal cementato o non cementato affatto.
- d. **Calcere a Rhaetavicula contorta(RET)**: presente principalmente in loc. P.Alaggia-Poggiardelli e ripetitore Telecom); è un calcare nero fetido attraversato da un fitto reticolo

di venature di calcite un tempo utilizzato come "marmo" ornamentale, con sottili e subordinate intercalazioni di marne grigio-scure.

- e. **Calcere cavernoso (CCA):** è un calcare grigio-scuro, brecciforme, con superfici tipicamente spugnose, spesso alterato in una breccia immersa in una polvere grigio-cenere dolomitica ("cenerone"). Gli affioramenti più significativi sono a ridosso dell'abitato di Chianciano Terme in loc. Rinascente.
- f. **Formazione anidritica di Burano (BUR):** alternanza di gessi, dolomie e calcari dolomitici: (presente nei dintorni di Chianciano lungo la valle dell'Astrone e in località la Macerina); il gesso ha un aspetto saccaroide, sbrecciato, con venature di tipo fibroso, derivato per idratazioni dalle anidridi, un tempo sfruttato come materiale per edilizia; i calcari dolomitici sono grigio-scuri o nerastri, in banchi spessi circa un metro.

11-DISCIPLINA DELLE AREE SENSIBILI (Tav.G.6.1)

La Disciplina del P.T.C.P. si propone i seguenti obiettivi complementari:

- -tutelare gli acquiferi strategici che racchiudono risorse idropotabili fondamentali;
- -tutelare in maniera diffusa i corpi idrici sotterranei con discipline differenziate in funzione del loro grado di vulnerabilità;
- -tutelare le aree di alimentazione delle opere di captazione per uso idropotabile e termale.

In materia di acquiferi sono state individuate due classi di vulnerabilità/sensibilità degli acquiferi: nelle **aree sensibili di classe 1**, ove sono ricompresi gli acquiferi strategici della provincia (quelli della dorsale Rapolano-M.Cetona che costituisce l'area di ricarica dei sistemi termali) , i Comuni devono assicurare che vengano esclusi qualsiasi uso od attività in grado di generare, in maniera effettivamente significativa, l'infiltrazione nelle falde di sostanze inquinanti oppure diminuire, ad esempio a causa di scavi, perforazioni, o movimenti di terra rilevanti, il tempo di percolazione delle acque dalla superficie all'acquifero sottostante;

aree sensibili di classe 2 per le quali la normativa è molto più flessibile in quanto rispetto alla precedente, interessa aree meno vulnerabili e ricade principalmente nelle aree di esondazione fluviale ed aree di pianura. Pertanto il PTC della Provincia di Siena prevede agli art. C1 e C2 per la realizzazione della carta della pericolosità un nuovo elaborato: **la carta della vulnerabilità degli**

acquiferi, sostituita a seguito del regolamento di attuazione dell'art 62 della L.R 1/2005, con la **Carta delle Aree con problematiche idrogeologiche**.

Si evidenzia che le aree con problematiche idrogeologiche riportate nella Tav.G.5.1 non coincidono perfettamente con le aree sensibili del PTCP in quanto gli affioramenti geologici riportati nella carta geologica del PS sono stati rilevati ad una scala di maggior dettaglio (1:2.000).

Nelle aree di ricarica della falda:

- sono vietati insediamenti e interventi di qualunque genere compresi scarichi, depositi, accumuli o stoccaggi direttamente su terra, produzioni agricole intensive, che possano produrre inquinamenti;
- gli interventi di riutilizzo del patrimonio edilizio e urbanistico esistente sono limitati e definiti dagli esiti della preventiva valutazione dell'eventuale rischio di inquinamento delle falde dai diversi usi proponibili;
- devono essere monitorati eventuali impianti o reti di urbanizzazione (soprattutto fognarie) esistenti per verificarne il buono stato, in modo da procedere, con priorità nei programmi di intervento dei soggetti competenti, alle manutenzioni e riparazioni per evitare rischi di inquinamento delle falde;
- nelle aree urbanizzate ed in relazione alle infrastrutture esistenti sono da ritenersi fattibili: tutti gli interventi di ordinaria manutenzione degli edifici e delle reti; tutti gli interventi straordinari che inducono un miglioramento delle condizioni di salvaguardia e quindi una riduzione del rischio di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee; tutto ciò anche se tali interventi richiedono profondità di scavo maggiori rispetto a quanto consentito dalle norme PTCP estrinsecate nei successivi articoli;
- nelle aree destinate a servizio cimiteriale e in quello di loro espansione, se contigue, si applica la disciplina di cui al DPR 285/90 dalla quale all'art. 57, punto 7;

Nella Tav.G.6.1 sono riportate le varie aree in Classe e Grado di Sensibilità degli acquiferi (PTCP 2010) secondo:

1 - Vincolo Elevato

2 - Vincolo Medio

3 - Nessun Vincolo

4 – Non Classificabile

Per la tutela e la gestione degli acquiferi si rimanda alla Disciplina approvata il

14.12.2011, con Delibera del Consiglio Provinciale n. 124.

12-AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Carta delle aree a pericolosità sismica locale (Tav.G.10.1a-Tav.G.10.1b-Tav.G.10.1c)

12-1 PERICOLOSITÀ SISMICA

La pericolosità sismica individua aree in cui, sulla base degli studi di MS, sono attesi effetti di rifrazione o amplificazione dell'onda sismica o possibili riattivazioni di frane in seguito ad un sisma. Per questo, nelle aree a pericolosità sismica locale elevata S.3 o molto elevata S.4 il R.U. disciplina le condizioni di attuazione delle opere attraverso una programmazione delle indagini da eseguire in fase di predisposizione dello strumento attuativo o dei progetti edilizi.

La cartografia MOPS (Tav.G9.2.a, Tav.G.9.2b, Tav.G9.2.c) prodotta consente di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo i seguenti livelli di pericolosità:

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata o dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

- substrato sismico (zone S1, S2)

Pericolosità sismica locale media (S.2): Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

- zone in frana inattive;

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da assenza di picchi o picchi di ampiezza inferiore a 3 nelle registrazioni tromometriche (zone Z1, Z2, Z4).

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

- Zone in frana quiescenti;
- Zone di possibili cedimenti differenziali (contatti fra substrato sismico e coperture);
- Zone con cavità sotterranee (doline);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da picchi di ampiezza superiore a 3 nelle registrazioni tromometriche (Z11, Z12, Z13);

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

- zone in frana attive;

13-FATTIBILITA'

Dalla sovrapposizione della carta della pericolosità geomorfologica, della pericolosità idraulica, delle problematiche idrogeologiche, della pericolosità sismica con quella delle destinazioni d'uso previste dal Piano Strutturale, che faranno parte del Regolamento Urbanistico, viene ricavata una carta che può essere definita, con qualche approssimazione, del "rischio" così da ottenere attendibili informazioni **sulla fattibilità degli interventi proposti**. Da tale indicazione, per adottare le opportune misure preventive di attenuazione, sono identificati i piani di indagini di dettaglio da eseguire prima di dell'approvazione dello strumento attuativo o del progetto; inoltre saranno individuati progetti di sistemazione, bonifica e miglioramento dei terreni ed eventuali particolari tecniche fondazionali ed edilizie: Si evidenzia che non necessariamente si otterrà una rispondenza diretta tra "pericolosità" dell'area e "fattibilità" dell'intervento nel senso che l'operazione stessa di pianificazione territoriale sarà tesa ad ottenere effetti di attenuazione individuando opportune utilizzazioni a bassa esposizione su aree ad elevata pericolosità (aree ad elevata pericolosità destinate a parco potrebbero avere fattibilità senza particolari limitazioni ecc.) o all'opposto su aree a bassa o media pericolosità si potrebbero avere livelli di rischio anche elevati per particolari opere essenziali (strutture ad utilizzazione pubblica ad elevata concentrazione, dighe ecc.).

La carta della fattibilità pertanto si articola secondo le seguenti voci:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): previsioni urbanistiche ed infrastrutturali

per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia..

Fattibilità condizionata (F3): previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

13-1 FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, IDRAULICI E SISMICI

I criteri generali e le condizioni di fattibilità, in funzione delle destinazioni d'uso delle previsioni urbanistiche, verranno ricavati dalle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori: geologici (geologici s.s., geomorfologici), idraulici, sismici e con problematiche idrogeologiche, prevedendo in fase di predisposizione dello strumento attuativo particolari prescrizioni e/o approfondimento di indagini, per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino. Per la determinazione delle diverse condizioni di fattibilità si rimanda pertanto al **Regolamento Urbanistico**.

Chianciano Terme 31/05/2013

14- BIBLIOGRAFIA

- BACCI (1588) - De Thermis - balnea ad Cincianum.
- BALDASSARRI (1756) - Acque minerali di Chianciano.
- BALDUCCI (1915) -
- BENVENUTI et Al., (1971) - La Toscana meridionale - Idrologia. Rendiconti Soc. Ist. Mineralogia e Petrografia. Vol. XXVII°.
- CALAMAI et Al., (1970) - Geology, geophysics and hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields. Geotothermics, n° spec., 1.
- CALAMAI et Al., (1976) - Distribuzione delle anomalie geotermiche nella fascia pre-appenninica Tosco-Laziale. Er. da "Simposio internazionale sobre Energia Geotermica ed America Latina" 189-229.
- CRAMPON N. (1974) - La vulnerabilite' des eaux sotterraines en milieu karstique face aux mesure de protection reglementaires - Association international des Hydrogeologues. Congres de Montpellier-France
- DUCHI E PRATI (1985) - Indagine geochimica su acque e gas dei sistemi termali a bassa temperatura dell'area amiatina. Boll. Soc. Geol. It., CIV° 527- 538.
- FANCELLI E NUTI (1975) - Studio sulle acque termali e minerali della parte orientale della provincia di Siena. Boll. Soc. Geol. It., XCIV° 135-155.
- FRICKE K. (1974)- Les bases et la pratique de la protection des eaux medicinales et des eaux minerales naturelles en Republique Federale d'Allemagne. Association international des Hydrogeologues. Congres de Montepellier-France.
- GALLUZZI VALENTINA (2009-2010) - tesi di laurea della Dr.ssa Valentina Galluzzi Università di Siena Relatore Prof. Mario Meccheri
- GIANNINI, LAZZAROTTO e SIGNORINI. (1971) - La Toscana meridionale - Lineamenti di stratigrafie e di tettonica. Rendiconti Soc. It. Mineralogia e Petrografia. Vol. XXVII°.
- LAZZAROTTO (1972) - Caratteri strutturali dei nuclei mesozoici di Montalceto, Trequanda e Piazza di Siena. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. vol. LXXIX 251- 266.
- PENTA ED ALTRI (1952) - Commissione per lo studio idrogeologico del compendio demaniale di Chianciano e dei problemi connessi al regime delle acque minerali di quel bacino ed alla stabilità dei terreni relativi - Ministero delle Finanze.
- MANFREDINI A. (1979) - Pericoli sulle sorgenti termominerali di Chianciano Terme e

provvedimenti proposti.

PALAZZI M. (1983) - Studio geologico tecnico e ricerche sul termalismo nel territorio di Chianciano Terme - Prima fase: Ricerca preliminare.

PALAZZI M. (1986) - Studio geologico tecnico e ricerche sul termalismo nel territorio di Chianciano Terme - Seconda fase: Studio geologico-tecnico.

PALAZZI M. Studio geologico per il PRG Comune di Chianciano Terme (1989-1992)

DRINGOLI-COSTANTINI (2003) Le rocce raccontano –Nascita del territorio tra Chianciano e Sarteano –Museo di Storia naturale dell' Accademia dei Fisiocratici

relazione_geologica_PS_Chianciano.doc