



Piano

Strutturale

Comune di Cetona

IL SINDACO :

avv. Roberto Cottini

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. arch. Mirko Poggiani

IL GARANTE DELLA COMUNICAZIONE :

dott. Fabio Trinei

PROGETTAZIONE URBANISTICA E COORDINATORE :

arch. Antonio Mugnai

PROGETTAZIONE URBANISTICA E QUADRO CONOSCITIVO :

arch. Roberta Ciccarelli

INDAGINI GEOLOGICHE :

geol. Stefania Mencacci

geol. Andrea Massi

STUDI IDRAULICI :

ing. Lorenzo Castellani

ADOTTATO CON DELIBERA DI CONSIGLIO COMUNALE N. 87 DEL 16.12.2021

APPROVATO CON DELIBERA DI CONSIGLIO COMUNALE N. ... DEL

(ADEGUATO ALL'ESITO DELLA CONFERENZA PAESAGGISTA ART. 21 PIT/PPR E ALL'ATTO CONSIGLIARE DI APPROVAZIONE)

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI	7
	2.1 <i>Introduzione</i>	7
	2.2 <i>Caratteri generali e inquadramento geologico regionale</i>	7
	2.3 <i>Assetto litostratigrafico</i>	9
3	ASPETTI GEOMORFOLOGICI	14
	3.1 <i>Inquadramento geomorfologico generale</i>	14
	3.2 <i>La Carta Geomorfologica</i>	16
	3.3 <i>Il centro abitato di Cetona</i>	19
4	LA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA	20
	4.1 <i>La Carta Idrogeologica</i>	20
	4.2 <i>Descrizione dei risultati e commenti</i>	21
5	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI	25
	5.1 <i>Sismicità storica del territorio comunale di Cetona</i>	25
	5.2 <i>Zonazione sismica nazionale e regionale</i>	27
	5.3 <i>Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 del Comune di Cetona</i>	28
6	CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	30
	6.1 <i>Aree a pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020</i>	30
	6.2 <i>Pericolosità da dissesto per fenomeni gravitativi ai sensi del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere</i>	34
7	AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	36
8	CARTA DELLE AREE SENSIBILI ALL'INQUINAMENTO	40

1 INTRODUZIONE

Il presente studio, redatto a supporto della variante al Piano Strutturale (di seguito indicato con PS) e alla formazione del nuovo Piano Operativo (PO) del Comune di Cetona, è stato svolto in conformità alle norme per il governo del territorio dettate dalla L.R. n. 65/2014 e s.m.i., e più precisamente secondo le indicazioni riportate nel D.P.G.R. n. 5/R/2020 (*Regolamento di attuazione dell'art. 104 della L.R. n. 65/2014, contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche*), che recepiscono a loro volta i contenuti della D.G.R. n. 31/2020 e sostituiscono il previgente D.P.G.R. n. 53/R/2011.

In sede di predisposizione della variante al PS, sono state acquisite tutte le informazioni relative ai precedenti strumenti di pianificazione territoriale, ed effettuate indagini integrative finalizzate all'aggiornamento del quadro conoscitivo e alla valutazione della pericolosità intrinseca del territorio sotto il profilo geologico e sismico.

Per la redazione delle varie carte tematiche sono state pertanto prese in considerazione le indicazioni riportate nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e nel Piano di Gestione delle Acque (PGA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, nel Piano di Tutela delle Acque della Toscana (PTA), nel PTCP 2010 di Siena, oltre a tutte le normative tecniche applicabili (D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., NTC 2018, D.P.G.R. n. 5/R/2020, ecc.).

La base cartografica utilizzata per la redazione delle carte tematiche è quella ufficiale della Regione Toscana (C.T.R.) alla scala 1:10.000, per quanto concerne il territorio aperto, alla scala 1:2.000 per i centri abitati di Cetona e Piazze, e alla scala 1:5.000 per le zone extraurbane analizzate con gli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 (MS1).

Per quanto riguarda la rappresentazione alla scala 1:10.000, il territorio comunale è stato riprodotto su due tavole (Cetona Nord e Cetona Sud), mentre per le porzioni di territorio rappresentate alla scala 1:2.000 e 1:5.000 si è cercato di ottimizzare lo spazio con i consueti formati di stampa, realizzando tavole specifiche per ogni tematismo; analogamente per quanto riguarda gli studi di MS1 nel territorio extraurbano, per i quali sono state prodotte le cartografie.

Per la redazione delle carte sono state inoltre seguite le "specifiche tecniche per l'acquisizione in formato digitale di dati geografici tematici" emanate dal Dipartimento delle Politiche Territoriale ed Ambientali della Regione Toscana.

Nel dettaglio, costituiscono gli elaborati di base del PS di Cetona, le seguenti carte:

CARTA GEOLOGICA	Scala 1:10.000	Cetona Nord	G01a
	Scala 1:10.000	Cetona Sud	G01b
	Scala 1:2.000	Cetona	G01
	Scala 1:2.000	Piazze	G01

SEZIONI GEOLOGICHE	Scala 1:10.000	Geologia sezioni	G02
---------------------------	----------------	-------------------------	------------

CARTA IDROGEOLOGICA	Scala 1:10.000	Cetona Nord	G03a
	Scala 1:10.000	Cetona Sud	G03b
	Scala 1:2.000	Cetona	G03
	Scala 1:2.000	Piazze	G03

CARTA GEOMORFOLOGICA	Scala 1:10.000	Cetona Nord	G04a
	Scala 1:10.000	Cetona Sud	G04b
	Scala 1:2.000	Cetona	G04
	Scala 1:2.000	Piazze	G04

Costituiscono elaborati cartografici di interesse geologico anche quelli redatti a supporto dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (MS1), limitatamente al territorio urbanizzato, alle aree di previsione in territorio aperto e ad altri nuclei edificati di interesse:

CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	Scala 1:2.000	Cetona Est	MS1
	Scala 1:2.000	Cetona Ovest	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Est	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Ovest	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 1	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 2	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 3	MS1

SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	Scala 1:2.000	Cetona	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze	MS1

CARTA DELLE INDAGINI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	Scala 1:2.000	Cetona Est	MS1
	Scala 1:2.000	Cetona Ovest	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Est	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Ovest	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 1	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 2	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 3	MS1

CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	Scala 1:2.000	Cetona Est	MS1
	Scala 1:2.000	Cetona Ovest	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Est	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Ovest	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 1	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 2	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 3	MS1

CARTA DELLE MOPS PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	Scala 1:2.000	Cetona Est	MS1
	Scala 1:2.000	Cetona Ovest	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Est	MS1
	Scala 1:2.000	Piazze Ovest	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 1	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 2	MS1
	Scala 1:5.000	Extraurbano 3	MS1

Costituiscono infine gli elaborati cartografici di valutazione della pericolosità geologica e sismica e per la tutela degli acquiferi dall'inquinamento le seguenti carte tematiche:

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA	Scala 1:10.000	Cetona Nord	PGO1a
	Scala 1:10.000	Cetona Sud	PGO1b
	Scala 1:2.000	Cetona	PGO1
	Scala 1:2.000	Piazze	PGO1
	Scala 1:5.000	Extraurbano	PGO1

CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Scala 1:2.000	Cetona	PGO2
	Scala 1:2.000	Piazze	PGO2
	Scala 1:5.000	Extraurbano	PGO2
	Scala 1:5.000	Aree di studio MS1	PGO2

CARTA DELLE AREE SENSIBILI	Scala 1:10.000	Cetona Nord	PGO3a
	Scala 1:10.000	Cetona Sud	PGO3b
	Scala 1:2.000	Cetona	PGO3
	Scala 1:2.000	Piazze	PGO3

Rispetto alle cartografie della variante al PS adottata con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 87 del 16.12.2021, alcuni degli elaborati sopra elencati sono stati modificati durante l'elaborazione delle Controdeduzioni alle Osservazioni pervenute dagli Enti sovraordinati e dai Privati.

Le modifiche riguardano sostanzialmente le carte geomorfologiche del PS (Tavole serie G04), e consistono nella correzione di alcuni errori materiali di rappresentazione dei retini e nel recepimento delle localizzazioni delle cave inattive censite nell'elaborato QC10 del Piano Regionale Cave (PRC), nonché nella revisione e nell'aggiornamento di alcuni elementi geomorfologici relativi a modeste porzioni del territorio urbanizzato e ad esso contermini (in particolare nella Frazione "Piazze").

Inoltre, le aree di fondovalle caratterizzate dalla presenza in affioramento di depositi alluvionali sono state declassate da pericolosità geologica elevata G.3 a pericolosità geologica media G.2, mantenendo comunque la classe di pericolosità G.3 in presenza di uno o più elementi tra quelli elencati al punto C.1 dell'Allegato A al D.P.G.R. n. 5/R/2020.

Tali variazioni hanno necessariamente comportato l'aggiornamento delle carte di pericolosità geologica (Tavole serie PG01) e delle carte di pericolosità sismica locale (Tavole serie PG02), nonché dei dati relativi allo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (carta geologico-tecnica e carta delle MOPS), questi ultimi nuovamente trasmessi al settore Prevenzione Sismica della Regione Toscana per opportuno recepimento.

Tutte le cartografie di PS che hanno subito modifiche rispetto a quelle adottate con la Deliberazione del Consiglio Comunale n. 87 del 16.12.2021 riportano sul cartiglio una data successiva, al fine di poter essere univocamente distinte da quelle precedenti (le quali perdono conseguentemente di efficacia).

Si precisa, infine, che ai sensi degli artt. 66 e 68 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha adottato la variante alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino del Tevere con Deliberazione n. 30 del 21.12.2022, inserendo l'art. 9-bis - *Prima attribuzione della pericolosità alle aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi di cui all'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi"*; gli effetti della suddetta misura di salvaguardia decorrono dalla data di pubblicazione dell'avviso sulla Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 12 del 16.01.2023.

A partire da tale data, pertanto, quelle che erano informazioni di mero carattere conoscitivo a livello di pianificazione di bacino hanno assunto, in base a un criterio semplificato di corrispondenza tra fenomeni gravitativi e livello di pericolosità, un effetto prescrittivo e spesso vincolante ai fini della fattibilità degli interventi edificatori.

A tale proposito, per rendere reciprocamente coerenti il suddetto strumento di pianificazione sovracomunale e le cartografie geomorfologiche e di pericolosità redatte a corredo della variante al PS, è stato proposto, per il territorio comunale di Cetona, l'aggiornamento

del suddetto elaborato "Inventario dei fenomeni franosi", trasmettendo all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale i nuovi dati informativi; al momento della scrittura della presente relazione, l'iter di aggiornamento da parte dell'Autorità Distrettuale risulta ancora in corso.

Allo stato attuale, pertanto, per quanto concerne gli aspetti meramente geologici, agli interventi ricadenti nel territorio comunale di Cetona si applicano, oltre alle condizioni di fattibilità derivanti dalla lettura delle carte di pericolosità geologica e sismica della variante al PS (Tavole serie PG01 e PG02), redatte ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020, anche i vincoli e le prescrizioni correlati alle informazioni riportate negli elaborati "Inventario dei fenomeni franosi" e "Atlante delle situazioni di rischio da frana" pubblicati sul sito istituzionale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, e dall'applicazione delle direttive dell'art. 9-bis delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino del Tevere.

Infine, per quanto riguarda gli studi idraulici e le relative cartografie a supporto della variante al PS del Comune di Cetona, si rimanda alla documentazione specialistica redatta dall'Ing. Lorenzo Castellani.

2 VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICI

2.1 Introduzione

La maggior parte dei fenomeni che intervengono sulla dinamica, e quindi sull'assetto morfologico del territorio, sono strettamente legati alla natura litologica dei terreni affioranti; anche le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, la vulnerabilità degli acquiferi, la propensione a supportare nuove opere edificatorie, le reazioni del terreno in caso di sisma e quindi, in sintesi, la pericolosità geologica del territorio, dipendono in maniera evidente dalle caratteristiche stratigrafiche dei terreni affioranti e costituenti il sottosuolo locale.

Per tale motivo, lo studio geologico di supporto alla redazione del PS di Cetona si è incentrato, almeno nella fase iniziale, nella definizione delle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti e dei rapporti stratigrafici fra loro intercorrenti, al fine di costruire una solida base conoscitiva per l'interpretazione dei fenomeni geologici attivi e potenziali.

La *Carta Geologica* del Comune di Cetona (Tavole serie G01 e G02) è stata realizzata partendo dai dati bibliografici di maggiore dettaglio attualmente disponibili, rappresentati dalla cartografia regionale alla scala 1:10.000 e dal Piano Strutturale approvato, integrati con le informazioni derivanti da studi condotti a supporto di numerosi interventi edificatori.

I dati di bibliografia sono stati successivamente verificati in campagna attraverso un dettagliato rilievo di superficie esteso a tutto il territorio comunale, allo scopo di uniformare la definizione delle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti, non sempre riconducibili a un unico elemento omogeneo.

2.2 Caratteri generali e inquadramento geologico regionale

Il territorio comunale di Cetona si sviluppa nella fascia di territorio compresa tra la dorsale del Monte Cetona e il margine orientale del bacino della Val di Chiana.

La genesi di questa zona è legata al quadro strutturale della Toscana meridionale, che si è evoluto attraverso una serie di fasi tettoniche, dapprima di tipo compressivo, e quindi a carattere distensivo, con la conseguente formazione di zone depresse e dorsali rialzate (sistema *Horst e Graben*).

L'evento più antico, di tipo compressivo, provocò sostanzialmente l'impilamento dei terreni appartenenti al dominio ligure, e si esaurì nell'Oligocene superiore, durante il quale si attivarono regimi distensivi in due distinte fasi.

La prima, datata fra il tardo Oligocene e il tardo Tortoniano, vede la messa in posto delle liguridi al di sopra del complesso dei terreni della Falda Toscana, attraverso la formazione di faglie normali a basso angolo, i cui orizzonti di scollamento e avanscorrimento sono localizzati alla base delle formazioni liguri e all'interno della stessa Successione Toscana.

Tale fenomeno produce una riduzione di spessore, o addirittura una completa elisione, di interi termini della Falda Toscana, dando luogo alla cosiddetta "serie ridotta"; nel Comune di Cetona, tale fenomeno si riscontra in corrispondenza delle formazioni della Scaglia, che appaiono infatti in spessori molto variabili, e del Macigno, presente solo in piccoli lembi.

Durante la prima fase distensiva, e successivamente alla messa in posto dell'unità di Santa Fiora, si origina la struttura plicativa del Monte Cetona, che coinvolge le formazioni della Successione Toscana e parte di quelle dei flysch liguri, dando luogo a strutture deformative e tettoniche che ne mutano sensibilmente la giacitura e i rapporti stratigrafici.

A partire dal Miocene medio si attiva un secondo evento distensivo, caratterizzato da deformazioni fragili che si sviluppano attraverso una serie di faglie dirette che dislocano tutte le strutture del substrato preneogenico; le faglie si sviluppano con direzione NNW e SSE sui due fianchi del massiccio carbonatico del Monte Cetona, contribuendo alla formazione delle depressioni tettoniche del bacino di Radicofani a Ovest e della Val di Chiana a Est.

All'inizio del Pliocene, la Toscana meridionale subiva importanti cambiamenti paleogeografici per effetto di un innalzamento del livello del mare a scala globale, determinando un ciclo di trasgressione e regressione marina che interessa ambienti fino a quel momento a prevalente sedimentazione continentale; la trasgressione interessò, tra gli altri, anche i bacini di Radicofani e della Val di Chiana, dove si instaura un ambiente marino distale di media profondità, dando luogo alla deposizione di ingenti spessori di sedimenti marini e lacustri.

L'ingressione marina si conclude quindi nel Pliocene medio-superiore, quando in tutta la Toscana si è innescato un fenomeno generalizzato di sollevamento tettonico; il livello del mare subì un nuovo trend regressivo, modificando ancora una volta l'ambiente deposizionale, dapprima in una facies poco profonda prossima alla linea costiera, e quindi fino ai suoi attuali confini.

Il bacino della Val di Chiana Romana, tributario del Fiume Tevere, è stato successivamente caratterizzato da una serie di ampi laghi e paludi, queste ultime bonificate solo in tempi più recenti e a più riprese attraverso la realizzazione di imponenti opere idrauliche consistenti in canali di drenaggio ed estese colmate.

2.3 Assetto litostratigrafico

L'assetto litostratigrafico del territorio comunale è legato alle alterne vicissitudini tettoniche che hanno condizionato dapprima le modalità deposizionali dei litotipi e, in conseguenza degli eventi tettonici, la loro disposizione e i rapporti reciproci.

Come base operativa per la redazione della Carta Geologica si è fatto riferimento agli strati informativi della cartografia geologica di nuovo impianto relativa al "Progetto CARG" e alla "Carta Geologica della Regione Toscana" pubblicata sul portale Geoscopio.

Le formazioni affioranti nel territorio del Comune di Cetona, riferite a quattro principali complessi, sono descritte nel seguito a partire dalle più recenti, e riportate graficamente nella *Carta Geologica* e nelle *Sezioni geologiche* di PS (Tavole serie G01 e G02).

Depositi continentali del Quaternario

Sono generalmente rappresentati da litotipi ghiaiosi, sabbiosi e limoso-argillosi disposti in modo eteropico, con giustapposizione sottoforma di lenti o livelli e con prevalenza dell'una o dell'altra granulometria costituente, in funzione dell'ambiente deposizionale di origine e dei processi evolutivi subiti; essi sono stati differenziati nelle seguenti unità formazionali:

- *Depositi antropici (h5)*: sono costituiti da materiali eterogenei per dimensioni e natura, e sono riconducibili esclusivamente ad attività antropiche antiche o recenti; per questo, si rinvengono principalmente a ridosso dei centri abitati di Cetona e Piazze.
- *Depositi di versante (aa, ab)*: si tratta di coltri detritiche costituite da materiali eterogenei provenienti dal disfacimento delle formazioni geologiche limitrofe e sottostanti.
- *Detriti di falda (a3a, a3b)*: sono rappresentati da conglomerati in matrice terrigena, con clasti carbonatici spigolosi ed eterometrici provenienti dalle formazioni della successione toscana; si rinvengono nel fianco orientale del Monte Cetona, circa all'altezza della S.P. n. 89 della Montagna, dove sono stati anticamente oggetto di coltivazione.
- *Depositi eluvio-colluviali (b2a)*: si tratta di depositi residuali derivanti dall'alterazione dei termini calcarei mesozoici costituenti la dorsale del Monte Cetona e dei travertini continentali; sono costituiti da detrito calcareo disperso in matrice argillosa e sabbiosa, conosciuti anche con il nome di "terre rosse".
- *Accumuli eterometrici di blocchi e brecce calcaree in matrice argilloso-sabbiosa (br)*: sono costituiti da accumuli di blocchi e materiali detritici provenienti dal disfacimento degli orizzonti di travertino, e si collocano quasi sempre ai margini delle bancate in posto, sovrapposti ai termini argillosi e sabbiosi pliocenici. La genesi è probabilmente

collegata ai cedimenti differenziali e/o a fenomeni di scivolamento planare sul substrato pliocenico, che hanno causato la fratturazione, la dislocazione e il crollo dei litotipi sottoforma di elementi di dimensioni anche ciclopiche.

- *Depositi alluvionali attuali (b)*: caratterizzano buona parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio (Torrenti Fossalto, Matera e Pian di Sette, ma anche nei corsi d'acqua minori); sono rappresentati da ghiaie, sabbie e livelli o lenti limose e argillose in rapporti variabili principalmente in funzione delle dinamiche fluviali e della conformazione morfologica degli alvei.
- *Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna, bnb)*: tali depositi sono osservabili all'interno degli alvei dei principali corsi d'acqua in approfondimento, sia nelle pianure alluvionali che, a varie altezze, sui versanti vallivi prospicienti. La granulometria è molto variabile, e dipende anche in questo caso dal regime dei corsi d'acqua; in generale, sono costituiti da ghiaie ben evolute, ma anche da sabbie, limi e argille.
- *Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata (ea)*: caratterizzano una piccola porzione nel margine orientale del territorio, nella zona che si apre alla Val di Chiana; si tratta di depositi costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi di ambiente palustre e di colmata, sovrapposti in continuità deposizionale al substrato pliocenico.
- *Travertini e calcari continentali (f1b)*: il travertino si rinviene sulla sommità del centro storico del Capoluogo, e almeno in altri due affioramenti localizzati sulle pendici orientali del Monte Cetona; in tutti i casi, essi poggiano sulle formazioni plioceniche sabbiose e argillose, e si presentano frequentemente in forma detritica e intensamente fratturata, tanto che in alcuni casi si è potuta individuare la presenza di antiche frane di crollo innescate probabilmente da meccanismi di scivolamento planare.

Depositi marini pliocenici

I depositi del ciclo neoautoctono toscano affiorano principalmente nei due bacini tettonici di Radicofani a Ovest e della Val di Chiana a Est, separati dalla dorsale triassica Rapolano - Trequanda - Monte Cetona, sulla quale poggiano in discordanza.

Sono rappresentati da formazioni di ambiente marino costituite da ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa e limosa, sabbie sottili e sabbie argillose, limi e argille, e costituiscono il substrato sul quale si sono sovrapposti i depositi continentali precedentemente descritti. Cronologicamente, tutte le formazioni sono ascrivibili al Pliocene medio-inferiore (Zanclano-Piacenziano).

- *Brecce poligeniche (PLId)*: si tratta di brecce ad elementi di Serie Toscana prevalente; si rinvengono principalmente a ridosso o addirittura in sovrapposizione ai termini carbonatici della dorsale del Monte Cetona.
- *Calcareniti e calciruditi bioclastiche (PLIc)*: affiorano principalmente sul versante orientale del Monte Cetona, direttamente sul substrato carbonatico o sui livelli conglomeratici, sabbiosi o argillosi; sono costituite da un calcare a elevata componente organogena (calcare bioclastico), debolmente stratificato e con livelli sabbiosi, rappresentativo di un ambiente deposizionale tipicamente costiero.
- *Sabbie e arenarie gialle (PLIs)*: l'unità è prevalente nel settore collinare compreso tra la dorsale del Monte Cetona e la pianura alluvionale del Torrente Astrone; è composta da sedimenti prevalentemente granulari, nei quali può sovente prevalere, o divenire significativa, la componente limosa e argillosa. Le sabbie sono disposte in strati o banchi variamente addensati e intervallati da livelli o lenti decimetrici e metrici di argille limose o sabbiose e addirittura di conglomerati.
- *Argille e argille siltose grigio-azzurre (FAA)*: questa unità è composta prevalentemente da limi argillosi di colore grigio-turchino al taglio fresco e grigio chiaro sulle superfici alterate; nel territorio di Cetona, tali litotipi affiorano sottoforma di potenti intercalazioni entro la formazione delle *Sabbie e arenarie* a valle del toponimo "Conicchio di Sopra", dove costituiscono elemento predisponente a estesi fenomeni gravitativi.
- *Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose fossilifere (FAAb)*: sono materiali prettamente coesivi, sebbene contenenti anche una notevole frazione sabbiosa sottile; costituiscono generalmente la parte basale dei rilievi collinari prospicienti alla valle del Torrente Astrone, soprattutto nel settore meridionale del territorio comunale.
- *Conglomerati marini poligenici (PLIb)*: sono costituiti da clasti ben arrotondati con dimensioni variabili fino a 8-10 cm, immersi in matrice sabbiosa a cemento carbonatico; si rinvengono sottoforma di livelli e lenti nelle formazioni delle sabbie e delle argille.

Dominio ligure esterno

In questo settore della Toscana le liguridi sono rappresentate da una sola unità tettonica, riconducibile al complesso argilloso-calcareo di Santa Fiora; sebbene al suo interno si distinguano numerose formazioni, in conseguenza dell'estrema eterogeneità del complesso, nel territorio del Comune di Cetona si rinvengono essenzialmente terreni in facies di flysch riconducibili alla Formazione di Sillano.

- *Formazione di Sillano (SIL)*: nel suo insieme, la formazione può essere considerata come una facies pelitico-arenacea costituita da una frazione gradata (calcareniti gradate o arenarie calcarifere a grana fine e silt, calcari a grana fine, calcari marnosi e marne, diaspri neri sottilmente stratificati) e da una frazione argillitica e calcilutitica, di norma prevalente. Affiora piuttosto estesamente nel settore Sud-occidentale del territorio comunale, tra la Frazione "Piazze" e la parte basale della dorsale carbonatica del Monte Cetona, sulla quale è sovrapposta per sovrascorrimento tettonico. Cronologicamente è attribuibile tra il Cretaceo Superiore e l'Eocene inferiore.

Dominio Toscano

Il Dominio Toscano è rappresentato da litotipi appartenenti alla successione toscana non metamorfica; essi affiorano sulla dorsale del Monte Cetona, oltre a costituirne l'intera osatura con una struttura tettonica molto articolata (anticlinale rovesciata verso Est); a partire dalle più recenti, sono state cartografate le seguenti formazioni.

- *Macigno (MAC)*: è una formazione in facies di flysch rappresentata da sequenze torbiditiche di arenarie gradate a grana minuta o media con stratificazione netta e spessore generalmente superiore a un metro, intercalate ai livelli argillosi e siltosi. L'età è riconducibile all'Oligocene Superiore - Miocene Inferiore.
- *Scaglia Toscana (STO)*: la formazione è molto eterogenea, ed è costituita essenzialmente da marne, argillocisti e argille siltose rosse e verdi, alle quali si intercalano orizzonti e lenti di calcari silicei di colore verde, sottili livelli di calcari grigio scuri e diaspri, in genere alterati e manganeseiferi. Sono distinti al suo interno il *Membro delle Calcareniti di Dudda (STO4)*, delle *Marne del Sugame (STO2)* e delle *Argilliti di Brolio (STO1)*, e sono di età compresa tra il Cretaceo inferiore e il Paleogene.
- *Diaspri (DSD)*: è costituita da radiolariti, normalmente organizzate in strati di spessore centimetrico di colore variabile dal rosso scuro al verde; talvolta si rinvengono intercalazioni argillitiche e marnose e livelli conglomeratici e con brecce intraformazionali a elementi silicei. Cronologicamente sono ascrivibili al Giurassico superiore (Malm).
- *Marne a Posidonomya (POS)*: la formazione è costituita da marne e calcari marnosi grigio-verdastri o rosa, carattere, quest'ultimo, osservabile sugli affioramenti a Est del Monte Cetona. L'età è compresa tra il Lias superiore e il Dogger.
- *Calcere selcifero di Limano (LIM)*: è rappresentato da calcilutiti, talvolta marnose, stratificate e di colore grigio e giallastro, con noduli e liste di selce. Età: Lias medio - superiore.

- *Calcare Massiccio (MAS)*: calcari e calcari dolomitici non stratificati o stratificati grossolanamente, bianchi o grigio chiari. Età: Lias inferiore.
- *Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET)*: calcari e calcari marnosi di colore grigio scuro o nero, alternati a scisti marnosi giallastri e calcari dolomitici grigi o giallastri estremamente brecciati. Sul Monte Cetona, questa formazione raggiunge spessori anche dell'ordine di alcune centinaia di metri. Dal punto di vista cronologico, sono ascrivibili al Trias superiore (Norico - Retico).
- *Calcare cavernoso (CCA)*: la formazione è rappresentata da calcari dolomitici e dolomie grigie con struttura massiva e brecciata, costituiti cioè da frammenti di dimensioni dell'ordine del centimetro immersi in abbondante matrice più chiara, talvolta alternati ad ammassi polverulenti (cenerone). Età: Trias superiore.

3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

3.1 Inquadramento geomorfologico generale

Il territorio comunale presenta, sotto l'aspetto morfologico, una varietà di paesaggio conseguente alle complesse azioni dinamiche esogene ed endogene che hanno caratterizzato questa porzione della Toscana fin dal periodo tardo miocenico.

Il paesaggio collinare, impostato prevalentemente sui terreni argillosi e limosi pliocenici, caratterizza principalmente la parte Sud-orientale del territorio, ed è dominato da forme di rilievo piuttosto dolci e regolari, poste a quote comprese all'incirca tra 250 e 500 metri, destinate principalmente a oliveti, vigneti e seminativi.

Nelle zone caratterizzate da affioramenti sabbiosi, la morfologia dei sistemi collinari diviene maggiormente articolata, con versanti a maggiore pendenza che terminano spesso su valli a fondo piatto; i versanti, in questi contesti, possono assumere le caratteristiche di vere e proprie "rotture di pendio", interrompendo la regolarità del territorio con dislivelli anche di notevole altezza.

Nella genesi di queste morfologie assumono un ruolo decisivo i fenomeni gravitativi, per i quali costituisce un elemento predisponente la frequente alternanza di sabbie e argille.

In corrispondenza delle formazioni carbonatiche della Successione Toscana, il paesaggio assume caratteri più marcatamente montuosi, e le quote aumentano rapidamente fino alla vetta del Monte Cetona, che costituisce il punto del territorio comunale situato alla quota maggiore (1148 metri s.l.m.); in tali contesti, la morfologia è fortemente influenzata dal carattere carbonatico del massiccio, l'idrografia è poco sviluppata, e sono presenti forme di dissoluzione tipiche di ambiente carsico.

In corrispondenza degli affioramenti delle facies liguri, ovvero nel settore Sud-occidentale del territorio comunale, i versanti assumono forme molto irregolari, come anche l'andamento dei corsi d'acqua, legati all'alternanza delle frazioni argillitiche e calcaree.

Lungo il corso del Torrente Astrone, infine, in un contesto tipicamente alluvionale, si sviluppa un paesaggio di pianura, i cui limiti laterali verso Est e verso Ovest si presentano delineati da un sistema di valli secondarie attraversate da reticoli idrografici minori.

Forme geomorfologiche di origine strutturale, ovvero influenzate da elementi quali faglie, piegamenti, erosione selettiva, si manifestano sotto forma di scarpate più o meno estese e pronunciate su litotipi con differenti caratteristiche di resistenza (ad esempio sulle facies argillitiche e calcaree del flysch ligure) e in corrispondenza degli affioramenti di

sabbie alternate alle argille, formando un paesaggio a gradini strutturali che seguono l'andamento a bassa inclinazione dei depositi in facies marina del Pliocene.

Per quanto riguarda la propensione all'instabilità, dallo studio geomorfologico condotto è emerso che il territorio comunale risulta interessato, principalmente nella fascia collinare caratterizzata da alternanza di sabbie e argille plioceniche, da fenomeni di dissesto riconducibili in prevalenza a frane di scorrimento di tipo superficiale e medio-profondo, e a deformazioni superficiali con differente cinematica (frane di colamento e soliflussi), da correlare principalmente all'acclività, alle caratteristiche reologiche dei terreni e all'erosione operata dalle acque incanalate.

Quest'ultima, in particolare, è imputabile a diversi fattori, tra i quali si citano l'intensità delle piogge, l'erodibilità del suolo, le errate lavorazioni agricole dei terreni, con le quali si tende a livellare e uniformare estesi areali, provocando deflussi idrici istantanei e un incremento della propensione al dissesto.

I dissesti gravitativi più estesi e attivi, rilevati nella Valle d'Oro, alla testa del Torrente Bagnano e al Conicchio, si impostano su aree con forte acclività e con alternanza di litotipi sabbiosi e argillosi disposti a franapoggio, in corrispondenza dei quali si verificano fenomeni di saturazione che riducono la resistenza dei terreni e ne incrementano il peso.

Sono riferibili a movimenti gravitativi anche numerose morfologie tipiche dei terreni argillitici in facies ligure e toscana; si tratta generalmente di paleofrane, talvolta anche molto estese e correlate a condizioni paleoclimatiche molto diverse da quelle odierne, entro le quali si possono attivare forme di minore estensione dovute principalmente alle infiltrazioni di acqua nella frazione calcarea fratturata interclusa nella componente argillitica.

Alcune frane per scorrimento rotazionale si impostano invece sui terreni a comportamento litoide presenti lungo le pendici orientali del Monte Cetona.

Di minore importanza areale sono invece le frane di crollo che interessano i travertini affioranti nella zona di Belverde, e le Calcareniti e calciruditi bioclastiche affioranti sul versante orientale del Monte Cetona; in tale contesto, sono stati spesso rilevati enormi blocchi ciclopici apparentemente in equilibrio, ma che possono subire improvvisa destabilizzazione, ad esempio per sollecitazioni sismiche, come recentemente avvenuto sul versante soprastante alla S.P. della Montagna di Cetona, circa all'altezza del toponimo "Le Lame".

Anche i fenomeni erosivi e deposizionali legati allo scorrimento delle acque superficiali costituiscono un elemento centrale nella morfogenesi dei terreni pliocenici.

Sui terreni argillosi, ma anche in quelli sabbiosi fini o con elevata componente coesiva, i fenomeni di scorrimento superficiale delle acque prevalgono sempre su quelli di infiltrazione, dando luogo a reticoli di drenaggio con forme erosive molto incise, in particolare nelle zone ad elevata pendenza, con formazione di scarpate di erosione fluvio-torrentizia, sulle quali si innescano frequentemente franamenti di versante, e che talvolta evolvono fino a forme calanchive (ad esempio, nella porzione di territorio a valle del Conicchio).

Sulle formazioni calcaree del Monte Cetona sono osservabili, soprattutto attraverso l'analisi di immagini aeree, forme morfologiche carsiche riconducibili a doline di dissoluzione.

Sono state cartografate anche le principali forme antropiche, rappresentate dalle cave inattive ufficialmente censite dal Piano Regionale Cave (PRC), dagli argini artificiali sui corsi d'acqua di fondovalle, dagli sbarramenti di ritenuta degli invasi, dai rilevati stradali e, non ultimo, da strutture sotterranee (cunicoli e cantine), che caratterizzano in particolare il centro storico di Cetona, dando luogo ad occasionali forme di dissesto.

3.2 La Carta Geomorfologica

La *Carta Geomorfologica* è stata redatta a partire dalle informazioni disponibili nelle banche dati dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale e della Regione Toscana, opportunamente integrate attraverso le informazioni acquisite con l'analisi di immagini aeree e con i rilievi di superficie, estesi praticamente all'intero territorio comunale.

Tra la documentazione presa a riferimento, si citano in particolare:

- la carta geomorfologica a corredo del previgente PS di Cetona (febbraio 2003);
- gli strati informativi del database geomorfologico della Regione Toscana, pubblicati sui portali webgis Geoscopio e del Consorzio Lamma (CARG, Inventario dei fenomeni Franosi IFFI), integrati con quelli cartografati nel PTCP di Siena;
- i dati interferometrici satellitari SAR relativi al monitoraggio geomorfologico in continuo dello scenario deformativo del territorio della Regione Toscana, pubblicati anch'essi sul geoportale del Consorzio Lamma;
- gli elaborati cartografici del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere, confluita adesso nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale e, in particolare, gli elaborati "Inventario dei fenomeni franosi" e "Atlante delle situazioni di rischio da frana" (che sostanzialmente coincidono con lo strato informativo IFFI);

- gli studi geologici di supporto ai progetti di opere pubbliche e private eseguite nel territorio comunale, messi a disposizione dall'UTC, compreso il *Progetto di bonifica idrologica per il consolidamento del centro abitato di Cetona* (Rodio, 1986).

Come detto, la sovrapposizione dell'insieme dei dati bibliografici è stata successivamente oggetto di accurati controlli sul territorio, al fine di verificarne la validità e la coerenza.

Sono state quindi puntualmente analizzate le forme, i processi e i depositi di versante dovuti alla gravità e alle acque correnti superficiali, le forme strutturali e di origine carsica, e gli elementi riconducibili ad attività antropiche, valutandone in tutti i casi l'estensione ed il relativo stato di attività, nel rispetto dei criteri stabiliti dal D.P.G.R. n. 5/R/2020:

- forme attive o in evoluzione per processi in atto, attivati recentemente o riattivabili nel breve periodo o non in equilibrio con il regime morfogenetico attuale;
- forme quiescenti, il cui modellamento non è in atto ma di cui non si può escludere la riattivazione;
- forme stabilizzate, artificialmente o naturalmente, forme relitte e inattive.

Tuttavia, mancando in questa fase di studio riferimenti analitici, quali misure strumentali e altre indagini multitemporali, relativi all'esatta cinematica e alla dinamica dei fenomeni rilevati, la definizione dello stato di attività si è basata necessariamente sul principio della presenza o dell'assenza di evidenze morfologiche di evoluzione, e deve intendersi pertanto con valenza conoscitiva di massima.

Nelle zone di versante, per ogni frana individuata sono state definite, ove possibile:

- l'area in frana, comprendente la zona di distacco, la zona di scorrimento, visibile oppure ipotizzata, e la zona di accumulo, qualora presente;
- l'area di evoluzione del fenomeno franoso, valutata coerentemente con la tipologia del fenomeno e con le ipotesi cinematiche ad esso connesse.

Per le frane a cinematica lenta (scorrimenti, colate lente), le aree di possibile evoluzione sono state limitate alle immediate vicinanze delle frane stesse, mentre per le frane a cinematica rapida (colate di detrito o di terra), le aree di evoluzione coincidono di norma con gli impluvi di ordine inferiore, eventualmente estesi agli ambiti contermini.

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

In tale ambito, si devono evidenziare le difformità spesso rilevate tra le informazioni riportate nell'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi" del vigente Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (relativo all'ex Bacino del Fiume Tevere) in relazione ad ampie zone a franosità diffusa e soliflussi poste sul versante orientale del Monte Cetona, nei dintorni della Frazione Piazze e nel nucleo abitato di Camporsevoli, rispetto alle condizioni effettivamente evidenziate con i rilievi di superficie.

Per tale motivo, dopo ulteriori verifiche sul posto e approfondite analisi di immagini aeree multitemporali, è stato avviato un confronto con i tecnici della Regione Toscana (Ufficio del Genio Civile di Siena), decidendo di modificare l'estensione di alcune delle suddette aree, al fine di rendere l'informazione cartografica attinente all'effettivo stato dei luoghi.

Di conseguenza, per rendere reciprocamente coerenti lo strumento di pianificazione di bacino con le nuove carte geomorfologiche della variante al PS, è stato proposto, per il territorio comunale di Cetona, l'aggiornamento dell'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi"; a tal fine, i nuovi dati informativi sono stati trasmessi all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale per la verifica di coerenza e la eventuale successiva validazione.

Tra gli aspetti antropici presenti nel territorio comunale sono stati presi a riferimento i dati relativi alle forme recenti ed attuali (cave dismesse, scarpate antropiche e terrazzamenti artificiali, argini fluviali, canali artificiali, rilevati stradali e ferroviari, riporti, terrapieni, bacini di accumulo e relative opere di sbarramento, ecc.) e a quelle più antiche (cavità, cunicoli, cantine, ecc.), dedotti attraverso informazioni specifiche e documentate.

I risultati dello studio, riportati in forma grafica nella *Carta geomorfologica* (Tavole serie G04), costituiscono il quadro conoscitivo per l'analisi della connessione esistente tra l'assetto morfologico dei versanti, la copertura vegetale e la regimazione dei deflussi idrici con la successiva fase di valutazione della pericolosità.

Per quanto concerne la raccolta e la condivisione dei dati e delle informazioni relativi a processi morfologici di versante, sono stati seguiti gli standard regionali di rappresentazione approvati con Decreto Dirigenziale n. 4505 del 10 aprile 2017.

Si precisa, a tale proposito, che l'unità minima rappresentabile per gli elementi geomorfologici di forma poligonale non è scesa al di sotto di 16 mm² sulla carta alla scala 1:10.000; pertanto, per gli elementi che hanno dimensioni inferiori, per quelli che presentano una densità tale da essere difficilmente rappresentabili sulla base cartografica e per quelli di cui permane un dubbio sulla loro estensione reale, è stata adottata la simbologia puntuale contraddistinta dalla dizione "frana non cartografabile".

3.3 *Il centro abitato di Cetona*

Il centro abitato di Cetona si colloca nel settore Nord-occidentale del territorio comunale, in una zona caratterizzata dalla presenza di estesi affioramenti di terreni principalmente riconducibili ai depositi sabbiosi in facies marina del Pliocene (PLIs), il cui spessore è stimato localmente intorno ai 30-40 metri.

Sui termini sabbiosi pliocenici si sono localmente sovrainposte delle placche di travertino (f1b), riconducibili verosimilmente ad antiche emergenze idrotermali; queste, in particolare, si rinvennero sulla parte sommitale del centro storico di Cetona, ovvero fino alla quota di circa 385 metri s.l.m., e per uno spessore almeno dell'ordine di 20-25 metri.

Il margine meridionale del centro storico si sviluppa su un versante molto ripido, caratterizzato da pendenze localmente superiori ai 50-60°, dove molte abitazioni si presentano lesionate; si ha notizia anche di tre eventi franosi che si sono succeduti negli anni 1948, 1955 e 1960, dei quali il più serio, avvenuto fra Vicolo del Sole e Via Sobborgo, provocò addirittura il crollo di alcuni edifici.

Evidenze di instabilità sono presenti anche nella chiesa di San Michele Arcangelo e negli edifici circostanti, che sorgono sul ciglio di un ripido versante in parte costituito da una coltre detritica sabbiosa e argillosa con scarse qualità geotecniche.

Lo studio redatto per il consolidamento del centro abitato di Cetona (Rodio, 1986) ha evidenziato, quali elementi maggiormente predisponenti ai dissesti geomorfologici, le infiltrazioni di acque meteoriche attraverso i terreni di copertura del rilievo e i contributi di possibili perdite dalle reti di adduzione dell'acqua potabile e di smaltimento dei reflui urbani.

A questi, si aggiunge la presenza delle numerose cavità antropiche (cunicoli e cantine interrate), impostate di norma sul substrato sabbioso pliocenico, che si addentrano a varie profondità e a vari livelli sotto alla maggior parte degli edifici del centro storico.

Nel citato studio di consolidamento dell'abitato sono state censite e studiate 82 cavità antropiche, ma è certo che il numero effettivo si avvicina più realmente alle 300; le cavità presentano forme e dimensioni piuttosto variabili, sviluppando, in alcuni casi, volumetrie anche superiori ai 200 mc, e sono quasi tutte prive di rivestimento, dando luogo a frequenti distacchi e scoscendimenti di terreno dalle volte e dai fianchi.

Date le criticità complessivamente rilevate a carico del centro storico di Cetona, l'area è stata quasi completamente inserita, dall'ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere, tra quelle a *rischio molto elevato per fenomeni franosi R4* (codice TO038); detto perimetro è stato inserito nella *Carta delle aree a pericolosità geologica* (Tavole serie PG01).

4 LA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA

4.1 La Carta Idrogeologica

La *Carta Idrogeologica* costituisce un elemento conoscitivo di importanza strategica per la pianificazione dell'uso delle risorse idriche sotterranee, affinché il relativo sfruttamento avvenga nel massimo rispetto degli equilibri idrogeologici naturali, in particolare per garantirne nel tempo la disponibilità e salvaguardare gli acquiferi dai pericoli di inquinamento.

La cartografia prodotta in occasione del presente studio rappresenta la sintesi dei dati desunti dai precedenti studi di pianificazione urbanistica, integrati con le informazioni relative alla Banca Dati Sottosuolo e Risorsa Idrica (BDSRI), che raccoglie e omogeneizza i dati stratigrafici e tecnici di pozzi e derivazioni per i quali è stata fatta richiesta di concessioni e/o autorizzazioni agli enti territorialmente competenti (Genio Civile di Siena, Amministrazione Provinciale di Siena), e/o censiti dal PTCP di Siena.

Per quanto riguarda i pozzi e altre opere di captazione di acque da destinare al consumo umano, i dati riportati sulla cartografia sono stati estrapolati dalla *Carta della vulnerabilità integrata* del PTCP di Siena e dal Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA); essi sono stati confrontati e aggiornati con i dati trasmessi nel corrente anno al Comune di Cetona dal gestore idrico locale (Acquedotto del Fiora).

Ogni pozzo ufficialmente censito è stato contraddistinto da un apposito simbolo in funzione della destinazione d'uso; ove disponibili, sono stati indicati anche la profondità di perforazione e il livello statico dell'acqua, riferito alla quota del boccapozzo.

Per quanto riguarda la definizione delle classi di permeabilità delle singole formazioni, lo studio si è basato sull'analisi delle informazioni raccolte durante il rilievo di campagna e sulle direttive tecniche riportate nel PTCP di Siena; le formazioni affioranti nel territorio comunale sono state quindi classificate e cartografate in relazione alle loro diverse macrocaratteristiche di porosità e permeabilità, facendo riferimento alla composizione granulometrica, al grado di addensamento o di cementazione e allo stato di fratturazione.

Sulla *Carta Idrogeologica* è riportata la perimetrazione dell'acquifero carbonatico del Monte Cetona (codice IT0913TE020 ITC), con indicazione delle isobate della copertura e del substrato dell'acquifero principale e le isopieze degli acquiferi secondari, estrapolate dalla pubblicazione "*Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana*", a cura del Consorzio Lamma e del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Analogamente, nelle aree collinari e di fondovalle sono state ricostruite, a partire dai dati dei pozzi ufficialmente censiti, e con dati certi in relazione al livello statico della falda, le curve isopiezometriche degli acquiferi superficiali, a partire dalle quali sono state estrapolate le principali direzioni dei flussi idrici sotterranei.

4.2 Descrizione dei risultati e commenti

L'assetto idrogeologico del territorio comunale di Cetona è funzione principalmente della distribuzione delle varie litologie che costituiscono il sottosuolo, le cui caratteristiche granulometriche si riflettono in maniera preponderante sul grado di permeabilità, e quindi sulla propensione alla filtrazione e all'accumulo delle acque sotterranee.

Dall'analisi della cartografia prodotta è possibile verificare che parte del territorio risulta rappresentato da litologie a permeabilità molto elevata ed elevata per porosità e/o fratturazione (formazioni calcaree mesozoiche della dorsale del Monte Cetona, conglomerati marini poligenici, travertini continentali, depositi di versante, accumuli detritici di falda, depositi eluvio-colluviali, alluvionali e lacustri a granulometria eterogenea).

Il grado di permeabilità buono è stato attribuito alle formazioni plioceniche delle brecce poligeniche e delle calcareniti bioclastiche (per porosità e fratturazione) e alle formazioni marnose e argillitiche del dominio toscano (Calcareniti di Dudda e Marne del Sugame).

Alle formazioni sabbiose in facies marina del Pliocene è stata attribuita solo una permeabilità media per porosità, a causa della notevole frazione limosa e argillosa che, molto spesso, contraddistingue i depositi, nonché per l'elevato grado di addensamento e/o di cementazione, che riducono di fatto la propensione ai fenomeni di filtrazione delle acque; la permeabilità media è stata attribuita anche alla formazione giurassica dei Diaspri (per fratturazione) e del Macigno (per porosità e fratturazione).

Con permeabilità bassa e molto bassa (per porosità e/o per fratturazione) sono state infine contraddistinte le formazioni a prevalente composizione argillitica e marnosa (Marne a Posidonomya, Formazione di Sillano e Argilliti di Brolio), nelle quali possono rinvenirsi solo modesti corpi idrici multifalda, in genere confinati nei livelli lapidei fratturati, comunque quasi sempre non interconnessi tra loro, e per questo caratterizzati da scarsa produttività.

Sono ricomprese nelle classi di permeabilità bassa e molto bassa anche le formazioni argillose e argilloso-sabbiose in facies marina del Pliocene, dal momento che la natura litologica dei depositi e l'elevato spessore formazionale (anche dell'ordine delle centinaia di metri), impediscono qualsiasi forma di circolazione idrica sotterranea.

Nel seguito è riportato lo schema di sintesi relativo all'attribuzione delle formazioni affioranti ai vari tipi e gradi di permeabilità.

PERMEABILITÀ PER POROSITÀ		
<i>Grado di permeabilità</i>	<i>Sigla</i>	<i>Descrizione dei depositi</i>
ELEVATO	h5	Depositi antropici
	aa	Depositi di versante olocenici
	a3a	Detriti di falda olocenici
	b2a	Depositi eluvio-colluviali
	b	Depositi alluvionali attuali
	bna	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non olocenici
	ea	Depositi lacustri, lagunari, palustri torbosi e di colmata
	ab	Depositi di versante pleistocenici
	a3b	Detriti di falda pleistocenici
bnb	Depositi alluvionali terrazzati pleistocenici	
MEDIO	PLIs	Sabbie e arenarie gialle
BASSO	FAAb	Argille sabbiose, limi e argille con intercalazioni sabbiose
MOLTO BASSO	FAA	Argille e argille siltose grigio-azzurre

PERMEABILITÀ MISTA (POROSITÀ E FRATTURAZIONE)		
<i>Grado di permeabilità</i>	<i>Sigla</i>	<i>Descrizione dei depositi</i>
MOLTO ELEVATO	br	Accumuli eterometrici di blocchi e brecce calcaree
	f1b	Travertini e calcari continentali
	CCA	Calcarea cavernoso
ELEVATO	PLIb	Conglomerati marini poligenici
BUONO	PLId	Brecce poligeniche
	PLIc	Calcareniti e calciruditi bioclastiche
MEDIO	MAC	Macigno
BASSO	SIL	Formazione di Sillano - Santa Fiora

PERMEABILITÀ PER FRATTURAZIONE		
<i>Grado di permeabilità</i>	<i>Sigla</i>	<i>Descrizione dei depositi</i>
MOLTO ELEVATO	LIM	Calcere selcifero di Limano
	MAS	Calcere massiccio
	RET	Calcari a Rhaetavicula Contorta
BUONO	STO4	Calcareniti di Dudda
	STO2	Marne del Sugame
MEDIO	DSD	Diaspri
BASSO	POD	Marne a Posinomya
MOLTO BASSO	STO1	Argilliti di Brolio

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, nelle aree collinari i livelli acquiferi significativi si concentrano principalmente al contatto tra i terreni sabbiosi mediamente permeabili e le formazioni argillose a bassa permeabilità, a profondità variabili tra 20 ed 80 m dal p.c., con produttività che sono in genere appena sufficienti per i consueti usi domestici.

Nelle aree di fondovalle, gli acquiferi sono molto superficiali, in genere interclusi nei livelli a maggiore permeabilità dei depositi alluvionali, con quote piezometriche che variano mediamente dagli 8-10 metri dal p.c. e fino anche a poche decine di centimetri dal boccapozzo; la produttività è anch'essa molto variabile in funzione dell'assortimento granulometrico dei depositi alluvionali e dell'eventuale connessione idraulica con gli acquiferi collinari.

A loro volta, gli acquiferi collinari possono in determinate situazioni risultare in continuità idraulica con il più esteso acquifero carbonatico del Monte Cetona; tale situazione è spesso testimoniata dalla elevata concentrazione in solfati nelle acque di pozzo e di sorgente, in analogia alle acque che caratterizzano l'acquifero del Monte Cetona.

In merito a detto acquifero, le indagini geochimiche prese a riferimento per lo studio di caratterizzazione sviluppato dal Consorzio Lamma e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, hanno permesso di riconoscere una circolazione di tipo superficiale, costituita da acque freatiche con chimismo bicarbonato alcalino-terroso, e una profonda, interagente con la formazione triassica del *Calcere cavernoso*, che costituisce il serbatoio geotermico.

Le acque meteoriche che si infiltrano attraverso le formazioni permeabili in affioramento (nuclei anidritico-carbonatici), intensamente fratturate, vanno ad alimentare il serbatoio

geotermico profondo, assumendo un chimismo solfato-calcico; le acque poi, risalendo in superficie lungo faglie appenniniche e antiappenniniche, assumono carattere solfato-bicarbonato alcalino-terroso e una certa termalità, raggiungendo localmente il loro apice nelle manifestazioni termali di San Casciano dei Bagni.

L'acquifero del Monte Cetona rappresenta anche una fondamentale risorsa di approvvigionamento idrico; numerose sono infatti le sorgenti e i pozzi riconducibili, più o meno direttamente, al suddetto acquifero, e che si concentrano principalmente alla base della dorsale, dove i termini calcarei mesozoici lasciano il posto a terreni con minore permeabilità.

Il gestore del servizio idrico locale (Acquedotto del Fiora) non ha istituito fasce di rispetto e di tutela specifiche per i pozzi e le opere di captazione di propria competenza ricadenti nel territorio comunale di Cetona e destinati all'approvvigionamento idropotabile; di conseguenza, sono al momento definite, con criterio meramente geometrico, le seguenti zone di salvaguardia, ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

- *zone di tutela assoluta*: area circostante le captazioni di estensione di almeno 10 metri adeguatamente protetta e adibita esclusivamente alle opere di presa;
- *zone di rispetto*: porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta di estensione pari a 200 metri dal punto di captazione, dove sono vietate alcune attività fra cui spandimento di concimi e prodotti fitosanitari in assenza di un piano di utilizzazione disciplinato dalla Regione, pascolo e stabulazione del bestiame, gestione dei rifiuti, stoccaggio di prodotti o sostanze chimiche pericolose.

Le zone di rispetto sono riportate in forma grafica nelle Tavole serie G03 e PG03, e hanno valore prescrittivo ai fini dell'attuazione di alcune tipologie di intervento.

5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI LOCALI

5.1 Sismicità storica del territorio comunale di Cetona

Una prima valutazione della pericolosità sismica del territorio comunale di Cetona è stata effettuata mediante acquisizione dei dati pubblicati dall'INGV nel Database Macrosismico Italiano DBMI15, relativi ai terremoti che hanno interessato una data località con intensità epicentrale massima ≥ 5 dall'anno 1000 al 2014.

Nella tabella seguente, estratta dal suddetto database, sono riportate, per ciascun evento, la data, l'area epicentrale, l'intensità epicentrale I_0 (in scala MCS), la magnitudo momento M_w (da correlazioni empiriche o misurata) e l'intensità al sito I_s (MCS).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	I_0	M_w
5	📄	1777	10	05	15	45	Val di Paglia	11	7	5.14
3-4	📄	1854	02	12	05		Valle Umbra	21	8	5.57
6-7	📄	1861	05	09	01	53	Val di Chiana	28	6-7	5.02
5	📄	1909	08	25	00	22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
5-6	📄	1919	09	10	16	57	Val di Paglia	67	7-8	5.36
6-7	📄	1940	10	16	13	17	Val di Paglia	106	7-8	5.29
3	📄	1958	05	30	06	26	Val di Paglia	18	5	4.05
NF	📄	1965	08	04	11	49 5	Alta Valtiberina	44	5	4.48
5	📄	1969	08	11	13	55	Lago Trasimeno	46	7	4.70
3	📄	1979	09	19	21	35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
3	📄	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911	8	5.86
3	📄	1984	05	11	10	41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
4-5	📄	1997	09	26	00	33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5	📄	1997	09	26	09	40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3-4	📄	1997	10	03	08	55 2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
3	📄	1997	10	06	23	24 5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
4	📄	1997	10	14	15	23 1	Valnerina	786		5.62
3-4	📄	1998	04	05	15	52 2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
3-4	📄	2000	04	01	18	08 0	Monte Amiata	68	6	4.52
3-4	📄	2000	06	22	12	16 3	Bacino di Gubbio	107	5	4.47
2	📄	2001	11	26	00	56 5	Casentino	211	5-6	4.63
NF	📄	2005	12	15	13	28 3	Val Nerina	350	5	4.14

Come si evince dalla tabella, il territorio di Cetona è stato storicamente interessato da 22 principali eventi sismici (nel periodo compreso tra il 1777 ed il 2005), che derivano però da fenomeni con zone sorgenti situate in aree geografiche contermini, ovvero con epicen-

tri collocati in altri comuni; nel dettaglio, la massima intensità raggiunta al sito ($I_s = 6-7$) è relativa a eventi con epicentri nella Val di Chiana (1861, $M_w = 5,02$) e nella contigua Val di Paglia (1940, $M_w = 5,29$).

A questi, si devono aggiungere gli eventi registrati entro un raggio di 15 km dal Capoluogo, riguardanti un'attività sismica che ha avuto inizio nel mese di aprile 2019, e che ha coinvolto la dorsale del Monte Cetona con valori di magnitudo fino ad un massimo di 3,4 (evento del 15.06.2019).

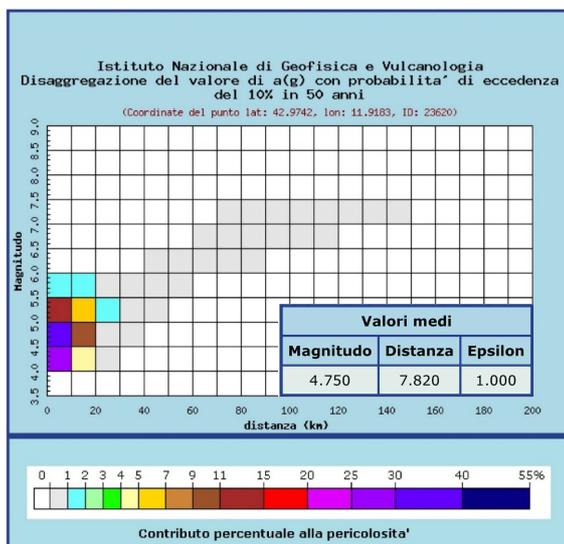
Da notizie localmente raccolte, sembra che l'evento più forte abbia prodotto dei danni non trascurabili su alcuni edifici rurali situati sui versanti della Montagna di Cetona.

Data e Ora (Italia) 📅 ⚙️	Magnitudo 📊 ⚙️	Zona 📍	Profondità 📏	Latitudine	Longitudine
2020-09-08 17:15:20	ML 2.0	2 km S Radicofani (SI)	7	42.88	11.76
2020-04-08 18:12:13	ML 2.2	3 km W Cetona (SI)	6	42.95	11.87
2019-12-01 00:14:38	ML 2.2	1 km W Radicofani (SI)	6	42.90	11.76
2019-06-17 08:04:37	ML 2.5	4 km SW Cetona (SI)	8	42.94	11.87
2019-06-17 07:41:41	ML 2.6	3 km SW Cetona (SI)	7	42.95	11.87
2019-06-15 20:01:58	ML 2.1	4 km SW Cetona (SI)	7	42.95	11.86
2019-06-15 20:00:55	ML 2.2	2 km S Sarteano (SI)	3	42.97	11.87
2019-06-15 19:59:40	ML 2.2	3 km W Cetona (SI)	5	42.96	11.87
2019-06-15 19:47:58	ML 2.2	3 km W Cetona (SI)	6	42.95	11.86
2019-06-15 19:36:46	ML 2.1	3 km W Cetona (SI)	3	42.96	11.86
2019-06-15 19:31:30	Mw 3.4	3 km SW Cetona (SI)	7	42.95	11.88
2019-06-13 11:37:49	ML 2.1	5 km SW Cetona (SI)	8	42.94	11.85
2019-06-13 11:00:46	ML 2.7	3 km W Cetona (SI)	7	42.95	11.86
2019-04-15 05:03:07	ML 2.5	3 km W Cetona (SI)	6	42.96	11.87

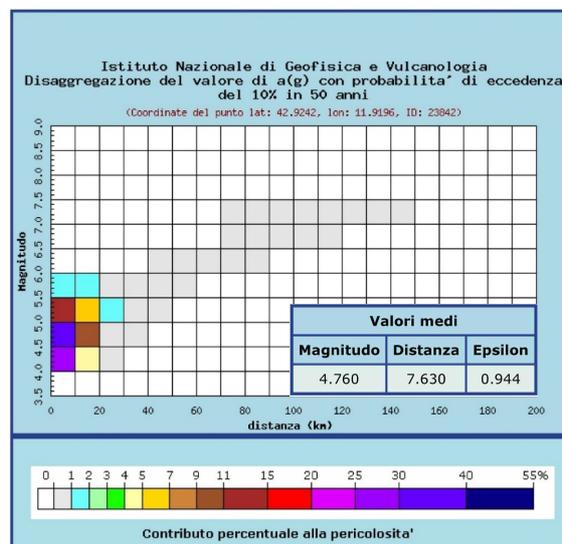
Per la definizione della pericolosità sismica del territorio, è prassi effettuare l'analisi dei dati di disaggregazione dei valori di accelerazione orizzontale massima del suolo $a(g)$; questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici, ed è utile nelle analisi di microzonazione.

La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R), la quale permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M; espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario), inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Nelle immagini seguenti sono riportate le analisi effettuate per i nodi della griglia sismica più vicini ai centri abitati di Cetona e della Frazione "Piazze".



Dati di disaggregazione per l'abitato di Cetona



Dati di disaggregazione per l'abitato di Piazze

In base ai diagrammi di disaggregazione per TR di 475 anni, si rileva che i contributi significativi alla pericolosit  sismica del territorio comunale di Cetona sono attribuiti a zone sorgenti comprese entro 30 Km dai principali nuclei abitati; la magnitudo media attesa   molto stabile su tutto il territorio, ed   compresa tra 4,75 e 4,76, mentre le distanze epicentrali variano tra 7,6 e 7,8 km.

5.2 Zonazione sismica nazionale e regionale

In adempimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, l'INGV ha redatto la Mappa di Pericolosit  Sismica del territorio nazionale, basata sulla individuazione di quattro zone secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilit  di superamento del 10% in 50 anni, secondo il seguente schema:

Zona	Accelerazione con probabilit� di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g]	Accelerazione orizzontale massima di ancoraggio allo spettro di risposta elastico [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Dalla Mappa di Pericolosit  Sismica redatta dall'INGV, si rileva che il territorio comunale di

Cetona è inserito tra quelli con valori di a_g , riferiti ad un tempo di ritorno di 475 anni, compresi tra 0,125 e 0,150 g, ovvero nella zona sismica 2.

In conseguenza di tale zonazione, la Giunta Regionale della Toscana ha provveduto alla riclassificazione del proprio territorio, confermando dapprima l'attribuzione del Comune di Cetona alla zona sismica 2 (D.G.R. n. 604/2003), e successivamente alla zona 3S (D.G.R. n. 431/2006).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 e, più recentemente, del D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, non viene più definita con criterio "zona-dipendente", ma piuttosto con un approccio "sito-dipendente", rendendo di fatto la vecchia classificazione regionale scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto.

Con la successiva D.G.R. n. 878/2012 (*Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della D.G.R.T. n. 431/2006*), la Giunta Regionale provvedeva ad approvare la nuova classificazione del territorio, revocando la sussistenza della zona sismica 3S, e attribuendo definitivamente il Comune di Cetona alla zona sismica 3, confermata anche con il più recente aggiornamento approvato con D.G.R. n. 421/2014.

5.3 Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 del Comune di Cetona

Contestualmente allo sviluppo delle indagini geologiche a supporto della variante al PS comunale, è stato implementato lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (MS1) per le aree urbane del Capoluogo e della Frazione "Piazze", e per altri nuclei abitati e/o di previsione urbanistica situati in territorio extraurbano (Località "Fabiani", "Camporsevoli", "Boschetto - Lamaccia - Gamberaio", "Palazzo Sgarroni - Benefizio - Cardete", "Patarnione - Bargnano", "Cantina Sociale" e "Casa Matera - Palazzolo - Vecciano").

Lo studio di MS1, effettuato secondo le modalità, i criteri e le procedure previsti nelle Specifiche Tecniche Regionali approvate con D.G.R. n. 1162/2018 e, più in generale, secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) approvati dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome nella seduta del 13.11.2008, ha permesso di individuare le zone del territorio "urbanizzato" in cui le condizioni geologiche, litologiche, stratigrafiche, strutturali e morfologiche possono intervenire sugli effetti di un terremoto, e causare danni differenziati alle costruzioni, alle infrastrutture e all'ambiente.

Il risultato finale è la produzione di carte tematiche che riguardano le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni, le frequenze fondamentali dei depositi, i dati relativi alle indagini geognostiche e sismiche presi a riferimento e le Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Nello specifico, lo studio di Microzonazione Sismica ha permesso di individuare e caratterizzare le seguenti zone:

- *zone stabili*, ovvero dove non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- *zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale*, dove il moto sismico è modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche o geomorfologiche del territorio e, pertanto, sono attesi fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi) o per morfologie sepolte;
- *zone di attenzione per instabilità*, dove possono attivarsi fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti diffusi e differenziali).

Per approfondimenti di maggiore dettaglio, si rimanda alla documentazione cartografica e testuale redatta a corredo dello studio MS1 del Comune di Cetona, precisando che la stessa costituisce quadro conoscitivo di riferimento per la predisposizione degli studi di pericolosità sismica locale del territorio urbanizzato, in conformità alle direttive tecniche di cui all'Allegato A al D.P.G.R. n. 5/R/2020.

Si precisa che, rispetto alle cartografie di MS1 allegata alla variante del PS adottata con la Deliberazione del Consiglio Comunale n. 87 del 16.12.2021, nella successiva fase di elaborazione delle Controdeduzioni alle Osservazioni pervenute dagli Enti sovraordinati e dai Privati sono state apportate, in conseguenza della variazione della perimetrazione di alcune zone interessate da dissesti di carattere geomorfologico, adeguamenti marginali alla carta geologico-technica e alla carta delle MOPS.

Tali elaborati, insieme ai relativi dati informativi in formato *shp*, sono stati successivamente trasmessi al settore Prevenzione Sismica della Regione Toscana per opportuno recepimento.

6 CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

6.1 Aree a pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020

La *Carta delle aree a pericolosità geologica* (Tavole serie PG01 di PS) è stata sviluppata per il riconoscimento delle criticità che sussistono in determinate zone del territorio comunale, al fine di poter definire le condizioni di attuazione degli interventi di trasformazione urbanistica, sul patrimonio edilizio esistente e di ogni altra opera potenzialmente interferente con le condizioni di equilibrio del contesto interessato.

Le analisi e gli approfondimenti finalizzati alla perimetrazione delle aree a pericolosità geologica comprendono, oltre agli elementi geologici in senso stretto, anche gli elementi geomorfologici, litologico-tecnici e antropici, in base ai criteri stabiliti al punto C.1 dell'Allegato A del D.P.G.R. n. 5/R/2020, di seguito riportati in forma integrale.

Pericolosità geologica molto elevata (G.4)

Sono le aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione e le aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.

In particolare, la classe di pericolosità geologica molto elevata G.4 è stata attribuita a tutte le aree con fenomeni di dissesto attivo, quali scarpate di frana e frane con indizi di attività (comprendendo le zone di distacco, di scorrimento, di accumulo e di evoluzione, e con eccezione dei soliflussi), gli orli di scarpate di degradazione e di erosione fluviale, le aree a calanchi e alcune forme carsiche.

Pericolosità geologica elevata (G.3)

Sono le aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione, le aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico, le aree interessate da fenomeni di soliflusso e fenomeni erosivi, le aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomecniche ed i corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

La classe di pericolosità geologica elevata G.3 è stata attribuita alle aree che risultano in una condizione al limite dell'equilibrio geomorfologico, ossia dove non si hanno indizi e dati certi di attività o dissesti strutturali in atto, includendo tra queste gli orli di scarpata di frana e le frane quiescenti, le aree interessate da fenomeni di soliflusso, i depositi di versante disposti con pendenze maggiori del 25%, le conoidi alluvionali, le aree soggette a

dilavamento diffuso e i solchi di ruscellamento concentrato, i depositi eluvio-colluviali e alcuni depositi alluvionali, gli orli di scarpata di erosione selettiva o strutturale, le zone di cresta, i depositi di travertino e gli accumuli di blocchi e breccie calcaree, le cavità ipogee naturali e artificiali, le forme carsiche, le aree di cava abbandonate e altri elementi minori.

Pericolosità geologica media (G.2)

Sono le aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi, le aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto ed i corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

Sono state attribuite alla classe di pericolosità geologica media G.2 tutte le restanti porzioni del territorio non ricomprese nelle precedenti classi G.4 e G.3.

Pericolosità geologica bassa (G.1)

Sono le aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Si rileva, tuttavia, che nel territorio comunale di Cetona non sono state perimetrare aree a pericolosità geologica bassa, non sussistendo le condizioni per l'attribuzione di tale classificazione.

Nelle tabelle seguenti sono riportati in dettaglio i criteri morfologici e geometrici utilizzati per la definizione dell'ampiezza delle aree in dissesto e di possibile evoluzione, ai fini dell'attribuzione delle varie classi di pericolosità geologica; in alcuni contesti, tali zone possono presentarsi più ampie di quelle indicate in tabella, in quanto comprendenti ulteriori fenomeni che possono avere attinenza con l'evoluzione dei dissesti principali presi in esame.

FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE				
<i>Descrizione</i>	<i>Area in dissesto e di evoluzione</i>		<i>Fascia esterna di salvaguardia</i>	
	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>
Orlo di scarpata di frana attiva	G.4	15 m	G.3	15 m
Orlo di scarpata di frana quiescente	G.3	15 m		
Frana attiva (zona di distacco, di scorrimento, di accumulo, area di evoluzione)	G.4	15 m	G.3	15 m
Frana quiescente (zona di distacco, di scorrimento, di accumulo, area di evoluzione)	G.3	15 m		

FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE				
<i>Descrizione</i>	<i>Area in dissesto e di evoluzione</i>		<i>Fascia esterna di salvaguardia</i>	
	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>
Frana inattiva e relativa corona	G.2	no buffer	-	-
Area a franosità diffusa attiva	G.4	15 m	G.3	15 m
Area a franosità diffusa quiescente	G.3	15 m	-	-
Area con fenomeni di soliflusso	G.3	15 m	-	-
Frana non cartografabile		no buffer	-	-
Orlo di scarpata di degradazione (H < 10 m)	G.4	5 m	G.3	10 m
Orlo di scarpata di degradazione (10 ≤ H < 20 m)	G.4	15 m	G.3	10 m
Orlo di scarpata di degradazione (H ≥ 20 m)	G.4	20 m	G.3	20 m
Deposito di versante (i ≥ 15°)	G.3	15 m	-	-
Deposito di versante (i < 15°)	G.3	no buffer	-	-

FORME E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI				
<i>Descrizione</i>	<i>Area in dissesto e di evoluzione</i>		<i>Fascia esterna di salvaguardia</i>	
	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>
Solco erosivo di ruscellamento	G.3	15 m	-	-
Orlo di scarpata di erosione fluviale (H < 10 m)	G.4	5 m	G.3	10 m
Orlo di scarpata di erosione fluviale (10 ≤ H < 20 m)	G.4	15 m	G.3	10 m
Orlo di scarpata di erosione fluviale (H ≥ 20 m)	G.4	20 m	G.3	20 m
Conoide alluvionale	G.3	no buffer	-	-
Area soggetta a dilavamento diffuso	G.3	no buffer	-	-
Area soggetta a ruscellamento conc.	G.3	no buffer	-	-
Area a calanchi	G.4	15 m	G.3	15 m
Deposito eluvio-colluviale	G.3	no buffer	-	-
Deposito alluvionale attuale e terr.	G.2 / G.3	no buffer	-	-

FORME STRUTTURALI, FORME E DEPOSITI DI ORIGINE CARSIKA				
<i>Descrizione</i>	<i>Area in dissesto e di evoluzione</i>		<i>Fascia esterna di salvaguardia</i>	
	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>
Orlo di scarpata di erosione selettiva o strutturale (H < 10 m)	G.3	15 m	-	-
Orlo di scarpata di erosione selettiva o strutturale (10 ≤ H < 20 m)	G.3	25 m	-	-
Orlo di scarpata di erosione selettiva o strutturale (H ≥ 20 m)	G.3	40 m	-	-
Cresta	G.3	15 m	-	-
Dolina o altra depressione chiusa	G.4	15 m	-	-
Cavità sepolte	G.3	15 m	-	-
Coltri o riempimenti residuali di depressioni carsiche	G.3	no buffer	-	-
Depositi di precipitazione chimica (travertini)	G.3	no buffer	-	-
Accumulo eterometrico di blocchi e brecce calcaree (pendenza ≥ 15°)	G.3	15 m	-	-
Accumulo eterometrico di coltri e brecce calcaree (pendenza < 15°)	G.3	no buffer	-	-

FORME, DEPOSITI E ATTIVITA' ANTROPICHE				
Descrizione	<i>Area in dissesto e di evoluzione</i>		<i>Fascia esterna di salvaguardia</i>	
	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>	<i>Pericolosità geologica</i>	<i>Estensione (buffer)</i>
Cava o miniera a cielo aperto inattive	G.3	no buffer	-	-
Area con cavità ipogee	G.3	15 m	-	-
Orlo di scarpata di cava o miniera (H < 10 m)	G.3	15 m	-	-
Orlo di scarpata di cava o miniera (10 ≤ H < 20 m)	G.3	25 m	-	-
Orlo di scarpata di cava o miniera (H ≥ 20 m)	G.3	40 m	-	-
Orlo di scarpata antropica	G.3	no buffer	-	-
Argine artificiale composito	G.3	no buffer	-	-
Discarica di rifiuti, riporto antropico	G.3	no buffer	-	-

In conseguenza delle modifiche apportate alle carte geomorfologiche del PS (Tavole serie G04), anche per il recepimento delle Osservazioni avanzate dalla Regione Toscana - Genio Civile Toscana Sud e da alcuni Privati, le aree di fondovalle caratterizzate dalla presenza in affioramento di depositi alluvionali sono state declassate da pericolosità geologica elevata G.3 a pericolosità geologica media G.2; la classe di pericolosità geologica elevata G.3 è stata comunque mantenuta in presenza di uno o più elementi tra quelli elencati al punto C.1 dell'Allegato A al D.P.G.R. n. 5/R/2020.

Analogamente, sono state apportate alcune modifiche anche alla classificazione di pericolosità nelle aree collinari ricadenti all'interno del perimetro del territorio urbanizzato della Frazione "Piazze" e nelle zone extraurbane contermini.

Le singole tavole della *Carta delle aree a pericolosità geologica* (Tavole serie PG01) del PS che hanno subito modifiche rispetto a quelle originariamente adottate con la Deliberazione del Consiglio Comunale n. 87 del 16.12.2021 riportano sul cartiglio una data successiva.

6.2 Pericolosità da dissesto per fenomeni gravitativi ai sensi del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere

La *Carta delle aree a pericolosità geologica* (Tavole serie PG01 di PS) ha avuto come base conoscitiva anche gli elaborati cartografici del PAI dell'ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere (confluita adesso nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale), approvati con D.P.C.M. 10.11.2006 insieme alle relative Norme Tecniche di Attuazione.

In particolare, per il Comune di Cetona sono state recepite le perimetrazioni delle aree a rischio da frana molto elevato (R4) e a rischio minore (R2), definite a loro volta in base ai criteri metodologici dell'allegato alle norme del PAI denominato "*Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana*".

Codice ABT	Località	Tipologia della frana	Stato di attività	Rischio
TO036	San Giovanni	Crollo di blocchi isolati, ribaltamento	Attiva sospesa, ricorrente	R2
TO037	Belverde	Crollo di blocchi isolati, ribaltamento	Quiescente	R2
TO038	Cetona	Crollo di blocchi isolati, ribaltamento	Attiva sospesa, ricorrente	R4

Codice ABT	Località	Tipologia della frana	Stato di attività	Rischio
TO039	Piazze	Colamenti superficiali lenti	Quiescente	R2
TO040	San Francesco	Crollo di blocchi isolati, ribaltamento	Quiescente	R2
TO041	Trombesi	Colamenti superficiali lenti	Attiva sospesa, ricorrente	R2
TO042	I Piscine	Scorrimento rotazionale o tra- slativo, aree con franosità diff.	Attiva continua, stagionale	R2
TO043	Cuculo I	Colamenti superficiali lenti	n.d.	R2

A tali aree si applicano i vincoli e le prescrizioni di cui agli artt. 11 e 14 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI dell'ex Autorità di Bacino del Tevere.

Con Deliberazione n. 30 del 21.12.2022, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha adottato, ai sensi degli artt. 66 e 68 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., la variante alle suddette Norme di Piano, inserendo l'art. 9-bis - *Prima attribuzione della pericolosità alle aree di versante interessate da dissesto per movimenti gravitativi di cui all'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi"*.

Di conseguenza, a partire dalla data di pubblicazione in Gazzetta Ufficiale dell'avviso relativo all'adozione della nuova misura di salvaguardia (16.01.2023), quelle che erano informazioni di mero carattere conoscitivo a livello di pianificazione di bacino, rappresentate nell'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi", hanno assunto, in base a un criterio semplificato di corrispondenza tra fenomeni gravitativi e livello di pericolosità, un effetto prescrittivo e spesso vincolante ai fini della fattibilità degli interventi edificatori.

Per tale motivo, in seguito alla definitiva revisione del quadro conoscitivo geomorfologico del PS (Tavole serie G04) e della *Carta delle aree a pericolosità geologica* derivata (Tavole serie PG01), è stato specificatamente richiesto, alla competente Autorità Distrettuale, l'aggiornamento dell'elaborato "Inventario dei fenomeni franosi", al fine di renderlo coerente con il nuovo strumento di pianificazione territoriale del Comune di Cetona.

Al momento della stesura della presente relazione non risulta ancora avvenuta la validazione della proposta di aggiornamento; ad ogni modo, l'unica cartografia da prendere a riferimento per la determinazione delle condizioni di attuazione degli interventi nelle aree interessate dai fenomeni gravitativi censiti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale è quella pubblicata sul sito web dell'Ente.

7 AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La sintesi delle informazioni derivanti dallo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 per il Comune di Cetona, secondo quanto previsto dal paragrafo B.6 dell'Allegato A al D.P.G.R. n. 5/R/2020, ha permesso di valutare le condizioni di pericolosità sismica locale delle aree urbanizzate, o di specifico interesse ai fini della pianificazione urbanistica, individuando le aree omogenee ove possono verificarsi effetti locali o di sito in seguito ad eventi sismici.

In seguito alle modifiche apportate in fase di "post-adozione" agli elementi di quadro conoscitivo del PS, riguardanti anche la perimetrazione e lo stato di attività di alcune frane ricadenti all'interno del territorio urbanizzato della Frazione "Piazze" e nelle aree immediatamente contermini, sono stati effettuati alcuni modesti aggiornamenti anche alle *Carte di pericolosità sismica locale* di PS (Tavole serie PG02).

Le carte che sono state modificate rispetto alla versione originariamente adottata con la Deliberazione del Consiglio Comunale n. 87 del 16.12.2021 riportano sul cartiglio una data successiva, al fine della loro univoca individuazione.

Tali carte, limitatamente alle aree urbanizzate, alle zone extraurbane con previsioni urbanistiche e a quelle interessate dagli studi di Microzonazione Sismica di livello 1, individuano, nel rispetto delle indicazioni del D.P.G.R. n. 5/R/2020 e con esclusivo riferimento alle situazioni effettivamente presenti nel territorio comunale di Cetona, le seguenti classi di pericolosità sismica locale:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)

Sono le aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3)

Sono le aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti, le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione $(F_x) > 1.4$ e le aree interessate da instabilità di versante quiescente e relative aree di evoluzione, nonché le aree potenzialmente franose (APF) e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Pericolosità sismica locale media (S.2)

Sono le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1 hertz, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4, le zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi) e le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali non rientranti tra quelle previste nella classe di pericolosità sismica S.3.

Pericolosità sismica locale bassa (S.1)

Sono le zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica. Si rileva, tuttavia, che nelle aree urbane ed extraurbane sottoposte agli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 non sussistono condizioni per l'attribuzione della classe di pericolosità sismica locale bassa.

Con riferimento alle citate direttive tecniche del D.P.G.R. n. 5/R/2020, ai fini dell'individuazione delle classi di pericolosità sismica locale di cui ai precedenti punti, si specifica che per "alto contrasto di impedenza sismica" sono da intendersi situazioni caratterizzate da rapporti tra le velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) del substrato sismico di riferimento e delle coperture sismiche sovrastanti, oppure all'interno delle coperture stesse, almeno pari a 2, come stimato dalle indagini sismiche.

In alternativa, la medesima situazione è individuabile mediante il valore relativo all'ampiezza del picco di frequenza fondamentale delle misure passive di rumore ambientale a stazione singola, che deve essere almeno pari a 3.

Per la definizione "alcune decine di metri", invece, sono da intendersi spessori indicativamente intorno a 40 metri.

Per la redazione della *Carta delle aree a pericolosità sismica locale* (Tavole serie PG02) sono stati seguiti i criteri indicati dalla normativa tecnica regionale, opportunamente adattati, ove necessario, alle effettive condizioni delle porzioni di territorio studiate; di seguito è riportata una tabella di sintesi con l'indicazione degli elementi di criticità presi a riferimento, dalla quale derivano le pertinenti classi di pericolosità sismica locale.

ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE			
<i>Definizioni</i>	<i>Classi di pericolosità sismica</i>		
	<i>S.2</i>	<i>S.3</i>	<i>S.4</i>
Aree interessate da instabilità di versante attive e relative aree di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici			Frane attive e relative aree di evoluzione, compresi i soliflussi, le scarpate in degradazione e di erosione fluviale attive
Aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti		Depositi colluviali e coltri detritiche, riporti antropici, argini	
Zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse		Contatto tra le seguenti formazioni, con estensione dell'area S.3 per 20 m su entrambi i lati: Pliocene / Alluvioni Pliocene / Flysch Riporti / Altre form. Alluvioni / Flysch Pleistocene / Flysch	
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna (rapporti tra le velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) del substrato sismico di riferimento e delle coperture sismiche sovrastanti, o all'interno delle coperture stesse, almeno pari a 2, valore relativo all'ampiezza del picco di frequenza fondamentale delle misure passive di rumore ambientale pari o superiore a 3		Zona 2012 a Piazze Est (HVSr P272 e MASW P273 con $A_0 > 3$ e $f_0 > 1$) Zone 2007 e 2004 a Piazze Ovest (MASW L31 con contrasto di impedenza sismica con rapporto $V_s > 2$ e sismica a rifrazione L32 con contrasto di impedenza entro 40 metri dal p.c. con rapporto $V_s > 2$)	

ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE			
<i>Definizioni</i>	<i>Classi di pericolosità sismica</i>		
	<i>S.2</i>	<i>S.3</i>	<i>S.4</i>
Aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose (APF) e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici		Frane quiescenti, scarpate litologiche, scarpate in degradazione, cave abbandonate	
Zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione > 15°)	Zone 2099b, 2099c, 2014, 2015, 2016, ove non ricomprese in S.3 per altre cause		
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelle previste nella classe S.3	Tutte le restanti aree studiate e non rientranti nella classe S.3		

8 CARTA DELLE AREE SENSIBILI ALL'INQUINAMENTO

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Siena (PTCP 2010), approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 124 del 14.12.2011 e rettificato con Delibera n. 128 del 30.11.2012, persegue, al fine della tutela degli acquiferi, tre obiettivi complementari:

- tutelare gli acquiferi strategici che racchiudono risorse idropotabili fondamentali per la Provincia di Siena, nonché quelli della dorsale Rapolano - Monte Cetona, che costituiscono le aree di ricarica dei sistemi termali;
- 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 potabile e termale.

Il grado di sensibilità all'inquinamento è stato definito, negli studi geologici di supporto al citato strumento di pianificazione provinciale, attraverso tre classi:

Classe di sensibilità 1

Corrisponde alle aree nelle quali sono presenti acquiferi con grado di vulnerabilità elevato; tra queste, vi ricade prioritariamente l'acquifero strategico del Monte Cetona e subordinatamente gli acquiferi presenti nella formazione del travertino.

Classe di sensibilità 2

Corrisponde alle aree nelle quali sono presenti acquiferi con grado di vulnerabilità medio-alto; vi sono ricompresi gli acquiferi minori presenti in formazioni della falda toscana e nei depositi alluvionali di fondovalle non protetti in superficie.

Classe di sensibilità 3

Comprende aree nelle quali non sono presenti acquiferi significativi, ovvero dove la bassa permeabilità degli strati più superficiali costituisce la protezione degli acquiferi soggiacenti.

La perimetrazione delle aree sensibili all'inquinamento del PTCP 2010 di Siena è stata recepita integralmente mediante importazione dei relativi strati informativi, ed è riportata nella *Carta di sensibilità degli acquiferi* del PS (Tavole serie PG03); alle aree sensibili di classe 1 e 2 si applica la specifica Disciplina del suddetto strumento di pianificazione.

Nella medesima carta sono altresì riportate le captazioni a scopo idropotabile afferenti all'Acquedotto del Fiora e le relative zone di rispetto, queste ultime definite con criterio me-

ramente geometrico in base alle direttive dell'art. 94 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. (200 metri dal punto di prelievo).

Con successiva Deliberazione del Consiglio Provinciale di Siena n. 69 del 29.07.2013 è stata approvata la variante al PTCP, consistente nell'individuazione delle zone di protezione ambientale della risorsa idrica, minerale, di sorgente e termale.

La perimetrazione, riportata nella *Carta di sensibilità degli acquiferi* con apposito retino, deriva dalle esigenze di tutela delle aree afferenti ai corpi idrici termali della Provincia di Siena, ed è stata anch'essa definita con criterio geometrico, ponendo intorno a tutte le aree di concessione termale una zona di protezione con raggio di 5 km.

Il margine Sud-occidentale del territorio comunale di Cetona, compresa anche una significativa porzione del centro abitato di Piazza, è interessato dalla zona di protezione relativa alle sorgenti termali del contiguo Comune di San Casciano dei Bagni; a tali aree si applica conseguentemente la specifica Disciplina del PTCP di Siena.

Cetona, giugno 2023

Dott. Geol. Andrea Massi

Dott.ssa Geol. Stefania Mencacci