



Comune di Ziano Piacentino

Provincia di Piacenza

P.S.C.

Piano Strutturale Comunale
(L.R. 24 marzo 2000, n. 20)



QUADRO CONOSCITIVO

G.0

Relazione sismica

Adozione

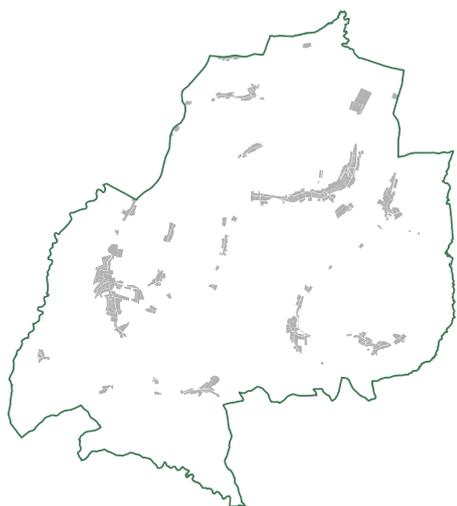
Controdeduzione

Approvazione

Del. C.C. n. 33 del 05/09/2013

Del. C.C. n. 2 del 02/04/2014

Del. C.C. n. 2 del 02/04/2014



Sindaco

Manuel Ghilardelli

Assessore all'urbanistica

Rossana Fornasier

Segretario generale

Giovanni De Feo

Responsabile del procedimento

Emanuela Schiaffonati

Progettisti

Fabio Ceci
Alex Massari

ValSAT

Claudio Piva
Daniele Carragli

Quadro Conoscitivo

Studio associato Archh. Oddi
COPRAT Soc. Coop.

Componente geologica

Ambiter S.r.l.

INDICE

1. PREMESSA E NOTE METODOLOGICHE	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3. LA SISMICITA' DEL TERRITORIO	9
4. LA RISPOSTA SISMICA	15
5. CENNI SULLA DETERMINAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA	19
6. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO - RISCHIO SISMICO	23

PREMESSA E NOTE METODOLOGICHE

Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico, così come specificato nell'art. A-2, comma 4, dell'Allegato alla L.R. 20/20001, attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

Come stabilito dall' Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 per "*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*" (D.A.L. 112/2007), il Quadro Conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica deve perseguire lo scopo di migliorare la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico nonché fornire criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso, secondo un approccio graduale e programmatico alle varie scale e ai vari livelli di pianificazione.

Pertanto, nel definire il Quadro Conoscitivo, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica devono avere riguardo alle parti di territorio interessate dai rischi per le opere e le attività umane determinate anche dalla pericolosità sismica.

Queste conoscenze della pericolosità sismica potenziale del territorio consentono alla pianificazione di evitare l'insorgenza di nuovi rischi attraverso la localizzazione di interventi in aree esposte a minor pericolo.

Gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica vanno condotti a diversi livelli di approfondimento a seconda delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Tali studi svolti devono essere descritti in una relazione che indichi chiaramente il livello di approfondimento, le indagini effettuate e i risultati ottenuti e devono fornire una cartografia dello stato del territorio, e sono un riferimento necessario per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (VALSAT) delle singole scelte del Piano.

La D.A.L. 112/2207 individua due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La **prima fase (primo livello di approfondimento)** è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni

e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta (soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili) in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

La **seconda fase** ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito ha spessore costante si ritiene sufficiente un'analisi semplificata (**secondo livello di approfondimento**), cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;

b) un'analisi più approfondita (**terzo livello di approfondimento**) è invece richiesta nei seguenti casi:

- aree soggette a liquefazione e densificazione;
- aree instabili e potenzialmente instabili;
- aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

In riferimento a quanto sopra descritto, è opportuno sottolineare che la normativa vigente riconosce ai territori in Zona sismica 4 (quella assegnata al Comune di Ziano Piacentino, in base all'O.P.C.M. n. 3274/2003) la facoltà di attestare i contenuti analitici al “primo livello di approfondimento” (rif. D.A.L. n. 112/2007), indipendentemente dalle condizioni locali; scelta che nel caso in oggetto è stata confermata. Infatti, il terremoto atteso non sarebbe di entità tale da innescare “effetti locali”, dunque potrebbe bastare considerare lo scuotimento di base nella fase esecutiva degli interventi (azione sismica di progetto).

La prima fase, o primo livello di approfondimento (individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali), è stata attuata nell'ambito della pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), relativamente all'intero territorio, ed è stata recepita, ad una scala di maggior dettaglio, nel Piano Strutturale Comunale (PSC) attraverso la presente relazione, nonché attraverso l'elaborato cartografico G.1 “*Carta comunale delle aree suscettibili di effetti sismici locali*” in scala 1:10.000, che riprende i contenuti della Tavola A4 del PTCP in scala 1:25.000.

Nella fattispecie, per la redazione della presente relazione e della predetta cartografia sono stati presi come riferimento essenziale gli studi e gli approfondimenti conoscitivi e progettuali contenuti nel PTCP vigente. In particolare, gli elaborati del Piano provinciale utilizzati sono stati i seguenti:

QUADRO CONOSCITIVO DEL PTCP

- Relazione Volume B “*Sistema naturale e ambientale*” - Capitolo B1.1.4 “*Aspetti sismici*”

- Tavola B1.c “*Carta della pericolosità sismica locale*” (scala 1:100.000)
- Allegato - Relazione B1.5 “*La cartografia della pericolosità sismica locale*”
- Allegato - Tavola B1.6 “*Dati utili per la valutazione della pericolosità sismica locale – settore di pianura*” (scala 1:50.000)

RELAZIONE DEL PTCP

- Relazione di Piano - Capitolo 3.1.6.2 “*Rischio sismico*”

NORME DEL PTCP

- Norme - Art. 33 “*Rischio sismico*”
- Allegato N10 “*Elenco delle zone sismiche, delle aree a rischio idrogeologico molto elevato e degli abitati da consolidare/trasferire*”

CARTOGRAFIA DI PIANO DEL PTCP

- Tavola A4 “*Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali*” (scala 1:25.000)

Le tematiche sismiche avevano finora toccato solo marginalmente il territorio piacentino ma ora, a seguito dell'emanazione dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003, si è determinato un notevole cambiamento della disciplina previgente, nata in Italia con la L. n. 64/1974, tanto da meritare una trattazione a parte nell'ambito del Piano.

L'Ordinanza 2003 ha stabilito una nuova classificazione sismica del territorio nazionale secondo 4 "Zone sismiche", con grado di rischio decrescente dalla Zona 1 alla Zona 4. Ogni Comune del territorio nazionale è assegnato ad una delle 4 Zone, pertanto tutti i Comuni italiani sono attualmente considerati sismici. I Comuni piacentini, precedentemente considerati non-sismici, sono ora classificati in Zona 3 e in Zona 4.

Oltre alla nuova classificazione, l'Ordinanza ha introdotto nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Va sottolineato che la nuova classificazione sismica non è determinata da un peggioramento della pericolosità del fenomeno, ma piuttosto da una scelta prudenziale in merito sia ai criteri di progettazione sia, a monte, alle verifiche di compatibilità delle trasformazioni urbanistiche, con l'obiettivo di ridurre i costi sociali di eventuali danneggiamenti alle strutture determinati da carenze strutturali (delle opere) o conoscitive (risposte del substrato alle sollecitazioni sismiche).

A seguito di numerose proroghe del regime transitorio previsto dall'Ordinanza, l'operatività della nuova classificazione sismica è slittata fino al 23/10/2005, data di pubblicazione sulla G.U. del Decreto ministeriale 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni". Tale decreto, infatti, ha riunito e aggiornato la normativa tecnica generale, comprendendo gli aspetti antisismici della progettazione.

Anche in questo caso è stato previsto un periodo sperimentale di applicazione della nuova disciplina tecnica (fino al 30/06/2009), durante il quale era possibile utilizzare la normativa previgente che, per le specificità sismiche, fa riferimento al Decreto 16/1/1996 e relative circolari applicative.

La fase sperimentale era nata anche allo scopo di consentire una verifica ed eventuale revisione del testo normativo, la cui versione più aggiornata è rappresentata, ad oggi, dal Decreto 14/01/2008.

Senza entrare in ulteriori dettagli, si rileva che al momento la normativa prevede una certa libertà sulla scelta delle metodologie di analisi e sulle conseguenti scelte costruttive adottabili in zona sismica, con una forte responsabilizzazione dei progettisti e dei committenti.

La data di pubblicazione del primo testo unificato ha comunque sancito, nel territorio piacentino, l'obbligo di assolvere ad una serie di nuovi adempimenti ai fini della riduzione del rischio sismico, pur con le semplificazioni previste per i Comuni ricadenti in Zona 3 e 4, definiti "a bassa sismicità" (D.G.R. n. 1435/2003).

In sintesi, i nuovi adempimenti riguardano le nuove discipline di prevenzione e di controllo, connesse principalmente alle procedure che presiedono alla formazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e dei progetti attuativi, ciò con particolare riferimento a:

- 1. nuovi contenuti conoscitivi in materia geologico-sismica dei piani e dei progetti, per i quali si rinvia alla L.R. n. 20/2000 (art. A-2) e alla direttiva applicativa approvata con delibera dell'Assemblea Legislativa regionale n. 112/2007, nonché alla successiva L.R. n. 19/2008;
- 2. specifiche procedure di validazione degli strumenti di pianificazione e dei progetti, per le quali si rinvia alla L.R. n. 19/2008;
- 3. nuove normative tecniche costruttive, per le quali si rinvia al D.M. 14/09/2005 e s.m..

Tra gli adempimenti compresi nel precedente punto 2, si evidenzia in questa sede l'obbligo del parere provinciale sugli strumenti urbanistici, stabilito dall'art. 5 della L.R. n. 19/2008 (ex art. 37 della L.R. n. 31/2002, attuativo dell'art. 89 del DPR n. 380/2001, già art. 13 della L. n. 64/1974), basato sulla verifica di compatibilità delle previsioni con le condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio.

Ai fini dell'espressione del parere provinciale, le direttive regionali emanate al riguardo, D.G.R. n. 1435/2003, D.G.R. n. 1677/2005 e D.G.R. n. 1/2007, successivamente approvata con delib. Ass.Leg. n. 112/2007, oltre che la L.R. n. 19/2008, stabiliscono che per la formazione degli strumenti di pianificazione sono necessari, oltre alla consueta documentazione di piano urbanistico prevista dal punto B e C.3 della circolare regionale n. 1288/1983, ulteriori contenuti di conoscenza e di analisi territoriale tali da consentire una corretta valutazione del rischio sismico locale, tenendo come primo riferimento il punto D.3 della citata circolare del 1983 e approfondendo le analisi di pericolosità sismica locale secondo le indicazioni della direttiva regionale del 2007. Relativamente ai Comuni con abitati da consolidare, gli approfondimenti devono essere eseguiti anche con riguardo al punto D.4 della circolare regionale.

Tali contenuti integrativi erano già previsti, per i Comuni classificati sismici, dalla L.R. n. 35/1984 (art. 10), e confermati dalla L.R. n. 20/2000 (art. A-2), dove si ribadisce il principio secondo cui "gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione".

E' importante evidenziare che la valutazione della pericolosità si basa sulla stima dei possibili effetti indotti dall'onda sismica. E' noto infatti che la pericolosità sismica di un'area dipende, oltre che dalle caratteristiche sismologiche (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismogeniche, energia e frequenza dei terremoti), anche dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio che possono, durante o a seguito di un terremoto, favorire l'amplificazione del moto sismico in superficie o il verificarsi di fenomeni di instabilità del terreno, quali cedimenti, frane, fenomeni di liquefazione o densificazione, comportamenti comunemente indicati come "effetti locali". Nella stima della pericolosità si considera quindi innanzitutto l'entità del moto sismico atteso, definito in prima istanza dalla zona sismica di appartenenza e puntualizzato a livello comunale dalla delib. Ass.Leg. n. 112/2007 (come previsto dall'Ordinanza P.C.M n. 3519/2006), ma la maggiore

rilevanza viene assegnata a due fattori fondamentali, ossia l'assetto dei luoghi e la finalità delle indagini, prevedendo diversi livelli di approfondimento, illustrati con più dettaglio nel Paragrafo successivo.

Sulla base di quanto premesso, si determina la necessità di recepire la classificazione sismica del PTCP fissata dall'Ordinanza del 2003 e adeguandosi agli obblighi ad essa conseguenti, in particolare dotando il Piano di un primo livello di individuazione della pericolosità sismica locale, di riferimento per i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione.

In generale, la zonazione sismica locale risulta efficace per la scelta delle aree di nuova previsione edificatoria e per la definizione delle indagini di approfondimento e degli interventi ammissibili, anche nelle aree già urbanizzate. Oltre che per la pianificazione, le informazioni raccolte possono essere funzionali anche alla progettazione e realizzazione delle opere edilizie, secondo le normative vigenti.

LA SISMICITA' DEL TERRITORIO

E' noto, dalla teoria della tettonica a zolle, che i moti relativi tra le placche litosferiche generano enormi tensioni nelle rocce che, in risposta, tendono a deformarsi. La porzione litosferica più superficiale e fredda si deforma in modo fragile e discontinuo, fratturandosi ogni volta che il campo di sforzi esistente supera il limite di resistenza delle rocce. Queste rotture generano terremoti, che possono essere dunque definiti come rapide liberazioni, sotto forma di onde elastiche, dell'energia di deformazione accumulata dalle forze tettoniche.

Ogni area sismica del pianeta presenta terremoti caratteristici in frequenza, intensità e meccanismo tettonico generatore, ossia ha una propria sismicità o "pericolosità sismica di base". Il rischio sismico di un territorio dipende innanzitutto da questo fattore, la sismicità, che per semplicità si identifica nel moto sismico massimo atteso, cioè possibile. Si considera poi la risposta sismica o "pericolosità sismica locale" (vedi oltre), ossia il modo in cui le caratteristiche geologiche di superficie rispondono all'input sismico.

La determinazione del rischio sismico si completa, come per gli altri rischi naturali, con la valutazione della vulnerabilità delle opere antropiche, espressa in termini di possibile danno sociale/economico.

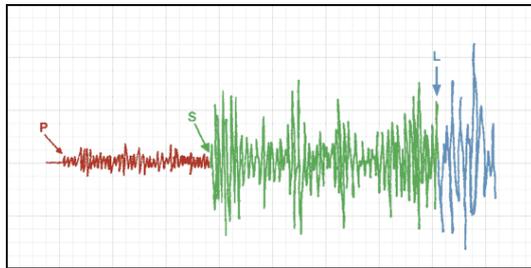
Ci sono diversi modi per esprimere la sismicità di un territorio. Alcuni si basano sulla valutazione degli effetti prodotti in superficie dal terremoto (danni), altri sulla registrazione strumentale dei movimenti del terreno prodotti dal terremoto (sismogrammi).

Nel primo gruppo ricadono i sistemi di classificazione che utilizzano la scala Mercalli, costruita su 10 gradi di intensità, oppure la scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg), che prevede 12 gradi, in base alla quale il piacentino risulta aver risentito di danni riconducibili ad intensità massime macrosismiche \leq VII grado. Questo sistema di valutazione è tuttavia fortemente condizionato dal contesto naturale e antropico di superficie, ed anche dalla "sensibilità" del rilevatore, motivo per cui è preferibile utilizzare una classificazione di tipo strumentale, più adatta a calcolare l'intensità assoluta di un sisma.

Lo strumento principale è il sismometro, che registra le onde che si propagano dall'ipocentro, rilevando dapprima le onde sismiche P, le più veloci, dette "longitudinali", che fanno oscillare le rocce con compressioni e distensioni lungo la direzione di propagazione dell'onda, e successivamente le onde S, dette "onde di taglio", che muovono la roccia perpendicolarmente alla direzione di propagazione. Lo strumento rileva infine le onde superficiali, R e L, il cui meccanismo di formazione e propagazione è più complesso, risultando poco

adatte alla descrizione quantitativa di un terremoto.

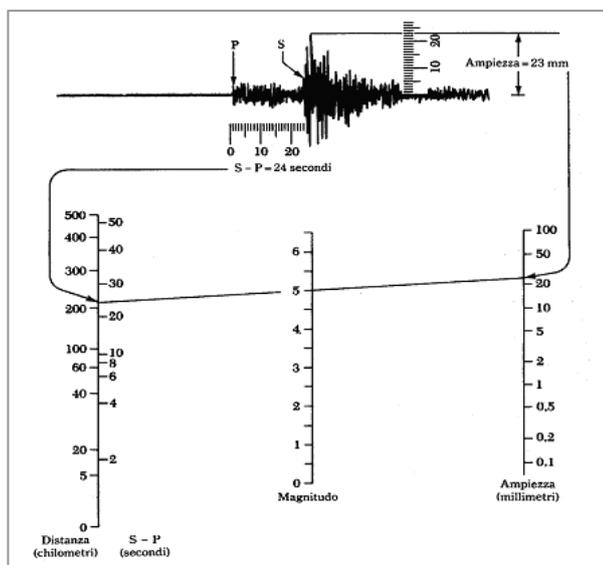
- Immagine-tipo di un sismogramma (in ascisse il tempo, in ordinate l'ampiezza) con indicazione del momento di arrivo delle onde P, S e L



Tra i sistemi di classificazione basati sulle registrazioni sismiche, il più noto è quello della Magnitudo (Magnitudo Locale o Richter), che esprime la grandezza assoluta di un terremoto sulla base (logaritmica) dell'ampiezza delle onde S rilevabile sulla traccia del sismogramma. Nel territorio piacentino le massime registrazioni non superano la Magnitudo 6, attestandosi su valori di 5.5. Dal solo esame del sismogramma possono essere ricavate altre importanti informazioni.

Si mostra, a titolo di esempio, uno schema di correlazione empirica tra distanza del punto di registrazione dall'epicentro (a sua volta proporzionale al tempo intercorrente tra l'arrivo delle onde P e l'arrivo delle onde S) e ampiezza delle onde S, per ottenere la Magnitudo del terremoto.

- Schema di calcolo della magnitudo (Bolt, 1986). Tratto dal sito <http://www.regione.emiliaromagna.it/geologia/sismica>



Analisi dei sismogrammi più sofisticate consentono di ricostruire anche il meccanismo focale di un terremoto, ossia la cinematica della sorgente sismica (tipologia ed orientamento della fagliazione).

I valori descrittivi dell'azione sismica possono essere reperiti in cataloghi parametrici che raccolgono le registrazioni dei terremoti verificatisi nel

Si evidenzia che il sistema di classificazione precedente l'Ordinanza, utilizzato dalla normativa tecnica di cui al D.M. 16/01/1996, prevedeva solamente 3 gradi di sismicità, S = 12, 9 o 6, e non interessava le aree del territorio piacentino. In caso di utilizzo di tale normativa tecnica antisismica, per i Comuni piacentini, ricadenti in zona 3 o 4, occorre considerare le specifiche di "sismicità bassa", cioè quelle corrispondenti a S = 6.

E' evidente che le zone sismiche sono state ottenute operando un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g o PGA, il cui andamento, com'è intuibile, è notevolmente più articolato e disomogeneo, come risulta dallo studio INGV del 2004, assunto dall'OPCM n. 3519 del 28/4/2006.

Va precisato, a rigore, che l'attuale classificazione ha un'origine molto più complessa (le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997), di fatto poco ancorata alla mappa di PGA e influenzata da altri fattori, quali ad esempio le intensità macrosismiche osservate (come da proposta GNDT-CNR del 1998). La mappa di cui all'OPCM n. 3519/2006 è stata comunque emanata per eventuali successive revisioni della classificazione sismica.

La Regione Emilia-Romagna, pur senza operare riclassificazioni, ha già assegnato ad ogni Comune un valore più preciso del PGA atteso da utilizzare per gli adempimenti di legge, che si riporta nella tabella seguente come da delibera regionale Ass.Leg. n. 112/2007 (Allegato A4).

► PGA atteso nei Comuni piacentini (D.A.L. n. 112/2007)

Agazzano	0.099	Corte Brugnatella	0.106	Pianello Val Tidone	0.098
Alseno	0.139	Cortemaggiore	0.105	Piozzano	0.099
Besenzone	0.110	Farini	0.126	Podenzano	0.101
Bettola	0.113	Ferriere	0.128	Ponte dell'Olio	0.107
Bobbio	0.102	Fiorenzuola d'Arda	0.127	Pontenure	0.098
Borgonovo Val Tidone	0.096	Gazzola	0.099	Rivergaro	0.101
Cadeo	0.110	Gossolengo	0.097	Rottofreno	0.094
Calendasco	0.090	Gragnano Trebbiense	0.097	San Giorgio Piacentino	0.101
Caminata	0.098	Gropparello	0.116	San Pietro in Cerro	0.101
Caorso	0.092	Lugagnano Val d'Arda	0.133	Sarmato	0.094
Carpaneto Piacentino	0.112	Monticelli d'Orgina	0.084	Travo	0.102
Castel San Giovanni	0.094	MORFASSO	0.143	Vernasca	0.140
Castell'Arquato	0.133	Nibbiano	0.098	Vigolzone	0.103
Castelvetro Piacentino	0.084	Ottone	0.105	Villanova sull'Arda	0.104
Cerignale	0.105	Pecorara	0.099	Zerba	0.102
Coli	0.105	Piacenza	0.092	Ziano Piacentino	0.096

Dalla tabella si evince che il valore di PGA per il territorio di Ziano Piacentino è pari a 0,096 ag/g .

Inoltre, è possibile osservare che il valore di PGA massimo atteso nella Provincia di Piacenza, stabilito dall'O.P.C.M. 2003 in 0,15 ag/g (ipotesi di substrato roccioso rigido in Zona 3), si attesterebbe più precisamente sul valore di 0,14 ag/g , raggiunto da Morfasso e Vernasca, seguiti da Alseno, di poco inferiore.

Per quanto riguarda la tipologia di terremoti che si sviluppa nel territorio piacentino, si fa riferimento alle mappe sismogenetiche che individuano schematicamente le zone-sorgente più attive, origine dei terremoti più frequenti che si verificano in tutto il territorio nazionale. Tali mappe hanno anche un carattere previsionale, in

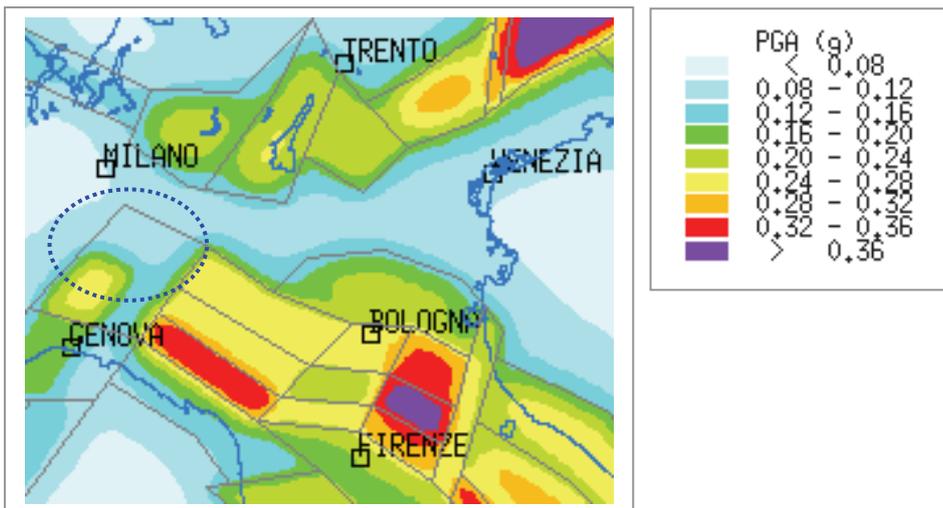
quanto rappresentative della più recente evoluzione cinematica del territorio. La stessa classificazione sismica del 2003 si basa su tali mappe, in particolare su quelle elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

In base a tali studi, il territorio piacentino ricadrebbe in una zona sismogenica sensibile alla subduzione della placca padano-adriatica al di sotto della catena appenninica e alle relative deformazioni. Con riferimento all'assetto geologico del territorio, il contesto geodinamico attuale è rappresentato dall'accavallamento del margine orogenetico appenninico in migrazione verso E-NE, frontalmente sepolto sotto la Pianura Padana, e dalle relative dislocazioni trascorrenti (trasversali), svincoli dei sistemi principali. La zona risente in parte anche dei meccanismi di trasferimento Alpi Marittime - Appennino - Mar Ligure. Possono avvertirsi inoltre sismi di origine subalpina, dal momento che l'avampaese padano viene condiviso, in questo settore, dalle due catene appenninica e alpina in migrazione convergente, ma le intensità manifestate nella nostra area sono solitamente molto basse.

Come si vede nella figura seguente, la zona sismogenica cui appartiene il territorio piacentino registra grandezze sismiche relativamente basse, coerenti con il contesto tettonico descritto. I meccanismi attesi sono di strike-slip sinistro (faglie trascorrenti sinistre) in strutture crostali superficiali e dip-slip normale o inverso (faglie normali o inverse) in strutture più profonde. La maggior parte dei terremoti si genera nell'intervallo di profondità 8-12 Km, con maggior frequenza in corrispondenza degli 8 Km, e il meccanismo di fagliazione prevalente atteso è di tipo trascorrente.

Per completare le informazioni relative alla pericolosità sismica di base, si rinvia agli studi effettuati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, consultabili sul sito <http://www.ingv.it/>.

► Mappa della pericolosità sismica che evidenzia le zone sismogenetiche a cui fanno riferimento i valori di accelerazione orizzontale di picco con periodo di ritorno pari a 475 anni. Tratta da "Pericolosità sismica del territorio nazionale", documento elaborato nel 1996 dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste a cura di D. Slejko (sito <http://emidius.mi.ingv.it/GNDT>). La maggior parte del territorio piacentino, rappresentato in tratteggio blu, ricade nella zona sismogenetica a perimetro grigio le cui caratteristiche sono descritte nel testo



Un approfondimento del quadro sismotettonico del territorio provinciale è stato condotto dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito della redazione della "Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" in scala 1:250.000, a cui si rinvia sia per i quadri cartografici che per la parte illustrativa. Lo studio considera diversi aspetti, quali la sismicità registrata, le strutture attive, la distribuzione

di alcune manifestazioni naturali (termalismo e gas metano) e altri elementi geologici (franosità, movimenti verticali del suolo, radon, ecc.), ottenendo uno schema di sintesi sull'attività tettonica regionale più recente.

Dallo studio emerge che la sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura. La cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo, con direzioni di compressione sia NE-SO che NO-SE.

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella sovrastante ma con una densità inferiore. I meccanismi focali sono paragonabili a quelli superficiali.

La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I terremoti profondi risultano quasi tutti di bassa magnitudo, probabilmente per la maggiore presenza di fluidi nel mantello, per cui i meccanismi focali calcolati sono pochi, ma comunque coerenti con quelli dei livelli strutturali superiori.

Una volta esaminata la pericolosità sismica assoluta, che identifica il moto sismico peggiore atteso nell'area, occorre valutare la pericolosità sismica locale, ossia la risposta sismica del sito alla sollecitazione prodotta dal terremoto.

Va detto innanzitutto che un'onda sismica proveniente dall'ipocentro giunge alla superficie con determinate caratteristiche (velocità, ampiezza, frequenza, ecc.) che si mantengono relativamente costanti fintanto che il substrato è costituito da litotipi tenaci e omogenei, ossia da corpi rocciosi identificabili come "bedrock sismico", caratterizzati, convenzionalmente, da velocità di propagazione delle onde S (V_s) \geq 800 m/s.

In caso di bedrock affiorante, solo un terremoto di forte intensità (non comune nel nostro territorio) può produrre effetti sismici significativi. Si tratta di effetti diretti, quali rotture o deformazioni permanenti della superficie direttamente correlabili alle faglie generatrici.

Nel nostro contesto geodinamico, sono invece più temibili le deformazioni risultanti dalla propagazione delle onde sismiche attraverso diffusi, e talora potenti, orizzonti di copertura, più teneri del bedrock e talvolta già in condizioni di stabilità precaria, tutti fattori che interagiscono negativamente con l'onda sismica in ingresso, dando luogo a pericolosi "effetti locali".

Gli effetti locali indotti da un sisma si distinguono generalmente in due tipologie principali: gli effetti di instabilità e gli effetti di amplificazione sismica locale.

I primi si manifestano come crolli o movimenti franosi oppure tramite fenomeni di liquefazione, cedimento o fessurazione dei terreni, indotti dal sisma.

Gli effetti di amplificazione corrispondono invece ad aumenti locali dell'accelerazione orizzontale di picco del moto sismico in ingresso, e quindi ad incrementi del potere distruttivo dell'onda sismica.

Questi sono determinati da particolari condizioni locali, geologiche e topografiche, come la litologia, lo spessore ed eterogeneità verticale e laterale dei sedimenti di copertura e le morfologie profonde e superficiali. Oltre all'aumento dell'ampiezza, le modificazioni dell'onda indotte dalle coperture e dalle disomogeneità morfologiche comportano generalmente riduzioni di velocità e variazioni del contenuto in frequenza.

La caratterizzazione sismica del territorio nell'ambito della pianificazione territoriale e urbanistica si basa proprio sulla determinazione di tali effetti locali. Le metodologie da adottare per tale caratterizzazione, in parte già indicate dalla Circ. Reg. n. 1288/1983 (punto D.3), ma successivamente puntualizzate dalla delib. Ass.Leg. n. 112/2007, prevedono, quale prima fase di analisi, la

definizione degli scenari della pericolosità sismica locale, condotta sulla base di informazioni raccolte secondo un minimo livello di approfondimento (rif. paragrafo 3.1 della direttiva).

La direttiva individua un elenco di situazioni critiche (allegato A1), particolarmente suscettibili alle sollecitazioni sismiche, di cui si riporta una sintesi:

1. Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m):
 - detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso);
 - detriti di conoide alluvionale;
 - depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle;
 - accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e cono di deiezione);
 - depositi fluvio-lacustri;
 - riporti antropici poco addensati;
 - substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m);
 - litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/sec (possono rientrare in questa categoria le argille e le argille marnose oligo-mioceniche della Successione Epiligure, le argille e le argille marnose tardo messiniane e plio-pleistoceniche, le sabbie poco cementate plio-pleistoceniche);
2. Elementi morfologici che possono determinare amplificazione:
 - creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza ≥ 30 m
3. Depositi suscettibili di amplificazione e cedimenti:
 - depositi granulari fini con livello superiore della falda acquifera a profondità minore di 15 m dal piano campagna, con composizione granulometrica che ricade nelle fasce critiche indicate nell'Allegato A3 (figura 1) (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione);
 - depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT < 15 o $c_u < 70$ kpa.
4. Aree soggette ad instabilità di versante:
 - aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;
 - aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni o attivazioni di movimenti franosi, ossia principalmente: le frane quiescenti e tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività $> 15^\circ$; i pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati (rientrano in questa categoria i terreni con spaziatura della fratturazione < 20 cm) con acclività $> 15^\circ$; i versanti con giacitura degli strati a franappoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; le aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; le scarpate subverticali; gli accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate.
5. Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:
 - contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse;
 - cavità sepolte.

Al PTCP spetta il compito di fornire un **primo livello conoscitivo della pericolosità sismica locale** che viene poi recepito, integrato e dettagliato negli strumenti urbanistici comunali con particolare riferimento alle aree urbanizzate e urbanizzabili.

La cartografia provinciale (Tav. B1.c) fornisce dunque una prima caratterizzazione

qualitativa delle aree potenzialmente soggette ad effetti sismici locali, effettuata secondo i criteri indicati nella relazione di supporto (All. B1.5 relativo al Quadro Conoscitivo del PTCP). L'individuazione delle aree maggiormente suscettibili e dei possibili effetti indotti dal sisma ha consentito al Piano, attraverso le disposizioni normative, di indirizzare la pianificazione verso ambiti a minor rischio, definire gli approfondimenti necessari alle verifiche di compatibilità delle trasformazioni territoriali e fornire un metodo di riferimento per la stesura delle cartografie di maggior dettaglio a scala comunale.

Alla prima fase di analisi, la direttiva regionale fa seguire una seconda fase di maggior approfondimento, laddove le analisi di primo livello hanno individuato aree suscettibili di effetti locali.

La **seconda fase** consiste nella determinazione quantitativa del comportamento dei terreni sottoposti alla sollecitazione sismica e richiede l'acquisizione di informazioni precise, avvalorate da indagini geotecniche e geofisiche, per la determinazione dei valori locali di amplificazione e la stima puntuale del rischio di instabilità, ciò che viene definito "studio di microzonazione sismica" o "studio della risposta sismica locale". Gli studi di microzonazione, per il loro grado di dettaglio e carattere locale, devono essere svolti a scala di centro abitato o a scala comunale o intercomunale, e sono pertanto affidati alla competenza dei Comuni. E' tuttavia evidente che le analisi di seconda fase sono limitate ai soli casi in cui si conferma la volontà di intervenire su di un territorio la cui idoneità alla trasformazione è già stata, in prima battuta, messa in discussione.

Sono previsti due distinti livelli di approfondimento, ulteriori rispetto a quello di prima fase, a seconda che sia necessaria un'analisi semplificata (rif. paragrafo 4.1 della direttiva) oppure approfondita (rif. paragrafo 4.2 della direttiva).

L'analisi semplificata è ritenuta sufficiente per le aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito ha spessore costante.

La direttiva fornisce formule e tabelle utili per la determinazione dei fattori di amplificazione e degli effetti della topografia nelle diverse situazioni geologiche possibili (allegato A2).

Per una più agevole consultazione degli schemi forniti dalla direttiva, nell'ambito del PTCP è stata elaborata una cartografia aggiuntiva, relativa al settore di pianura, che fornisce specifici dati di sottosuolo, quali ad esempio la profondità del limite tra substrato marino e depositi continentali e la profondità del tetto delle ghiaie (All. B1.6 relativo al Quadro Conoscitivo del PTCP).

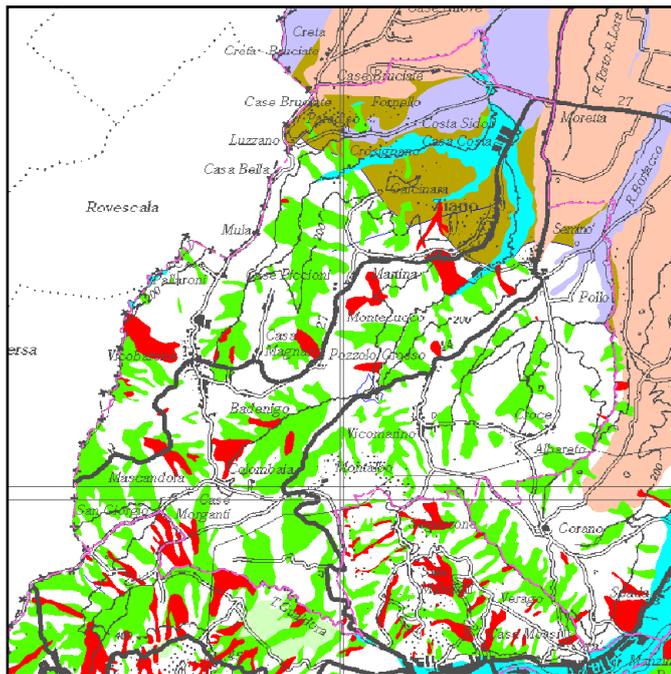
L'analisi approfondita è invece richiesta nei seguenti casi:

- aree soggette a liquefazione e densificazione;
- aree instabili e potenzialmente instabili;
- aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Anche in questo caso la direttiva fornisce le specifiche tecniche attraverso le quali determinare la risposta sismica locale effettiva (allegati A3 e A4).

Come già sottolineato nel precedente Capitolo 1, il territorio di Ziano Piacentino ricade in Zona sismica 4, per le quali la normativa vigente riconosce la facoltà di **attestare i contenuti analitici al "primo livello di approfondimento"**, scelta che nel caso in oggetto è stata confermata.

► Tavola B1.c "Carta della pericolosità sismica locale" - Scala 1:100.000 (Quadro Conoscitivo del PTCP) - Estratto del territorio comunale di Ziano Piacentino



	Pendenze > 15° con dislivello >= 30 m	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche topografiche
	Pendenze > 45° con dislivello >= 30 m	
	Depositi alluvionali di pianura prevalentemente argillosi	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibili cedimenti
	Depositi alluvionali di pianura prevalentemente sabbiosi	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibile liquefazione, possibili cedimenti
	Depositi alluvionali di pianura prevalentemente ghiaiosi o limosi o misti	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
	Depositi alluvionali indifferenziati e assimilabili <i>depositi alluvionali di fondovalle e di pianura, conoidi torrentizie, depositi lacustri e palustri</i>	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
	Depositi detritici e assimilabili <i>depositi di versante, depositi eluvio-colluviali, detriti di falda, depositi glaciali, depositi eolici, aree di cava, travertini, depositi antropici, zone cataclastiche/zone di faglia, frane stabilizzate</i>	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
	Frane quiescenti	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, instabilità di versante
	Frane attive	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, instabilità di versante
	Substrato roccioso con Vs < 800 m/s <i>Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e unità del Dominio Padano-Adriatico, ad esclusione dei membri rigidi</i>	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche
	Substrato roccioso con Vs >= 800 m/s ("substrato rigido") <i>Unità Toscane, Unità Subliguri, Unità Liguri, Successione Epiligure fino all'Oligocene inf., membri rigidi della Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e delle unità del Dominio Padano-Adriatico</i>	Effetti attesi: potenzialmente nessuno
	Contatti tettonici <i>(solitamente corrispondenti a zone di alterazione/fratturazione e/o a zone di contatto tra terreni con caratteristiche meccaniche molto diverse)</i>	Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche, possibili cedimenti differenziali

CENNI SULLA DETERMINAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA

5

Si è detto che la determinazione della risposta sismica locale richiede indagini mirate, di tipo geotecnico/geofisico. Meritano quindi un breve cenno i criteri di massima in uso per la determinazione della risposta di un sito ai massimi valori di scuotimento desunti dal moto sismico di base.

Si è visto che l'azione sismica è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima riferita ad un substrato rigido caratterizzato da V_s superiori a 800 m/s (bedrock) e che, nel passaggio dal bedrock alla superficie, le onde sismiche subiscono modificazioni caratteristiche, tra cui la riduzione della velocità di propagazione e l'amplificazione del moto vibratorio associato a certe frequenze.

Le maggiori modificazioni in peggioramento si hanno, generalmente, quanto più scadenti sono le caratteristiche geotecniche (cioè su materiali via via meno compatti) e quanto maggiori sono gli spessori delle coperture. Ulteriori fattori potenzialmente negativi sono gli eventuali contrasti di impedenza al contatto tra litotipi differenti ed anche i possibili effetti di doppia risonanza indotti dalla coincidenza tra le frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso e le vibrazioni proprie del corpo roccioso o dei manufatti. E' noto infatti che ciascun mezzo, anche solo in presenza di sorgenti esterne impercettibili (profonde, superficiali o atmosferiche, naturali o antropiche), ha una propria frequenza di oscillazione, un "rumore di fondo" che alcuni recenti studi utilizzano con successo per le caratterizzazioni sismiche locali.

La normativa nazionale e regionale schematizza alcune situazioni-tipo che consentono di quantificare in modo speditivo il comportamento dei terreni sottoposti all'azione sismica, ossia di operare una "classificazione sismica" del terreno. A partire da tali schemi, e attraverso opportune elaborazioni, è possibile infatti esprimere le modificazioni indotte dal terreno sull'onda sismica attraverso il calcolo della cosiddetta "azione sismica di progetto" (azione sismica da considerare per la progettazione delle opere), che può essere espressa attraverso uno "spettro di risposta elastico" oppure un "accelerogramma", riferiti alla componente orizzontale del moto.

A livello nazionale, sono state riconosciute alcune grandi categorie di suolo con comportamento omogeneo, definite da una precisa combinazione di caratteristiche litostratigrafiche e parametri geofisici e geotecnici. I parametri presi in considerazione sono la velocità media delle onde S nei primi 30 m (VS30) e la resistenza del mezzo alla penetrazione (NSPT e c_u), ricordando che in caso di disomogeneità verticale la VS30 si ottiene dalla media armonica

delle velocità V_i , riferite a ciascun orizzonte attraversato di spessore h_i .

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Le categorie sono così definite:

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50 o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa, dove $100 \text{ kPa} \approx 1 \text{ Kg/cm}^2$).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < \text{NSPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800 m/s.

S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di VS30 < 100 m/s ($10 < c_u < 20$ kPa)

S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Le diverse categorie sono associate a determinati valori delle variabili necessarie per la costruzione del modello sismico di progetto.

A livello regionale, si è scelto di individuare alcuni assetti stratigrafici ricorrenti, sia nelle aree montane sia in quelle di pianura, fornendo per ognuno, acquisiti i valori di velocità delle onde S e degli spessori in gioco, i fattori di amplificazione da applicare ai valori di accelerazione di base (PGA0) e ai valori di intensità spettrale (SI0). Le situazioni-tipo presenti nel territorio piacentino sono indicate dal seguente schema:

1) SETTORE APPENNINICO E COLLINARE

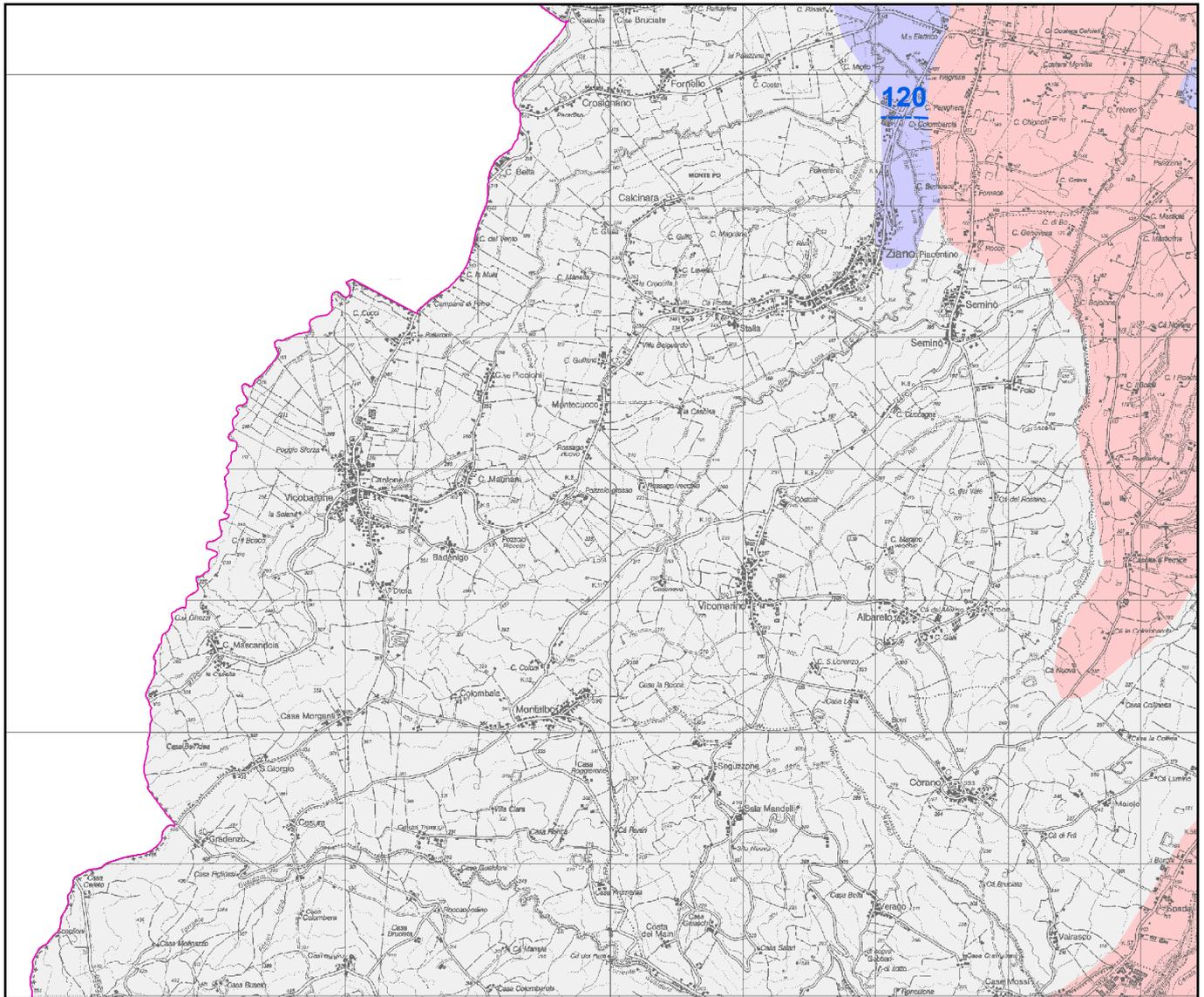
- substrato marino sepolto caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s con spessori delle coperture fino a 40 m

- substrato marino sepolto caratterizzato da $V_s < 800$ m/s con spessori delle coperture fino a 40 m
- substrato marino affiorante caratterizzato da $V_s < 800$ m/s

2) SETTORE DI PIANURA

- profilo stratigrafico costituito da potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m dal p.c.) (profilo "PIANURA1", vedi l'estratto dell'All. B1.6 del PTCP riportato nella pagina successiva)
- profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (≥ 100 m dal p.c.) (profilo "PIANURA 2", vedi l'estratto dell'All. B1.6 del PTCP riportato nella pagina successiva)

Si evidenzia che nel settore di pianura e nei settori di montagna interessati da substrato marino affiorante con $V_s < 800$ m/s si fa riferimento alla VS30, mentre negli altri casi si richiede la V_s media per il solo spessore occupato dalla copertura.



Tetto delle ghiaie/sabbie

- Profondita' del tetto delle ghiaie/sabbie
 (metri rispetto al livello del mare)
 profondita' del tetto delle ghiaie/sabbie appenniniche o padane sepolte,
 ad esclusione dei depositi recenti del Po
- Ghiaie/sabbie affioranti
 (ad esclusione dei depositi recenti del Po)
 la cartografia di sottosuolo individua esclusivamente l'assetto dei depositi
 ghiaioso-sabbiosi appenninico-padani che, nell'area dell'alveo del Po,
 soggiacciono, pur localmente amalgamandosi, ai depositi recenti del fiume,
 comunque già rappresentati in altra cartografia
- Ghiaie sepolte
- Sabbie sepolte
- Aree in cui non sono stati rilevati
 orizzonti ghiaiosi/sabbiosi nel sottosuolo

Tetto dei depositi marini - Base dei depositi continentali

- Base dei depositi alluvionali
 (metri rispetto al livello del mare)
 corrispondente alla base del Gruppo Acquifero B dello Studio
 "Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna" – 1998
- ||||| Limite indicativo fra substrato marino profondo
 (nella direzione delle barbette) e meno profondo
 la separazione tra i due settori deriva dalla direttiva regionale
 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica..." approvata con
 delib. Ass. Leg. n.112/2007, che distingue il substrato marino
 avente una profondita' > 100 metri dal piano campagna (profilo "PIANURA 2")
 da quello con profondita' < 100 metri dal p.c. (profilo "PIANURA 1")

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO - RISCHIO SISMICO

6

Nel Quadro Conoscitivo del PTCP, i cui contenuti sono stati ripresi nei precedenti Capitoli 2, 3, 4 e 5, sono illustrate tutte le informazioni sulla sismicità del territorio e sono indicati i valori di dettaglio del PGA assegnati ad ogni Comune, ripresi nell'Allegato N10 alle Norme del PTCP.

Gli strumenti di pianificazione provinciali e comunali devono dunque contemplare, accanto alle analisi geologiche e del dissesto, anche le valutazioni della pericolosità sismica, secondo specifici criteri metodologici.

Più precisamente, si tratta di determinare, nota la sismologia di base, il modo in cui l'assetto dei luoghi risponde all'input sismico, ciò che si definisce "pericolosità sismica locale".

Esistono infatti diverse caratteristiche geologiche del territorio che possono, durante o a seguito di un terremoto, favorire l'amplificazione del moto sismico in superficie o il verificarsi di fenomeni di instabilità del terreno, quali franamenti, cedimenti o rotture, fenomeni di liquefazione o densificazione, comportamenti comunemente indicati come "effetti locali".

L'esperienza maturata nel campo ha portato a riconoscere le principali situazioni responsabili di tali effetti-locali, la cui importanza, nel contesto provinciale piacentino, risulta di gran lunga superiore alla stessa pericolosità sismica di base, sulla quale peraltro pesa un inevitabile forte margine di incertezza.

A partire dalle conoscenze geologiche locali, è possibile dunque costruire una zonazione sismica del territorio, che consente di:

- orientare opportunamente la scelta delle aree di nuova edificazione;
- valutare il grado di rischio degli insediamenti esistenti e razionalizzare i relativi controlli;
- definire la tipologia e il grado di accuratezza delle indagini di approfondimento a supporto delle valutazioni di compatibilità delle singole trasformazioni territoriali;
- costituire una base di analisi a supporto dei progetti d'attuazione o di sistemazione.

In definitiva, la conoscenza della pericolosità sismica locale è l'elemento-chiave per la definizione del rischio sismico del territorio, la cui determinazione si completa, come per gli altri rischi naturali, con la valutazione della vulnerabilità delle opere antropiche, espressa in termini di possibile danno sociale/economico.

Il sistema di tutela messo in atto dal PTCP e ripreso nella presente Relazione realizza tali propositi, assumendo un riferimento cartografico-normativo di

massima per la prevenzione e mitigazione del rischio sismico, con un grado di dettaglio (“primo livello di approfondimento”, come previsto dalla citata delibera regionale n. 112/2007) valido anche per la pianificazione comunale e utile per la progettazione e realizzazione delle opere secondo criteri antisismici.

Il sistema cartografico di riferimento assunto nel PTCP (Tav. A4 – Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali) e ripreso nell’elaborato cartografico G.1 in scala 1:10.000 del PSC si compone delle classi principali indicate nella tabella 1 seguente:

Tabella 1

CLASSE	DESCRIZIONE
F1i	<i>frane attive con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
F1	<i>frane attive</i>
F2i	<i>frane quiescenti con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
F2	<i>frane quiescenti</i>
Di	<i>depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con Vs30<800m/s e assimilati con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
Si	<i>depositi alluvionali sabbiosi con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
Ci	<i>depositi alluvionali argillosi con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
S	<i>depositi alluvionali sabbiosi</i>
C	<i>depositi alluvionali argillosi</i>
T	<i>zone di contatto tettonico</i>
I	<i>aree con inclinazione critica (pendenza>15° e dislivello>=30m)</i>
D	<i>depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, substrato roccioso con Vs30<800m/s e assimilati</i>
R	<i>substrato roccioso rigido (Vs30>=800m/s)</i>

Come evidenziato nella seguente tabella 2, riportata in calce alla legenda della tavola, ogni classe corrisponde ad un insieme caratteristico di effetti sismici (colonna “effetti di sito”, da intendersi come effetti di sito possibili e quindi da valutare), ciascuno dei quali richiede una determinata tipologia di analisi, condotta secondo uno specifico livello di approfondimento (colonna “livello di approfondimento”), sulla base di quanto previsto dalla direttiva regionale D.A.L. n. 112/2007.

Le indicazioni riportate tra parentesi nella colonna “livello di approfondimento” possono valere solo a seguito di verifiche di dettaglio e sono quindi rivolte ad un ambito di valutazione locale (cioè di scala almeno comunale).

Tabella 2

CLASSE	EFFETTI DI SITO					LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (rif. Delib. A.L. n. 112/2007)
	amplificazione litologica	amplificazione topografica	instabilità di versante	cedimenti	liquefazione	
F1i	X	X	X			III
F1	X		X			III
F2i	X	X	X			III
F2	X		X			III
Di	X	X	X			III
Si	X	X	X		X	III (classe Di se si esclude il rischio di liquefazione)
Ci	X	X	X	X		III (classe Di se si esclude il rischio di cedimenti)
S	X				X	III (II, classe D, se si esclude il rischio di liquefazione)
C	X			X		III (II, classe D, se si esclude il rischio di cedimenti)
T	X					II (III, classe Di, in caso di inclinazione critica degli eventuali orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)
I		X				II (III, classe Di, in caso di orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)
D	X					II
R						I (II, classe D, in caso di orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)

Particolare attenzione va posta all'uso dei colori nella cartografia. Premesso che la direttiva regionale richiede di individuare il III, II e I livello di approfondimento con colore rispettivamente rosso, giallo e bianco (vedi tabella precedente), ma d'altra parte richiede anche l'individuazione delle singole classi, nel PTCP si è scelto, per limitare la produzione cartografica, di individuare le classi degli effetti sismici con colorazioni che rinviano a tale corrispondenza, tenendo presente che, dato l'elevato numero di classi riconducibili al III livello, per queste in cartografia sono stati utilizzati, oltre al rosso, anche i colori viola, rosa, marrone e arancio. Tale strategia consente la consultazione cartografica di dettaglio e di sintesi.

Per l'applicazione della cartografia in fase pianificatoria, si evidenzia che, allo stato attuale della legislazione vigente e delle direttive di settore, il I livello è richiesto al PTCP su tutto il territorio di competenza e al PSC in recepimento. Importante segnalare, a questo proposito, la particolare situazione dei Comuni ricadenti in Zona sismica 4 come quello di Ziano Piacentino (rif. OPCM n. 3274/2003 e D.G.R. n. 1667/2005), per i quali la direttiva regionale D.A.L. n. 112/2007 stabilisce che in sede di pianificazione possa essere sufficiente il I livello di approfondimento, indipendentemente dalle condizioni locali. In questi casi, infatti, il terremoto atteso non sarebbe di entità tale da innescare "effetti locali", dunque potrebbe bastare considerare lo scuotimento di base nella fase

esecutiva degli interventi (azione sismica di progetto).

E' opportuno fornire in questa sede un'illustrazione del metodo di costruzione della Tav. A4 del PTCP a partire dalla cartografia della pericolosità sismica contenuta nel Quadro Conoscitivo del PTCP stesso, quest'ultima composta dalle categorie indicate nella tabella 3 seguente:

Tabella 3

CAT.	DESCRIZIONE
1	pendenze >15° (comprese quelle >45°) con dislivello ≥ 30m
2	depositi alluvionali di pianura prevalentemente argillosi
3	depositi alluvionali di pianura prevalentemente sabbiosi
4	depositi alluvionali di pianura prevalentemente ghiaiosi o limosi o misti
5	depositi alluvionali indifferenziati e assimilabili (depositi alluvionali di fondovalle e di pianura, conoidi torrentizie, depositi lacustri e palustri)
6	depositi detritici e assimilabili (depositi di versante, depositi eluvio-colluviali, detriti di falda, depositi glaciali, depositi eolici, aree di cava, travertini, depositi antropici, zone cataclastiche/zone di faglia, frane stabilizzate)
7	frane quiescenti
8	frane attive
9	substrato roccioso con Vs < 800m/s (Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e unità del Dominio Padano-Adriatico, ad esclusione dei membri rigidi) (*)
10	substrato roccioso con Vs ≥ 800m/s ("substrato rigido") (Unità Toscane, Unità Subliguri, Unità Liguri, Successione Epiligure fino all'Oligocene inf., membri rigidi della Successione Epiligure post-Oligocene inferiore e unità del Dominio Padano-Adriatico)
11	contatti tettonici (solitamente corrispondenti a zone di alterazione/fratturazione e/o a zone di contatto tra terreni con caratteristiche meccaniche molto diverse)

(*) unità geologiche individuate nella Tav. B1.a del Quadro Conoscitivo con le sigle AES, ANT, ATS, BDG, CMZ, FAA, GES, KER1b, KER2, SVN, SVNa, TER, TER4, TER5.

Le classi di effetti sismici della Tav. A4 del PTCP corrispondono infatti a determinate combinazioni di tali categorie, realizzate tramite opportune elaborazioni di tipo GIS, secondo lo schema seguente (U sta per unione, ∩ sta per intersezione):

$F1i = 1 \cap 8$
$F1 = 8 - (1 \cap 8)$
$F2i = 1 \cap 7$
$F2 = 7 - (1 \cap 7)$
$Di = (1 \cap 4) \cup (1 \cap 5) \cup (1 \cap 6) \cup (1 \cap 9)$
$Si = 1 \cap 3$
$Ci = 1 \cap 2$
$S = 3 - (1 \cap 3)$
$C = 2 - (1 \cap 2)$
$T = 11$
$I = 1 - [(1 \cap 8) \cup (1 \cap 7) \cup (1 \cap 4) \cup (1 \cap 5) \cup (1 \cap 6) \cup (1 \cap 9) \cup (1 \cap 3) \cup (1 \cap 2)]$
$D = (4 \cup 5 \cup 6 \cup 9) - [(1 \cap 4) \cup (1 \cap 5) \cup (1 \cap 6) \cup (1 \cap 9)]$
$R = 10 - (1 \cup 2 \cup 3 \cup 4 \cup 5 \cup 6 \cup 7 \cup 8 \cup 9)$

Il diagramma riportato nella pagina successiva rappresenta il percorso concettuale del procedimento che permette l'assegnazione di un terreno alla combinazione caratteristica di effetti sismici (classe) e al corrispondente livello di approfondimento, particolarmente utile per le analisi puntuali.

Indirettamente, il diagramma è rappresentativo anche dell'impostazione cartografica della Tav. A4 del PTCP (ripresa nella Tav. G.1 del PSC), ad eccezione dei percorsi o dei livelli di approfondimento contrassegnati dal tratteggio (corrispondenti alle indicazioni tra parentesi della tabella 2), i quali possono essere verificati solo attraverso rilievi o indagini di dettaglio e sono quindi rivolti ad un ambito di valutazione locale.

