



COMUNE DI MONTE SAN PIETRO

CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA



DOCUMENTO DI INDIRIZZO per la selezione degli interventi previsti dal PSC da attuare in forza dell'art. 4 della L.R. 21 dicembre 2017 n. 24

Allegato: VALUTAZIONI PRELIMINARI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI AMBIENTALI ED A QUELLI GEOLOGICI/SISMICI

Comune

Monte San Pietro

Sindaco

Stefano RIZZOLI

Assessore Urbanistica

Stefano RIZZOLI

Responsabili di Progetto

Roberto FARINA (Oikos Ricerche S.r.l.)

Marco LENZI (Servizio di Pianificazione Associata)



GRUPPO DI LAVORO

Servizio di Pianificazione Associata - Ufficio di Piano

Marco LENZI - Responsabile di progetto

Vittorio Emanuele Bianchi (Comune Casalecchio di Reno)

Elisa NOCETTI - Elaborazione dati e ricerche

Federica BALDI (Comune di Valsamoggia)

Simonetta BERNARDI (Comune di Zola Predosa)

Gianluca GENTILINI (Comune Valsamoggia)

Alberto CAULA (Comune Monte S. Pietro)

SIT - elaborazioni cartografiche

Andrea NEGRONI (Comune Sasso Marconi)

Consulente per la redazione del presente Allegato:

Samuel SANGIORGI (Geologia-Sismica)

OIKOS Ricerche Srl

Roberto FARINA (Co-progettazione e Valutazione Preliminare Sostenibilità Ambientale e Territoriale)

Alessandra CARINI (Co-progettazione e Valutazione Preliminare Sostenibilità Ambientale e Territoriale)

INDICE

1. IL DOCUMENTO DI VALSAT DEGLI ACCORDI OPERATIVI AI SENSI DELL'ART. 38 C.3 DELLA L.R. N. 24/2017	1
2. ASPETTI AMBIENTALI: VALUTAZIONE PRELIMINARE DI COERENZA CON GLI OBIETTIVI DEL PSC E INDICAZIONI PER LA STESURA DELLA VALSAT DEGLI ACCORDI OPERATIVI	3
3 RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DI SINTESI E VALUTAZIONI DI FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI	
3.1 INTRODUZIONE.....	9
3.2 ASPETTI METODOLOGICI.....	10
3.2.1 Gli studi di riferimento e le indagini pregresse.....	10
3.2.3 Le analisi della fattibilità degli interventi dal punto di vista geologico e sismico.....	10
3.3. NOTE SULLE COMPONENTI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE E GEOTECNICHE	11
3.3.1 Inquadramento geologico essenziale.....	11
3.3.2 Contesto idrogeologico generale	14
3.3.3 Pericolosità idraulica territoriale	15
3.3.4 Valutazioni geotecniche preliminari.....	16
3.4 ELEMENTI DI PERICOLOSITA' SISMICA	17
3.4.1 Pericolosità sismica di base	17
3.4.2 Gli indirizzi regionali per gli studi di MS (DAL 112/2007 e DGR 2193/2015)	19
3.4.3 La pericolosità sismica preliminare indicata nel PTCP di Bologna.....	21
3.4.4 Gli studi di MS comunale di livello 2 e i successivi approfondimenti locali di livello 3.....	21
3.3.5 Gli approfondimenti della MS comunale di livello 3	22
3.5 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 3 (SUB AMBITO AUC.R)	26
3.6 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 3A (SUB AMBITO AUC.R)	31
3.7 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 55 (SUB AMBITO AN.15)	36

1. IL DOCUMENTO DI ValSAT DEGLI ACCORDI OPERATIVI AI SENSI DELL'ART. 38 C.3 DELLA L.R. N. 24/2017

Si ricorda che l'art. 38 comma 3 della Legge urbanistica regionale (n. 24 del 21 dicembre 2017) prevede che "ai fini della stipula degli accordi operativi, i soggetti attuatori presentano al Comune una proposta contenente i seguenti elaborati:

- a) il progetto urbano, con il quale viene puntualmente rappresentato l'assetto urbanistico ed edilizio dell'ambito territoriale interessato, comprensivo, assieme agli interventi di interesse privato, sia delle dotazioni territoriali, infrastrutture e servizi pubblici correlati all'intervento che il privato si impegna a realizzare, in conformità alle previsioni della strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale, sia delle eventuali misure di compensazione e di riequilibrio ambientale e territoriale e dotazioni ecologiche e ambientali stabilite ai sensi degli articoli 20 e 21;
- b) la convenzione urbanistica, nella quale sono definiti gli obblighi funzionali al soddisfacimento dell'interesse pubblico assunti dal privato, il cronoprogramma degli interventi e le garanzie finanziarie che il privato si impegna a prestare (...)
- c) la relazione economico-finanziaria, che illustra analiticamente i valori economici degli interventi pubblici e privati programmati e che ne dimostra la fattibilità e la sostenibilità. (...)
- d) **il documento di Valsat dell'accordo operativo, di cui all'articolo 18, commi 2, 3 e 4, ovvero il rapporto preliminare nel caso di accordo operativo sottoposto a verifica di assoggettabilità ai sensi dell'articolo 39.**

La ValSAT dell'accordo operativo, laddove esso specifica il PSC (i cui contenuti sono già stati valutati da una sua propria ValSAT), dovrà considerare i potenziali impatti delle scelte operate e definire le misure idonee per impedire, mitigare o compensare tali criticità.

Questo documento, allegato al Documento di indirizzo di cui all'art. 4 della L.R. n.24/2017, contiene alcune valutazioni preliminari finalizzate alla predisposizione delle ValSAT degli Accordi operativi, ed all'attività di valutazione che sarà effettuata dalla Città metropolitana di Bologna in qualità di Autorità competente.

SINTESI DEGLI AMBITI SELEZIONATI

<i>N.ro</i>	<i>ambito</i>	<i>località</i>	<i>oggetto</i>
3	AUC.r	Calderino	Intervento di completamento in ambito AUC da sottoporre a verifica idrogeologica
3a	AUC.r	Calderino	Intervento di completamento in ambito AUC da sottoporre a verifica idrogeologica
55	AN	Badia	Inserimento nel POC dell'ambito AN.15, di proprietà dell'Amministrazione comunale.

Nel complesso le quantità di diritti edificatori assegnati dal POC sono:

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO
(AREA BAZZANESE)

VALUTAZIONI PRELIMINARI IN RELAZIONE AGLI
ASPETTI AMBIENTALI ED A QUELLI GEOLOGICI/SISMICI

3	3.004	600,00	-	8	€ 91.530,00
3a	4.695	939,00	-	13	€ 143.244,45
55	8.000,00	2.000,00	-	27	€ 0,00
TOTALI		3.539,00	-	48	€ 234.774,45

Come si vede, i tre interventi selezionati per l'approvazione di Accordi Operativi sono congruenti con gli obiettivi dell'Avviso pubblico, e i diritti edificatori assegnabili rispettano il dimensionamento definito in sede di PSC:

2. ASPETTI AMBIENTALI:

VALUTAZIONE PRELIMINARE DI COERENZA CON GLI OBIETTIVI DEL PSC E INDICAZIONI PER LA STESURA DELLA VALSAT DEGLI ACCORDI OPERATIVI

Gli interventi selezionati dal Comune di Monte San Pietro attuano previsioni del PSC, senza modificarne contenuti e localizzazione. Come già detto, si tratta di interventi tutti in ambito residenziale, due localizzati nel capoluogo in ambito consolidato e l'altro in località Badia, a ridosso dell'abitato. Quest'ultimo è relativo ad un'area di proprietà pubblica.

Dal punto di vista ambientale, si tratta di interventi già valutati nella ValSAT – VAS del PSC, che si attuano senza sostanziali modifiche.

Nel seguito sono presentate sintetiche schede di valutazione degli interventi, rimandando alla documentazione specifica in allegato per una trattazione di maggior dettaglio.

PROPOSTE 3 E 3A – SUB-AMBITI AUC.R A CALDERINO



Il PSC assegna agli ambiti AUC.r obiettivi e politiche di riqualificazione e rigenerazione funzionale e morfologica del tessuto urbano esistente (attraverso interventi di miglioramento, sostituzione e integrazione del patrimonio edilizio, degli spazi pubblici e delle infrastrutture), con applicazione dei criteri della perequazione. La consistenza di tali interventi è da commisurare alla dotazione dei servizi, secondo gli indirizzi del PTCP. nel caso in oggetto, si tratta di un'area sulla quale era ammesso l'intervento nel precedente PRG; all'atto del rilascio della concessione edilizia, la Regione richiese lo

stralcio dell'edificabilità in quanto l'area risultava soggetta a movimenti franosi. Successivamente il lotto è stato compreso in area perimetrata e zonizzata, zona 4 - Area da sottoporre a verifica. La proprietà ha realizzato nel tempo opere di regimentazione delle acque e controllo del livello della falda, attraverso monitoraggio costante del livello all'interno di pozzi di drenaggio. Lo studio geologico-tecnico della stabilità del versante presentato rileva, nella configurazione attuale, una situazione di stabilità caratterizzata da valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati tali da garantire la stabilità del pendio sia in condizione statica che sismica.

A seguito della positiva conclusione della procedura definita dall'art. 6.5 del PTCP che prevede verifiche di stabilità dell'area, adeguati sistemi di monitoraggio, nonché la redazione di una specifica relazione geologico-tecnica comprendente "... l'analisi dello stato di attività del fenomeno di dissesto, la verifica di stabilità dell'area e gli interventi necessari per la rimozione delle condizioni di instabilità (...) per poi adottare, in sede di POC, (...) un provvedimento relativo alla zonizzazione

dell'area comprensivo di specifiche norme e limitazioni d'uso correlate al grado di stabilità e/o allo stato di attività strumentale rilevato (...), da trasmettere all'Autorità di Bacino, alla Comunità Montana (ora Unione dei Comuni) e alla Provincia (ora Città Metropolitana)", è stata ammessa l'edificabilità dell'area, attraverso l'inserimento in POC.

In relazione alla ridotta consistenza dell'intervento, non si rilevano criticità né dal punto di vista acustico né da quello del traffico indotto. L'ambito è collocato ad ovest della sede municipale e quindi in un'area di facile accessibilità sa tutti i servizi.

Dal punto di vista sismico non si segnalano criticità pertanto l'intervento è da ritenersi fattibile e non emergono particolari elementi prescrittivi, nel rispetto delle indicazioni riportate nella relazione geologica di approfondimento

Indicazioni di mitigazione

L'indagine geologica prescrive, all'atto degli interventi edificatori, al fine di mantenere l'attuale condizione di sicurezza rispetto al fenomeni di instabilità globale:

- di raccogliere ed incanalare tutte le acque meteoriche dilavanti l'area sia che esse provengano da monte sia che esse provengano dagli edifici confinanti e/o dalla viabilità consortile. Queste acque dovranno essere allontanate da tutti i futuri apparati fondali per mezzo di condotte in PVC prevedendo, eventualmente, l'utilizzo di due tubazioni di diametro diverso una dentro all'altra. Per il loro dimensionamento si potrà far riferimento all'ammontare delle precipitazioni massime che si sono verificate negli ultimi anni prevedendo picchi di intensità elevate. Si vieta in assoluto di far passare dette condotte al disotto dell'apparato fondale di tutte le costruzioni in progetto
- si consiglia di provvedere alle misurazioni del livello piezometrico all'interno dei piezometri esistenti. Tali misure andranno prolungate ben oltre la costruzione degli edifici previsti,
- si consiglia anche una ispezione ai pozzi drenanti messi in opera negli anni 80 del secolo scorso.
- Tutti gli scavi che si verranno a determinare durante i lavori andranno eseguiti con un'opportuna inclinazione e protetti mediante la stesa di teli impermeabili, questi teli dovranno essere posati con estrema precisione per evitare che le eventuali acque meteoriche si possano infiltrare al disotto e ammalorare il terreno esistente.
- Tutti i lavori andranno eseguiti da personale qualificato, a mezzo idonei materiali, secondo le modalità costruttive convenzionali, nel rispetto delle norme e dei regolamenti vigenti.

Clima acustico

In sede attuativa dovrà essere effettuata la valutazione previsionale del clima acustico, verificando nella situazione attuale il rispetto dei limiti normativi previsti per la classe acustica II. Nella situazione di progetto dovrà essere garantita la possibilità di rispettare gli stessi limiti (in particolare valori limite di immissione diurni e notturni, valori limite differenziali di immissione).

Nel caso in cui tali valori non dovessero essere rispettati, i progetti dovranno prevedere idonee misure di mitigazione, dimostrando l'efficacia delle misure per il conseguimento degli obiettivi suddetti.

Reti infrastrutturali e altre dotazioni

In sede attuativa dovrà essere definita la progettazione e garantita la realizzazione delle opere

necessarie al completamento dell'ambito in coerenza con l'organizzazione funzionale già realizzata.

PROPOSTA 55 – AMBITO DI NUOVO INSEDIAMENTO AN.15 A BADIA



Obiettivi del PSC per l'ambito sono il completamento del tessuto insediativo del centro abitato di Badia a monte del nucleo storico di valle, prevedendo una limitata quota di espansione residenziale da sviluppare intorno ad un spazio di aggregazione pubblico.

Il PSC ha confermato una previsione insediativa del PRG che non ha ancora trovato attuazione.

Lo studio di microzonazione sismica ha identificato l'area come "Area stabile, potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche", nella quale

è sufficiente lo studio di secondo livello già effettuato dall'amministrazione comunale.

L'ambito è servito dal trasporto pubblico su gomma, con una fermata ad una distanza inferiore a 200 m. In relazione alla contenuta dimensione dell'intervento non si segnalano criticità dal punto di vista acustico.

Dal punto di vista sismico, l'area è compresa in Zona 19 - Coperture colluviali sovrastanti bedrock non rigido (ADO2; FPG; AVSa), con morfologia: sub-piana (<math><15^\circ</math>). $H=10$ m (coperture + bedrock alterato). $V_sH=300$ m/s. [equivalente ad A (PTCP) = Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche]. Gli effetti attesi sono l'amplificazione del moto sismico. Per l'area è stata valutato sufficiente un approfondimento sismico di livello 2, già sviluppato dall'amministrazione, che non ha portato a prescrizioni specifiche.

Indicazioni di mitigazione

La collocazione al margine dell'edificato, in una posizione di grande intervisibilità con il sistema collinare, e la vicinanza al complesso storico dell'Abbazia richiedono un edificato a bassa densità, che si sviluppi prevalentemente in adiacenza al tessuto già insediato.

L'articolazione progettuale dell'intervento dovrà prevedere la creazione di uno spazio di aggregazione pubblico o aperto al pubblico che funga da fulcro del tessuto residenziale;

La progettazione degli spazi, sia interni che esterni, dovrà tenere in considerazione, anche approfondendo eventuali possibili connessioni con servizi, aree verdi e di socializzazione, il soddisfacimento delle esigenze legate alla qualità della vita, alla salute, al benessere e ad sicurezza delle persone, con particolare attenzione ai temi dell'accessibilità, della promozione dell'attività fisica, dell'autonomia e della socializzazione nonché alla prevenzione degli incidenti stradali.

Clima acustico

In sede attuativa dovrà essere effettuata la valutazione previsionale del clima acustico, verificando nella situazione attuale il rispetto dei limiti normativi previsti per la classe acustica II. Nella situazione di progetto dovrà essere garantita la possibilità di rispettare gli stessi limiti (in particolare valori limite di immissione diurni e notturni, valori limite differenziali di immissione).

Nel caso in cui tali valori non dovessero essere rispettati, il progetto dovrà prevedere idonee misure di mitigazione, dimostrando l'efficacia delle misure per il conseguimento degli obiettivi suddetti.

Reti infrastrutturali e altre dotazioni

La rete fognaria potrà prevedere l'immissione degli scarichi delle acque nere nella rete fognaria esistente.

Gli scarichi di acque di origine meteorica dovranno immettersi, previo parere degli enti competenti, in corpo idrico superficiale.

3. RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DI SINTESI E VALUTAZIONI DI FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

3.1 INTRODUZIONE

Lo Studio scrivente ¹è stato incaricato dall'Ufficio di Piano dell'Associazione Intercomunale "Area Bazzanese" di redigere lo studio geologico e lo studio di pericolosità (ai sensi della DGR 2193/2015 della Regione Emilia-Romagna) per gli interventi selezionati originariamente per l'inserimento nel POC di Monte San Pietro e che, a seguito dell'entrata in vigore della nuova legge urbanistica 24/2017, saranno inseriti nella Delibera di indirizzo che il Comune assumerà ai sensi dell'art. 4 L.R. 24/2017.

Occorre precisare che in alcuni casi i soggetti Proponenti hanno già svolto indagini geologiche e sismiche nei rispettivi Ambiti di interesse.

Con la presente Relazione si intende redigere una sintesi dei dati (geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici) già disponibili per gli Ambiti interessati e fornire una valutazione sintetica di sostenibilità e fattibilità (geologica e sismica) degli interventi previsti, a supporto delle successive fasi di programmazione e/o di intervento diretto.

Occorre rammentare che, per quanto riguarda la pericolosità sismica, la Regione Emilia-Romagna, attraverso uno specifico apparato normativo (LR 20/2000; DAL 112/2007; DGR 2193/2017), ha imposto i criteri di elaborazione degli studi di pericolosità e di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale, definendo livelli di approfondimento differenziati a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato.

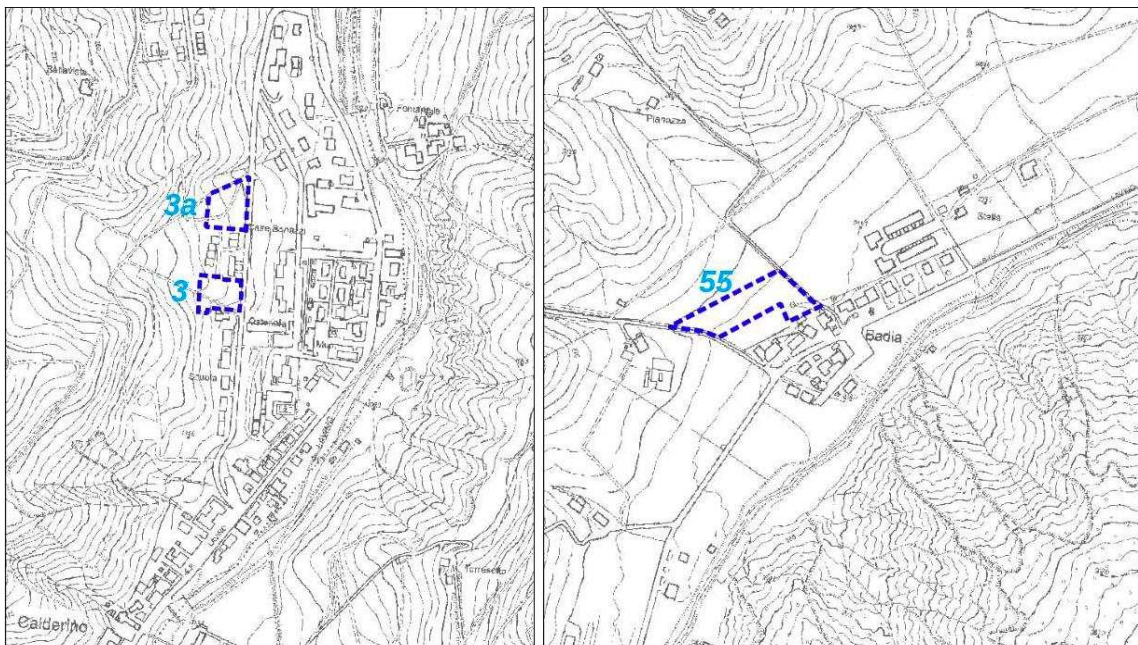


Figura 1.1 - Localizzazione degli interventi selezionati

¹ Studio di Geologia applicata Samuel SANGIORGI, Dozza (BO)

La presente valutazione preliminare viene effettuata su:

- interventi n. 3 e 3a (AUC.r) in località Calderino
- intervento n. 55 (AN.15) in località Badia Nuova.

3.2 ASPETTI METODOLOGICI

3.2.1 GLI STUDI DI RIFERIMENTO E LE INDAGINI PREGRESSE

Lo studio di fattibilità geologica e sismica è basato sui seguenti documenti e studi conoscitivi, con specifica attenzione agli elementi di criticità geologica e sismica di più recente introduzione nelle analisi di pianificazione, e che possono condizionare la sostenibilità degli interventi di previsione:

- ✓ il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Bologna e in particolare i seguenti aggiornamenti conoscitivi e normativi:
 - la “Variante al PTCP in recepimento del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione” (approvata con Delibera del Consiglio Provinciale n°15 del 04/04/2011);
 - la “Variante al PTCP in materia di rischio sismico”, approvata con Del. C.P. n. 57 del 28/10/2013;
- ✓ i contenuti del Quadro Conoscitivo del PSC del Comune di Monte San Pietro (approvato dal C.C. il 18/12/2013) e in particolare la cartografia idrogeologica, le tavole di sintesi delle criticità geologiche, le analisi sulla criticità idraulica riferibile all'erosione e al trasporto solido potenziale nei bacini secondari, le tavole di pericolosità sismica preliminare. Per il territorio comunale urbanizzato/urbanizzabile, il PSC è inoltre dotato dello studio di microzonazione sismica comunale di livello 2 (2013) elaborato ai sensi della DAL 112/2007;
- ✓ gli ulteriori locali approfondimenti (livello 3) degli studi di microzonazione sismica comunale, elaborati nel 2016 e attualmente in attesa di validazione da parte degli Enti competenti. Questi studi (elaborati ai sensi della successiva DGR 2193/2015) forniscono ulteriori elementi di pericolosità sismica nelle zone urbane/urbanizzabili ove la MS richiede approfondimenti di livello 3;
- ✓ la cartografia geologica dell'Emilia-Romagna accessibile attraverso il sito internet del SGSS regionale;
- ✓ il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) relativo al Distretto Idrografico dell'Appennino settentrionale (in recepimento alla “direttiva alluvioni 2007/60/CE”) e i contenuti del Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) *per gli aspetti di criticità idraulica*;
- ✓ le indagini di repertorio geognostiche/geofisiche. In particolare, si dispone della “Banca Dati Geognostica RER” accessibile attraverso il sito internet del SGSS regionale. Sono inoltre disponibili le prove geognostiche e geofisiche eseguite per il già citato studio di Microzonazione Sismica del PSC (2013) e per i successivi approfondimenti sismici di livello 3 (2016);
- ✓ le ulteriori indagini “in situ” e gli approfondimenti geologico sismici e geotecnici eseguiti per gli interventi n.3-3a e commissionati dai Soggetti direttamente interessati, acquisite dall'Ufficio di Piano dell'Associazione “Area Bazzanese”.

3.2.3 LE ANALISI DELLA FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DAL PUNTO DI VISTA GEOLOGICO E SISMICO

La valutazione della fattibilità punto di vista geologico e sismico di ogni singolo intervento è basata sull'analisi dei seguenti elementi: ✓

- la descrizione sintetica dell'intervento (classificazione RUE);

- le indagini geognostiche/geofisiche disponibili e di riferimento;
- la caratterizzazione di sintesi geomorfologica/geologica, idrogeologica e idraulica, evidenziando gli elementi di particolare criticità;
- gli elementi di carattere geotecnico;
- la pericolosità sismica (microzonazione sismica vigente; gli aggiornamenti/approfondimenti della MS ai sensi della DGR 2193/2015);
- le condizioni di fattibilità dell'intervento e gli eventuali elementi prescrittivi.

3.3 NOTE SULLE COMPONENTI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE E GEOTECNICHE

3.3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ESSENZIALE

L'inquadramento geologico per le aree di intervento è desumibile dalla cartografia geologica RER e dagli studi conoscitivi già elaborati alla scala comunale: Quadro Conoscitivo del PSC dell' "Area Bazzanese"; studi di MS comunali di livello 2 (2013) e approfondimenti della MS di livello 3 (2016), ai quali si rimanda per ogni dettaglio.

In sintesi, l'assetto geologico strutturale del territorio di Monte San Pietro è quello di zona di transizione da "catena" a "margine" appenninico.

Il settore di catena appenninica del territorio in esame è caratterizzato da un generale assetto strutturale a falde sovrapposte che si sono dislocate a partire dal Miocene inferiore fino al Plio-Pleistocene. Il territorio collinare e montano in esame può essere schematicamente zonizzato nelle seguenti fasce (figura 3.1):

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO
(AREA BAZZANESE)

VALUTAZIONI PRELIMINARI IN RELAZIONE AGLI
ASPETTI AMBIENTALI ED A QUELLI GEOLOGICI/SISMICI

1. la fascia più settentrionale, caratterizzata dalle peliti e dalle arenarie poco cementate del Pliocene inferiore-Pleistocene (unità affioranti IMO, FAA, ADO) che insieme si immergono sotto i sedimenti alluvionali dell'antistante pianura ("monoclinale pedeappenninica" nord vergente). Il sollevamento connesso alla tettonica attiva di "thrust" pedeappenninico ha determinato anche il basculamento/sollevamento delle coperture alluvionali più antiche (tardo Pleistocene) che ricoprono le Unità marine appenniniche. Le formazioni a tessitura prevalentemente argillosa (FAA) sono facilmente degradabili e possono evolvere in calanchi, ed altre forme di erosione superficiale;

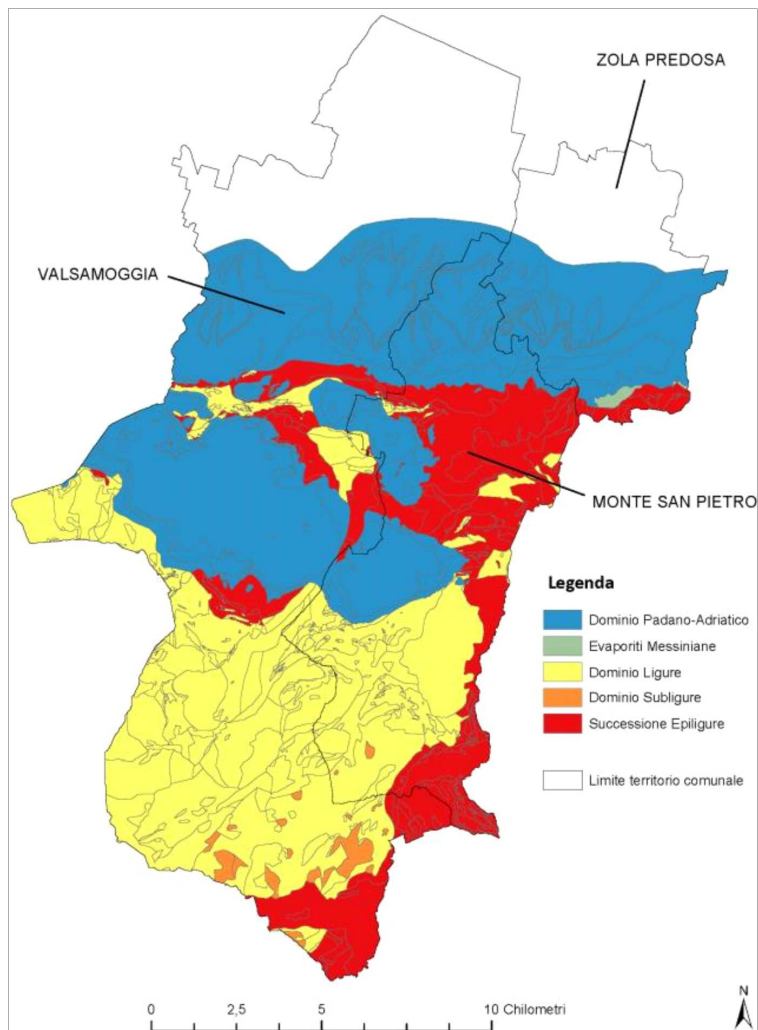


Figura 3.1 - Rappresentazione dei domini affioranti per i comuni di Monte San Pietro, Valsamoggia e Zola Predosa

2. una struttura anticlinale evidente nella porzione centro-orientale del territorio comunale (figura 3.3) che al suo nucleo mostra unità geologiche più antiche e fortemente tettonizzate prevalentemente attribuite alla Successione Epiligure (ANT, PAT, CTG, LOI, MVT). Questa anticlinale è distinta strutturalmente e stratigraficamente dalla "sinclinale intrappenninica bolognese" (che risulta parzialmente alloctona e con sedimenti attribuiti anche al Pliocene inferiore secondo Ricci Lucchi, 1982) ed è caratterizzata da unità geologiche fortemente tettonizzate a tessitura prevalentemente argillosa e caotica o caoticizzata ed interessate di norma da una notevole instabilità potenziale e da processi d'erosione che affliggono solo la loro porzione più superficiale (coltre più alterata);
3. a meridione della sinclinale (nella porzione centro-occidentale del territorio comunale di Monte San Pietro) ricompare una fascia di territorio nella quale affiorano nuovamente le unità geologiche plioceniche (ADO, FAA) a chiudere la struttura nordvergente sopra descritta;
4. infine tutta la porzione meridionale del territorio studiato (quella più interna alla catena) è caratterizzata dalle unità geologiche dei domini sub-ligure, ligure ed epiligure (affioranti in destra idrografica del torrente Lavino). Le tessiture prevalenti sono pelitiche, fortemente caoticizzate e facile sede d'innesco di dissesti gravitativi per scivolamento e per

colamento (particolarmente coinvolte le formazioni argillose AVS e AVN); la loro facile erodibilità è anche causa di evidenti processi d'erosione e di trasporto solido in alveo. Eccezioni al quadro di generalizzata facile degradabilità dei suoli collinari, sono costituite dalle zone e dai crinali formati dalle plaghe delle formazioni più arenacee. L'intensa tettonizzazione di queste formazioni più litoidi ha comunque indotto anche in queste unità una elevata densità del dissesto per gravità con frane per scivolamento spesso antiche che hanno coinvolto grandi volumi di roccia.

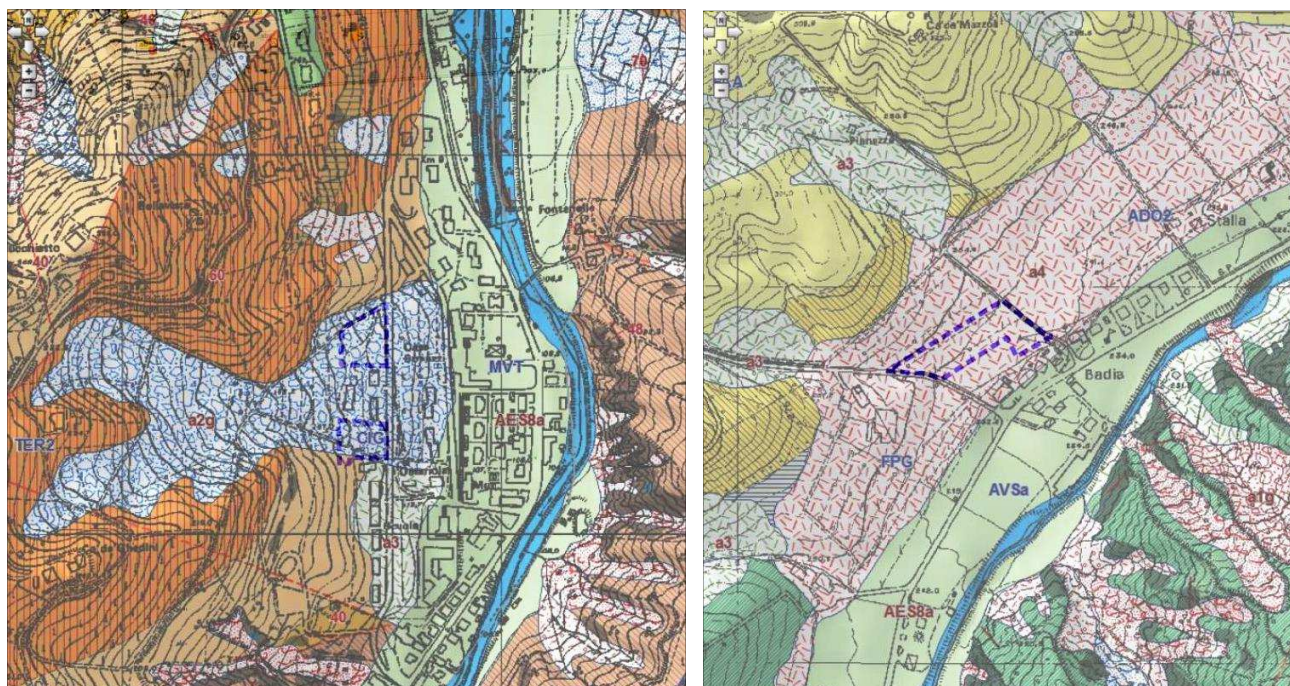


Figura 3.2 – Stralci della cartografia geologica RER (pubblicata nel sito internet del SGSS) e perimetri delle aree di intervento

La **figura 3.2** localizza le aree di intervento su stralci delle cartografie RER. Si evince come i due interventi 3-3a presso Calderino ricadano su un versante con depositi sub affioranti attribuiti a un corpo di frana classificata “quiescente” e “complessa”. Le due aree risultano comprese nelle “aree a rischio di frana perimetrata e zonizzate (cfr. art. 6.2 NTA PTCP), come rappresentato nella **figura 3.3**. Tale perimetrazione inserisce l'area di previsione nella “zona 4: area da sottoporre a verifica” e pertanto gli interventi sono normati dall'art. 2.11 del PSC e dagli artt. 6.5, 6.6 e 6.7 delle NTA del PTCP vigente. In particolare, l'adozione di nuove previsioni edilizie è subordinata a studi geologici e geotecnici finalizzati a definire le caratteristiche e lo stato di “attività” della frana già classificata quiescente, a verifiche della stabilità dell'area ed a indicare gli eventuali e opportuni interventi di mitigazione da realizzare.

In tal senso, sono già stati realizzati alcuni interventi di mitigazione (pozzi drenanti; cunette per la regimazione superficiale). Sono stati inoltre eseguiti monitoraggi nella porzione di versante compreso nel perimetro urbanizzato (sondaggio con inclinometro; piezometri; ecc.).

Il versante è stato tuttavia oggetto di ulteriori indagini “in situ” e di studi di stabilità, in particolare di:

- 1) prove e analisi effettuate nel 2016 per lo studio di MS comunale (livello 3) nella porzione nord della frana quiescente che ne definiscono uno spessore di circa 6,5 m dedotti dal profilo delle velocità di taglio ricavato dalla prova "Down-Hole". Sono state eseguite analisi di stabilità di "livello 3" con il metodo degli spostamenti, senza aver riscontrato spostamenti in presenza di moto sismico. Gli approfondimenti di MS comunale consentono di includere l'area di previsione in zona "stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche" (DGR 2193/2015);
- 2) prove (sondaggi e penetrometrie CPT) e analisi effettuate nell'area di intervento (geol. Scannavini², 2016) che evidenziano coperture prevalentemente argillose di spessore variabile da 8,6 m a circa 13 metri. Sulla base delle prove eseguite, è stato redatto lo studio geotecnico dell'area di intervento (ing. Righi³, 2016) ha inoltre elaborato uno specifico studio di stabilità del pendio. La citata analisi evidenzia valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati tali da garantire la stabilità del pendio sia in condizione statica che sismica.

L'intervento n. 55 presso Badia ricade invece al piede di un versante caratterizzato da depositi superficiali di origine eluvio-colluviale.

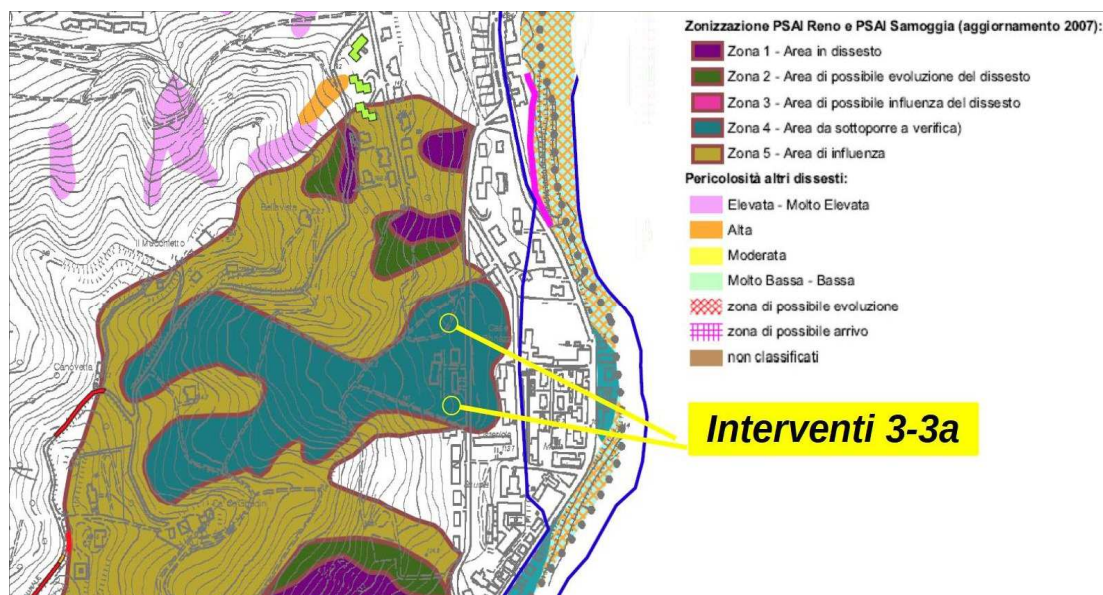


Figura 3.3 – Stralcio della cartografia MP_QC_B2_02.a "Criticità Geologiche", scala 1:10.000
(Quadro conoscitivo del PSC dei Comuni dell'Area Bazzanese)

3.3.2 CONTESTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Il Quadro Conoscitivo del PSC dei Comuni dell'Area Bazzanese" è dotato di una cartografia idrogeologica, redatta alla scala 1:25.000. Il rilevamento di pozzi freatici distribuiti nel territorio

² "Manifestazione di interesse per l'inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Studio Geologico e Sismico con Analisi di Risposta Sismica Locale (III livello)" - geol. G. Scannavini, novembre 2016

³ "Manifestazione di interesse per l'inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Relazione Geotecnica e di verifica di stabilità dell'Ambito nell'assetto attuale e di progetto" - ing. G. Righi, novembre 2016

comunale ha permesso la ricostruzione del campo di moto dell'insieme delle falde meno profonde (S. Sangiorgi, 2010) del territorio di pianura. La ricostruzione della tavola d'acqua sotterranea ha interessato anche i principali assi vallivi (Samoggia; Lavino; Ghiaie).

Per il territorio di Monte San Pietro (figura 3.4), la carenza di dati disponibili (pozzi) e le condizioni morfologiche e idrogeologiche più complesse, hanno consentito esclusivamente una caratterizzazione dell'assetto idro-morfologico del fondovalle e dei versanti (connessione idrogeologica dei terrazzi; coperture e "rocce magazzino"; ecc.).

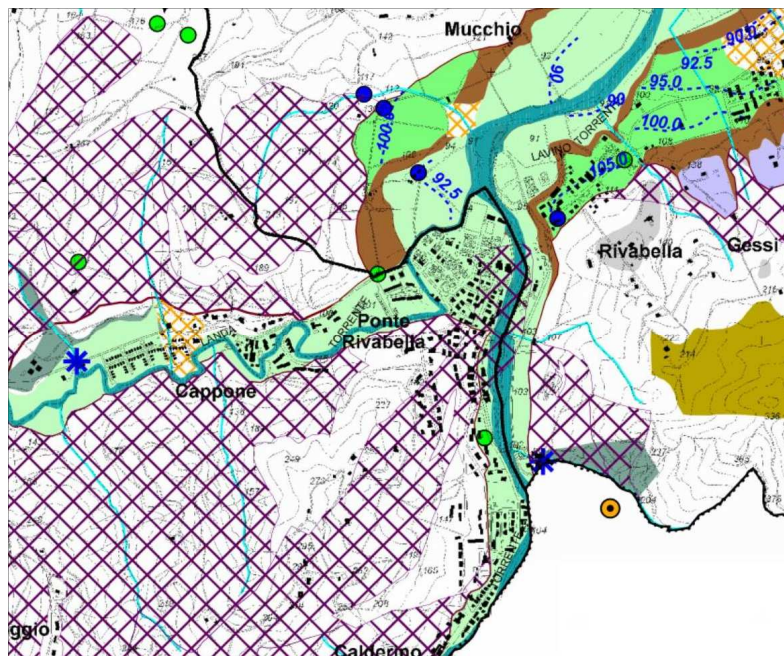


Figura 3.4 - Stralcio della tavola AB.B2.03ª "Carta Idrogeologica", scala 1:25.000 (Quadro Conoscitivo del PSC dei Comuni dell' "Area Bazzanese")

3.3.3 PERICOLOSITÀ IDRAULICA TERRITORIALE

I Piani Stralcio (PSAI) per il Bacino del Samoggia e del Reno ed il PAI del Po rappresentano il principale riferimento delle conoscenze fisiche relative ai bacini idrografici compresi nell'area di studio. Per il contesto di pericolosità idraulica del PSC dell'"Area Bazzanese" si sono infatti assunti anche i dati contenuti nelle tavole (aggiornate al 2007) del PSAI per il Bacino del T. Samoggia: gli alvei "attivi", le aree ad alta probabilità di inondazione (TR fino a 30 anni), le fasce esondabili con TR 200 anni, le aree con possibilità di sormonto d'argine; le aree di potenziale allagamento. Oltre ai dati citati, nello studio di PSC si sono considerate le informazioni anche storiche (dal 1949 fino al 2003) della Protezione Civile relative agli allagamenti minori di pianura.

Per lo studio di questo POC, si sono tuttavia considerati gli ultimi aggiornamenti riguardanti la pericolosità idraulica territoriale e cioè il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), elaborato a scala di distretto idrografico dalla Regione Emilia-Romagna, in recepimento della Direttiva 2007/60/CE. Il PGRA è stato adottato il 17 dicembre 2015 e approvato il 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali.

Il PGRA ha definito "mappe di pericolosità e di rischio", relative al reticolo naturale principale e relative al reticolo idrografico minore. La delimitazione delle aree inondabili è stata effettuata, per i seguenti tre scenari:

- alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (scenario di "bassa probabilità")
- alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (scenario di "media probabilità")
- alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (scenario di "elevata probabilità")

Sono state così definite aree a pericolosità “bassa”, (scenario “P1”), “media” (scenario “P2”) e “elevata” (scenario “P3”). Sono stati inoltre delimitati (a pericolosità “elevata” “P3”) gli alvei del reticolo idrografico principale sulla base di criteri morfologici, comprendendo anche tutte le aree storicamente interessate dal deflusso delle acque e riattivabili, e le aree interessate da naturali divagazioni documentabili. Gli alvei sono stati classificati a pericolosità “elevata”.

Il lavoro di elaborazione dei PGRA ha quindi consentito un ulteriore controllo e aggiornamento di quanto già riportato nei Piani Stralcio (PSAI) per il Bacino del Samoggia e del Reno ed il PAI del Po, in coerenza con il D.Lgs. 49/2010.

Si rammenta che la definizione di livelli di pericolosità omogenei potrà essere completata solo a seguito di una completa rimodellazione idraulica, eventualmente da porre in essere per il successivo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE e il conseguente aggiornamento delle mappe. Per le analisi conoscitive del PSC dell’Area Bazzanese si è voluto affrontare anche il tema della potenziale criticità legata al trasporto solido del reticolo minuto che interferisce con i principali bersagli sensibili: nuclei urbani e/o produttivi, infrastrutture (fognature, tombinature, by-pass stradali). È evidente, infatti, che la rapida espansione urbana degli ultimi decenni nelle valli anche a ridosso di versanti, ha spesso costretto il deflusso delle acque superficiali entro alvei sempre più ridotti oppure canalizzati o tombati e trasformati in collettori della rete fognaria urbana, con interventi che generalmente prescindono da ogni studio idraulico (tanto meno se relativi al deflusso idrico del reticolo minuto). Il trasporto solido può gravare sull’efficienza delle opere esistenti riducendo ulteriormente il deflusso, in particolare se si sovrappongono queste “sfortunate” preliminari condizioni: opere sotto dimensionate → scarsità di manutenzione → evento pluviometrico eccezionale.

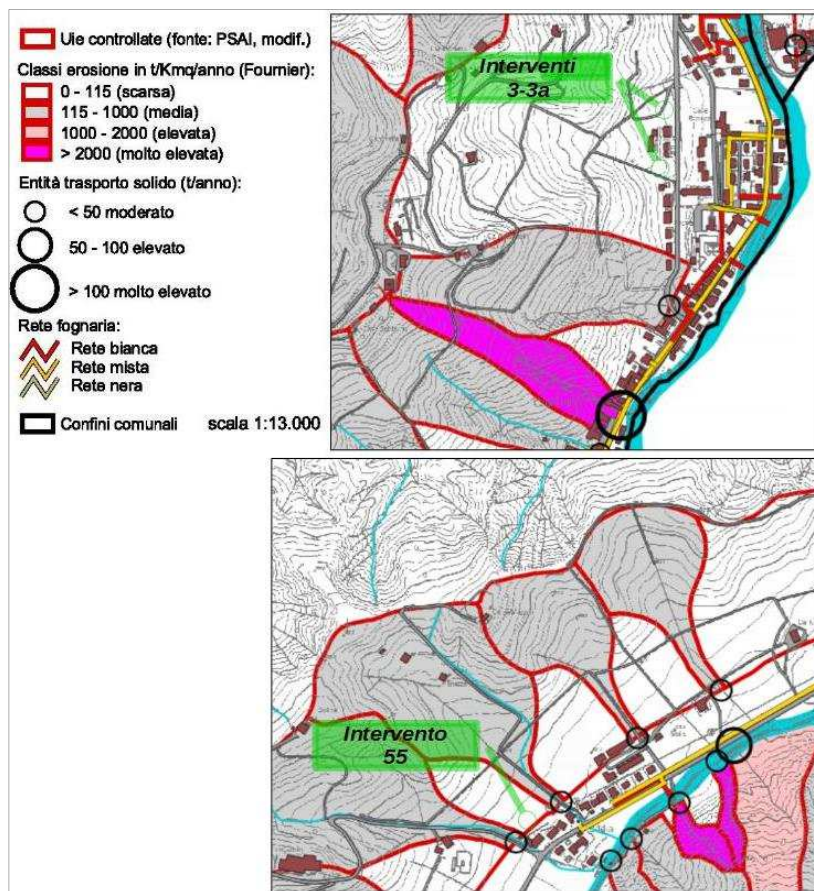


Figura 3.5 - Stralcio della tavole rappresentative delle analisi di potenziale trasporto solido riferito al reticolo minore/minuto (Quadro Conoscitivo del PSC dei Comuni dell' "Area Bazzanese")

Si è pertanto valutata speditamente l'entità dell'erosione potenziale e del trasporto solido per il reticolo minuto che interseca allo sbocco vallivo infrastrutture e nuclei urbani attraverso un approccio empirico che ha considerato: ricostruzione dei bacini secondari; ricostruzione del reticolo idrografico attivo/inattivo; densità di drenaggio; anomalie gerarchiche nel reticolo idrografico; ecc. Nel territorio di Monte San Pietro, si riscontrano le situazioni di maggior criticità. Ad esempio, i versanti a ridosso della località Calderino, in sinistra del Lavino, sono generalmente caratterizzati da diffusa erodibilità con possibilità di trasporto solido che può risultare anche molto critico per le infrastrutture già esistenti (tombinature e fognature). Altre situazioni di potenziale erosione interessano anche i versanti a ridosso della frazione Badia (**figura 3.5**).

3.3.4 VALUTAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI

L'ammissibilità di una previsione edificatoria deve essere sempre subordinata a un'analisi della qualità geotecnica dei sedimenti che può costituire il volume "significativo" per i manufatti in questione. L'ammissibilità dal punto di vista geotecnico è generalmente valutata in relazione alle caratteristiche di rottura (portanza) e di compressibilità (cedimenti) dei sedimenti, inoltre anche in relazione alla stabilità globale dei luoghi interessati dall'intervento.

Per le aree di intervento, sono indicate e localizzate tutte le indagini geognostiche/geofisiche di riferimento, riportando anche un riepilogo essenziale degli aspetti geotecnici già noti. Viene indicato, quale elemento prescrittivo, il "piano delle indagini" di minima da prevedere per le successive fasi attuative, coerentemente con quanto richiesto dalla normativa tecnica vigente per la progettazione di costruzioni (es.: DM 11 marzo 1988; NTC vigenti; ecc).

3.4 ELEMENTI DI PERICOLOSITA' SISMICA

3.4.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Monte San Pietro è contraddistinto da una storia sismica in cui si sono susseguiti terremoti con intensità da media a forte. In alcune zone si è infatti raggiunto l'8° di intensità macrosismica (**figura 4.1**). Le informazioni riguardanti gli effetti di macrosismicità storica attribuita agli eventi sismici avvenuti nelle aree in esame, sono estrapolabili dal database "DBMI15" (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>).

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO
(AREA BAZZANESE)

VALUTAZIONI PRELIMINARI IN RELAZIONE AGLI
ASPETTI AMBIENTALI ED A QUELLI GEOLOGICI/SISMICI

La **figura 4.2** riporta i terremoti con effetti più significativi riferiti alla località Calderino (sismi del 1929 con area epicentrale nel Bolognese; sisma del 2003 nei pressi di Loiano).

Figura 4.1 - Massime intensità macrosismiche riferite a località del territorio di Monte San Pietro (fonte: DBMI15 – disponibile nel sito internet INGV)



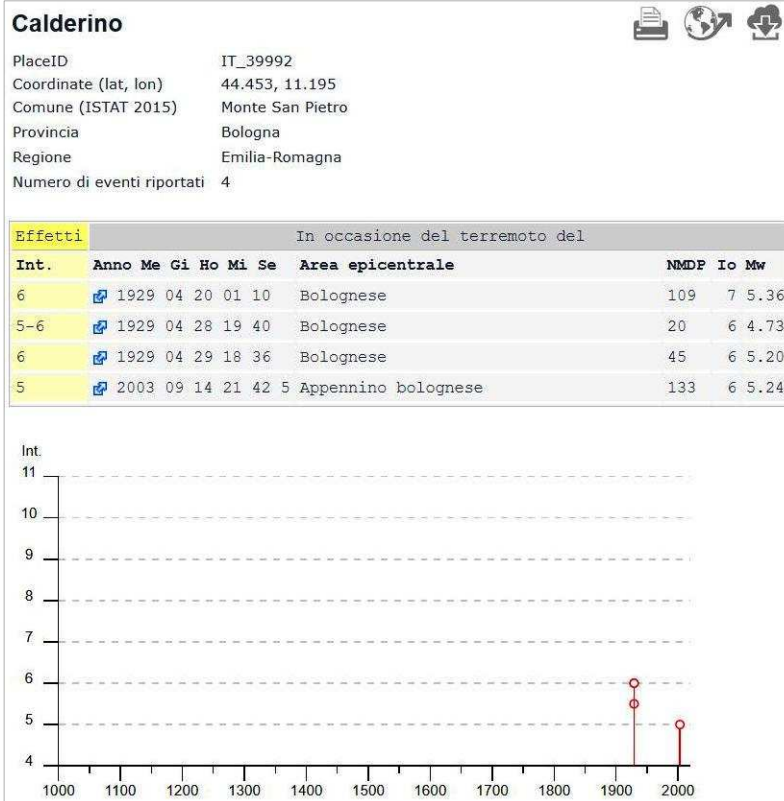
Località	Prov	Imax	EQs
Amola	BO	5	1
Calderino	BO	6	4
Monte San Pietro	BO	7	12
Montemaggiore	BO	7-8	3
Pradalbino	BO	6	3
San Lorenzo in Collina	BO	7	2
San Martino in Casola	BO	7	4

Figura 4.2 - Diagramma temporale dei principali eventi sismici che hanno interessato la

COMUNE DI MONTE SAN PIETRO
 (AREA BAZZANESE)

VALUTAZIONI PRELIMINARI IN RELAZIONE AGLI
 ASPETTI AMBIENTALI ED A QUELLI GEOLOGICI/SISMICI

*località Calderino e le
 relative intensità
 macrosismiche (fonte:
 DBMI15 – disponibile
 nel sito internet INGV)*



L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale per recepire le conoscenze più recenti sulla tettonica attiva della penisola, sulla distribuzione e sulle caratteristiche delle sorgenti sismogenetiche. La ZS9 rappresenta la più recente zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale ed è stata elaborata tenendo in considerazione i principali riferimenti informativi sui terremoti: progetto DISS e il Database Macrosismico Italiano (DBMI) che contiene i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI), entrambi aggiornati al 2015. Il territorio di Monte San Pietro ricade nella zona 913, con sismicità fondamentale correlata ai meccanismi di compressione dell'arco appenninico settentrionale.

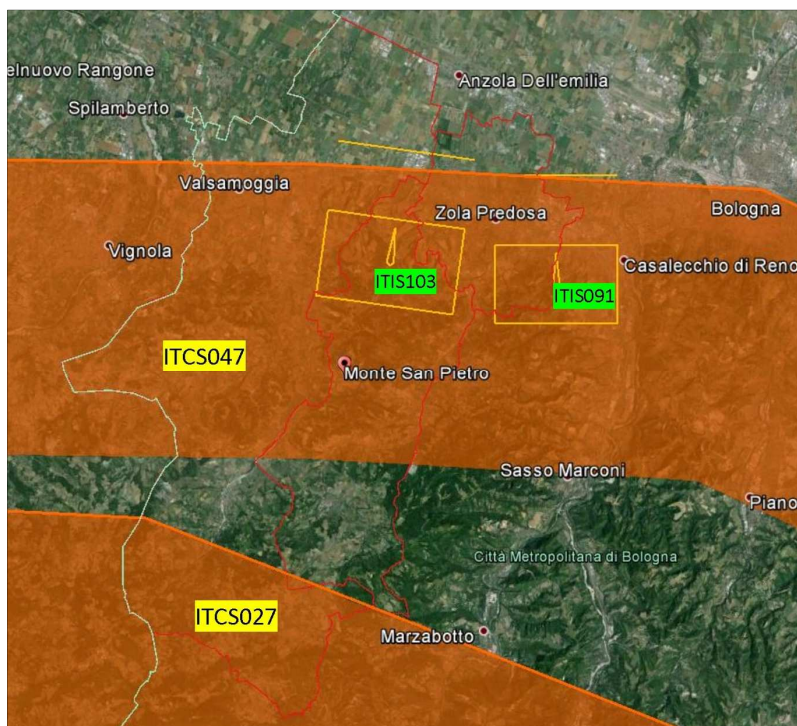


Figura 4.3 - Foto aerea con l'ubicazione delle Zone e delle Sorgenti sismogenetiche (Google)

Earth – DISS v.3.2)

La pericolosità sismica locale di riferimento sia per la pianificazione territoriale (DGR 2193/2015) sia per la progettazione di costruzioni, viene inoltre definita mediante un approccio “sito dipendente” e basato su un “reticolo di riferimento” di punti, costruito per l'intero territorio nazionale. Ad ogni punto del reticolo vengono attribuiti, a seconda del periodo di ritorno atteso per il terremoto, valori di a_g di riferimento al “bedrock rigido” ($a_{g,ref}$) e dei principali parametri “spettrali” da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica. Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica sono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Nello specifico, le $a_{g,ref}$ per le aree di previsione risultano rispettivamente pari a 0,164g (Calderino) e 0,161g (Badia), ricavate con il supporto della georeferenziazione proposto dal programma online <<GeoStru Parametri Sismici>> (figura 4.4).

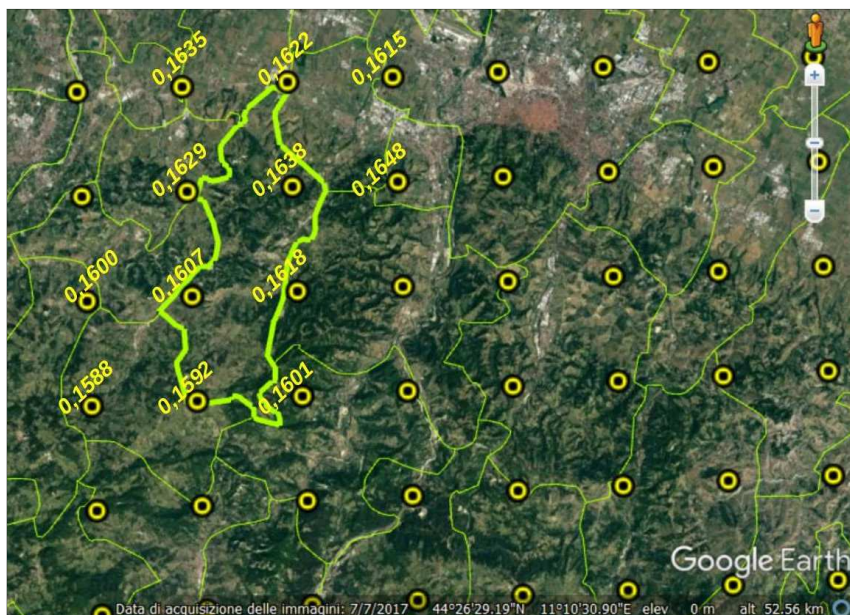


Figura 4.4 – Punti della griglia di pericolosità sismica INGV per la determinazione dei parametri sismici di base da utilizzare per l'analisi della risposta sismica locale e le verifiche dell'azione sismica (si riportano in valori di $a_{g,ref}$)

3.4.2 GLI INDIRIZZI REGIONALI PER GLI STUDI DI MS (DAL 112/2007 E DGR 2193/2015)

La Regione Emilia-Romagna ha elaborato e approvato (con Delibera dell'Assemblea Legislativa n.112 del maggio 2007) gli <<Indirizzi per gli studi di Microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica>>, in coerenza con la LR n.20/2000 <<Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio>>. Questi indirizzi regionali per la microzonazione sismica sono stati elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione Emilia-Romagna ha effettuato nel territorio regionale negli ultimi 40 anni circa, assumendo come riferimento la “pericolosità di base” elaborata da INGV e recepita a livello nazionale con l'OPCM 3519/2006.

Con la recente approvazione della DGR 2193/2015, la Regione Emilia-Romagna ha introdotto aggiornamenti agli indirizzi riportati nella DAL 112/2007. Questa parziale revisione prende quale riferimento anche le Norme Tecniche per le Costruzioni, le ulteriori esperienze scientifiche seguite ai recenti eventi sismici italiani (L'Aquila 2009; pianura emiliana del 2012) e, infine, gli oltre otto anni di applicazione della DAL 112/2007. In sintesi, le principali novità contenute nella la DGR 2193/2015 consistono:

- ✓ nelle rimodulazioni degli abachi di microzonazione sismica da utilizzare per le analisi semplificate (livello 2);
- ✓ nella definizione di un ulteriore parametro di amplificazione riferito all'intensità spettrale di Housner (per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s);
- ✓ nella definizione dell'input sismico (ag al sito di riferimento) che ora è definito in base ai valori di pericolosità sismica elaborati dall'INGV per tutto il territorio nazionale sui punti di una griglia di passo pari a 0,05° (reticolo analogo a quello previsto per le NTC 2008);
- ✓ nell'obbligo di predisporre cartografie delle frequenze naturali dei terreni a scala territoriale e a supporto del primo livello di approfondimento;
- ✓ nello stralcio dell'obbligo degli approfondimenti di livello 3 per la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico (in quanto tali verifiche sismiche saranno espletate ai sensi delle NTC vigenti, con input di pericolosità sismica di base che dovranno tenere conto di condizioni di progettazione e di relative verifiche più severe).

Gli indirizzi RER forniscono gli elementi essenziali per espletare gli studi di pericolosità sismica secondo i tre livelli di approfondimento ed inoltre tabelle e formule propedeutiche alla valutazione semplificata dell'amplificazione locale (microzonazione sismica di livello 2), in funzione dei macro contesti geologico sismici indicati nell'Allegato A2 della citata DGR 2193/2015.

La **figura 4.5** riporta la scomposizione schematica del territorio regionale secondo i macrocontesti geologico sismici indicati per la microzonazione sismica semplificata (livello 2). In sintesi, le aree di previsione considerate per il Comune di Monte San Pietro sono attribuibili ad "Appennino" con substrato non "rigido" ($V_s \ll 800$ m/s), sovrastato da coperture e/o bedrock alterato che costituiscono lo spessore di depositi in grado di amplificare lo scuotimento sismico.

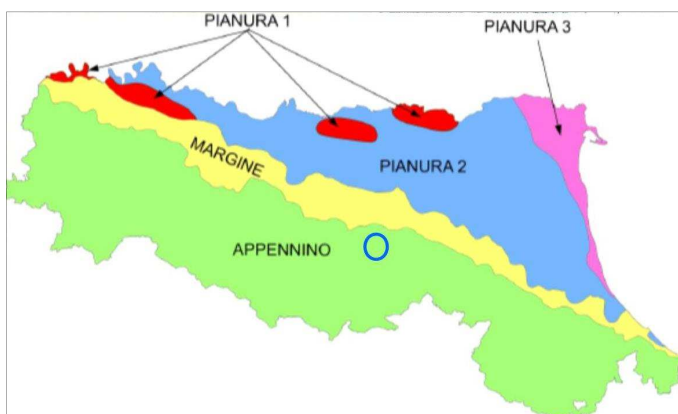


Figura 4.5 – Scomposizione schematica del territorio regionale nei macro contesti geologico sismici di riferimento per gli studi di MS di livello 2 (DGR 2193/2015) e localizzazione dell'area di studio (nel cerchiato blu)

Gli indirizzi forniscono anche i dati fondamentali per le valutazioni più accurate della risposta sismica di terzo livello: lo spettro di risposta normalizzato di riferimento per l'Emilia-Romagna (per $T_r = 475$ anni cioè con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni), riportato in **figura 4.6**, e i valori di P_{ga} anch'essi normalizzati (riferiti al suolo rigido) per ogni sito nella Regione Emilia-Romagna (basato sul reticolo INGV). La forma spettrale è sostanzialmente congrua (per la progettazione "ordinaria") con lo spettro elastico di riferimento per le norme tecniche per le costruzioni attualmente vigenti (NTC 2008).

Gli indirizzi regionali di MS indicano anche tre accelerogrammi di riferimento per le modellazioni numeriche di risposta sismica locale: sono input selezionati dalla Banca dati ISED attraverso una procedura che ha valutato la similarità tra la forma spettrale di riferimento e la forma degli spettri di risposta dei singoli segnali. È così possibile ricavare lo spettro di risposta e gli accelerogrammi di riferimento per ogni Comune, riscaldando lo spettro di **figura 4.6** con la a_{gref} attribuita al sito di studio.

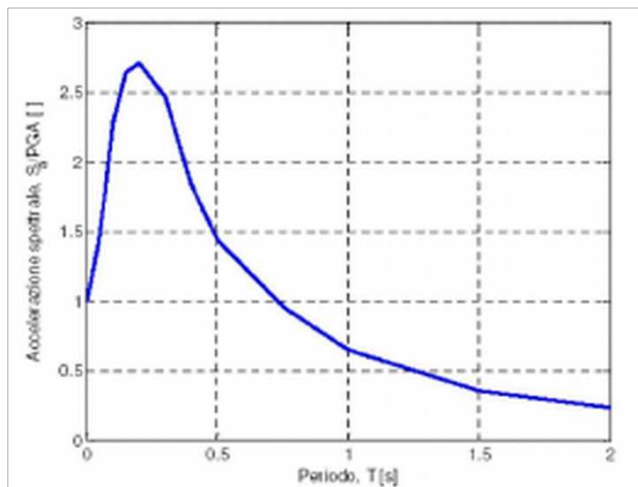


Figura 4.6 – Spettro di risposta normalizzato (periodo di ritorno 475 anni; smorzamento 5%) di riferimento per gli studi di MS dell'Emilia-Romagna (DGR 2193/2015)

3.4.3 LA PERICOLOSITÀ SISMICA PRELIMINARE INDICATA NEL PTCP DI BOLOGNA

La Provincia di Bologna (ora Città Metropolitana di Bologna) ha proceduto all'elaborazione degli studi di pericolosità sismica preliminare di tutto il territorio amministrativo competente, ai sensi della DAL 112/2007. Gli esiti di tali studi sono contenuti nella <<Variante al PTCP in materia di Rischio Sismico>>⁴. In sintesi, la Provincia di Bologna ha elaborato la Tavola di Piano, denominata "TAV. 2.C – Rischio sismico – Carta degli effetti Locali Attesi", alla scala 1:25.000 per quanto riguarda i Comuni della collina e montagna e alla scala 1:65.000 per i Comuni di pianura. Tale tavola costituisce il primo livello di approfondimento sismico richiesto dalla DAL 112/2007, identificando gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio provinciale.

La Tavola 2.C fornisce anche le prime indicazioni sui limiti di programmazione e/o sulle condizioni richieste per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti a pericolosità sismica.

3.4.4 GLI STUDI DI MS COMUNALE DI LIVELLO 2 E I SUCCESSIVI APPROFONDIMENTI LOCALI DI LIVELLO 3

I PSC dei Comuni dell'Area Bazzanese sono dotati dello studio di microzonazione sismica (livello 2) del territorio urbanizzato e urbanizzabile, elaborato secondo i criteri generali dettati nell'OPCM 4007/2012 e in coerenza con la DAL 112/2007. Lo studio di MS di livello 2 del Comune di Monte San Pietro è stato approvato con il PSC dal Consigli Comunale il 18/12/2013.

Lo studio di MS si è basato sulla raccolta delle indagini geognostiche e geofisiche pregresse (Banca Dati geognostica RER; relazioni geologiche d'archivio raccolte presso gli uffici tecnici comunali e presso la Comunità Montana locale). Sono state eseguite ulteriori indagini "in situ" (penetrometrie DPSH; registrazioni HVSR; stendimenti MASW/REMI). Lo studio comunale di MS livello 2 è corredato di una Relazione descrittiva e dei seguenti documenti cartografici:

- ✓ Carta delle Indagini (scala 1:10.000)
- ✓ Carta delle Frequenze naturali dei Terreni (scala 1:10.000)

⁴ La variante è stata approvata con delibera del C.P. n.57 del 28/10/2013.

- ✓ Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (scala 1:10.000)
- ✓ Carta delle Velocità delle Onde di Taglio – Vs (scala 1:10.000)
- ✓ Carta dei Fattori di Amplificazione: PGA - SI 0,1-0,5s - SI 0,5-1,0s (scala 1:10.000)

La **figura 4.7** propone la sovrapposizione delle aree di previsione con la cartografia delle MOPS/Aree suscettibili di effetti locali del Comune di Monte San Pietro (MS di livello 2, 2013).

Da questo controllo si evince che le aree di interventi n.3-3A previste a Calderino ricadono in <<zone suscettibili di instabilità>> per instabilità di versante quiescente (cfr. paragrafo 3.1). Per queste aree sono pertanto richiesti approfondimenti di livello 3 (rilievi in sito di dettaglio; verifiche di stabilità con metodi pseudo-statici e/o dinamici; analisi numerica della risposta sismica locale). L'intervento n.55 previsto a Badia è invece compreso in <<zone stabili suscettibili di amplificazioni locali>> e più precisamente nella zona "2019" caratterizzata da coperture alluvionali sovrastanti bedrock non rigido (ADO2; FPG; AVSa). Per quest'area, gli studi di pericolosità sismica già espletati sono da ritenersi esaustivi ai fini della pianificazione territoriale e urbanistica.

Per questo studio si è tuttavia proceduto ad un aggiornamento della caratterizzazione sismica dell'area di intervento n.55, ai sensi della più recente DGR 2193/2015.

Sulla base dei dati disponibili (MS comunale di livello 2, 2013), l'intervento n.55 è ascrivibile al macro contesto geologico-sismico di "Appennino" (con substrato non rigido, cioè caratterizzato da Vs <<800 m/s), spessore coperture H≈10 m (coperture più bedrock alterato) con Vs10 ≈300 m/s.



Figura 4.7 – Sovrapposizione degli ambiti di intervento di Monte San Pietro con la cartografia di microzonazione sismica comunale di livello 2 (Tavole "MOPS/Microzone Omogenee in Prospettiva sismica", 2013).

A sx: interventi n.3-3A di Calderino; a dx: Intervento n.55 di Badia

3.3.5 GLI APPROFONDIMENTI DELLA MS COMUNALE DI LIVELLO 3

Il territorio urbano/urbanizzabile di Monte San Pietro è stato interessato da locali approfondimenti sismici di "livello 3". Gli approfondimenti hanno interessato le aree sismicamente "instabili" individuate nelle frazioni di Calderino, Chiesa Nuova, Monte Pastore e Monte San Giovanni.

Lo studio sismico di livello 3 è stato completato nel 2016 e i risultati di questi ulteriori approfondimenti sono in attesa di validazione da parte degli Enti competenti. I dati sono già a disposizione dell'Amministrazione comunale.

Gli approfondimenti sono svolti secondo i criteri generali dettati nell'OCDPC 52/2013 (e in coerenza con la DGR 2193/2015), in relazione al contesto di pericolosità definito nella MS di livello 2. In tal senso, si sono eseguite ulteriori indagini geognostiche/geofisiche ed espletate verifiche della liquefacibilità (Chiesa Nuova), analisi numeriche di RSL e analisi della stabilità dei versanti in condizioni sismiche (Calderino; Monte San Giovanni).

Per quanto riguarda la frazione Calderino, gli approfondimenti sismici hanno interessato anche la <<zona suscettibili di instabilità>> per instabilità di versante quiescente che include gli interventi n.3-3A e in particolare il corpo di frana quiescente complessa che interessa un'ampia porzione dell'abitato di Calderino e che comprende anche le due aree di intervento.

Le nuove indagini effettuate nella porzione nord della frana quiescente complessa (cfr. paragrafo 3.1) ne definiscono uno spessore di circa 6,5 m dedotti dal sondaggio e dal profilo delle velocità di taglio ricavato dalla prova "Down-Hole".

Si sono elaborate analisi numeriche di RSL (figura 4.8) e analisi di stabilità di "livello 3" (figura 4.9) con il metodo degli spostamenti. Le verifiche numeriche della stabilità di versante hanno considerato. Le simulazioni, basate sugli accelerogrammi più cautelativi ricavati dalla RSL numerica ($P_{ga} = 0,29g$).

La figura 4.10 propone, infine, la sovrapposizione delle aree di previsione di Calderino (n.3-3A) con la cartografia delle MOPS/Aree suscettibili di effetti locali (livello 1), aggiornata sulla base degli approfondimenti della MS di livello 3.

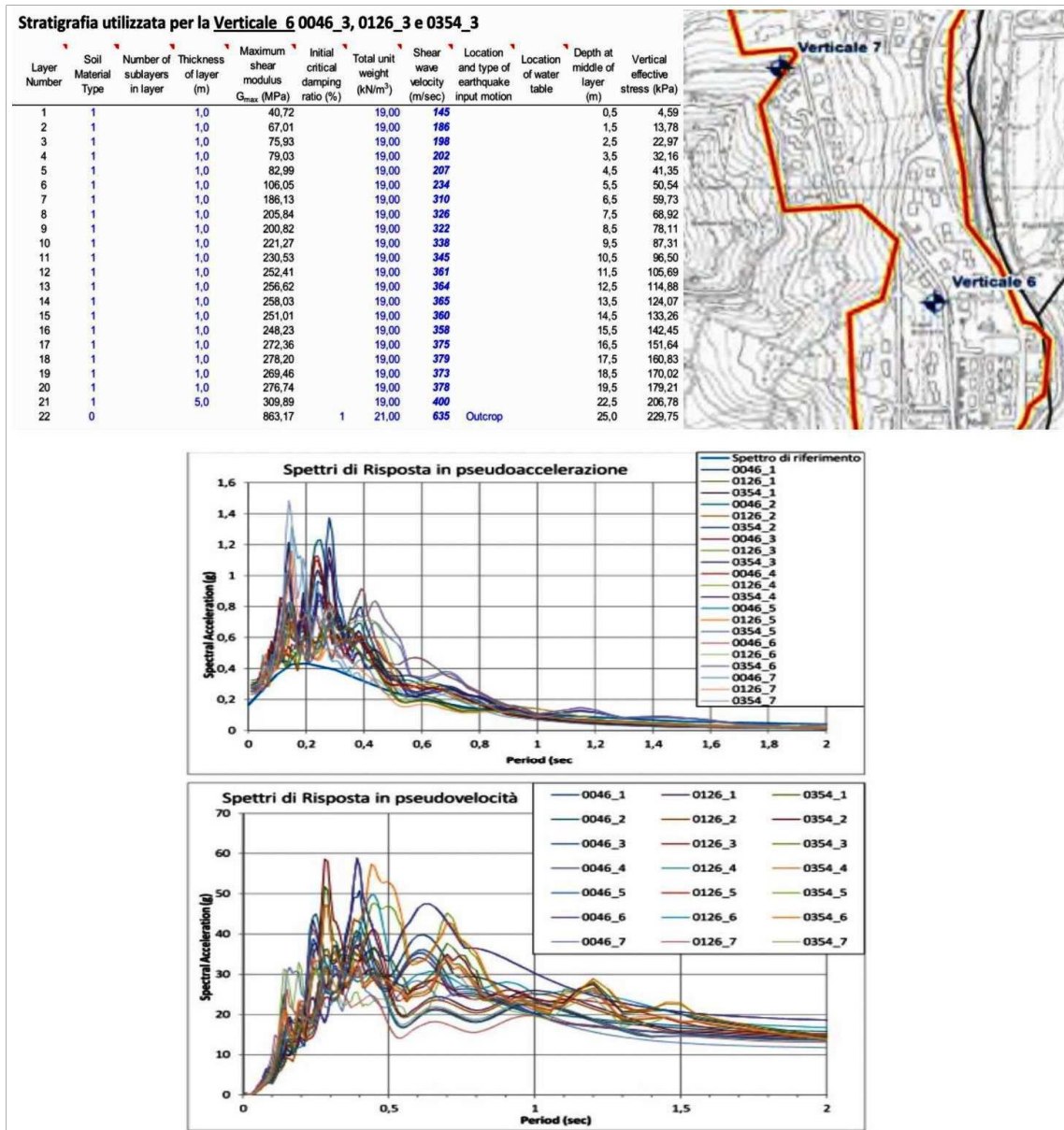
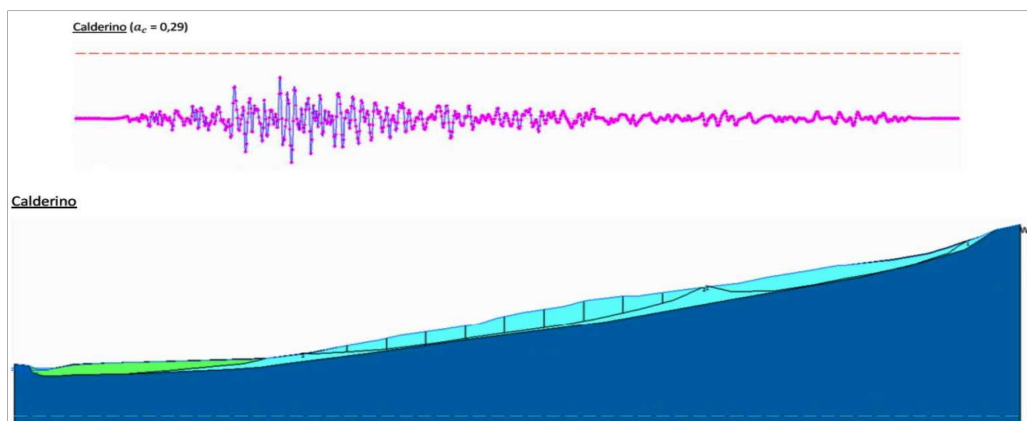


Figura 4.8 – Ubicazione delle verticali rappresentative delle analisi numeriche di RSL, sismostratigrafia e spettri di risposta in pseudo-accellerazione e pseudo-velocità per la determinazione dei fattori di amplificazione (fonte: Relazione Descrittiva della Microzonazione Sismica – approfondimenti di livello 3, 2016)

Figura 4.9 – Rappresentazione grafica dei profili di riferimento per Calderino per il calcolo degli spostamenti (fonte: Relazione Descrittiva della Microzonazione Sismica – approfondimenti di livello 3,



2016)

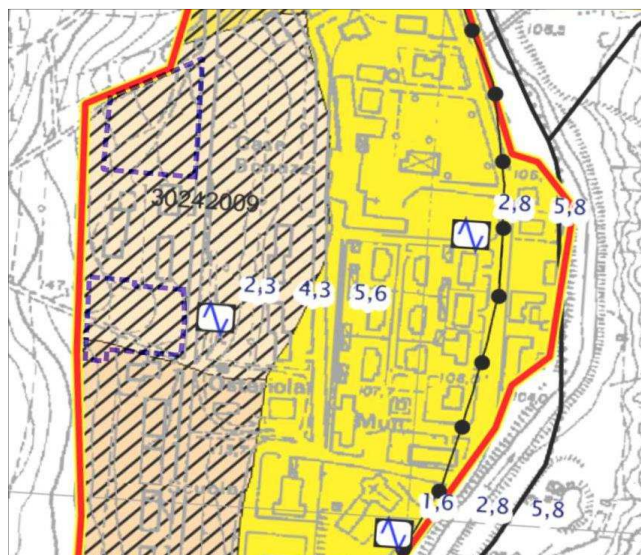
Le due aree di intervento vengono incluse nelle <<zone di attenzione per instabilità>> e in particolare nella zona “20242009” (zona di attenzione per instabilità di versante quiescente, complessa). Tuttavia, gli approfondimenti di livello 3 già effettuati e in particolare l'analisi di stabilità non hanno riscontrato spostamenti cosismici in presenza di moto sismico.

Gli approfondimenti di MS comunale di livello 3 consentono di includere le due aree di previsione in zona “stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche” (DGR 2193/2015), come riportato nella Relazione Descrittiva dello studio.

Occorre infine evidenziare che nell'area di intervento n.3 sono state eseguite ulteriori indagini (sondaggi; penetrometrie) e nuove verifiche numeriche di stabilità del versante di interesse (ing. Righi, 2016).

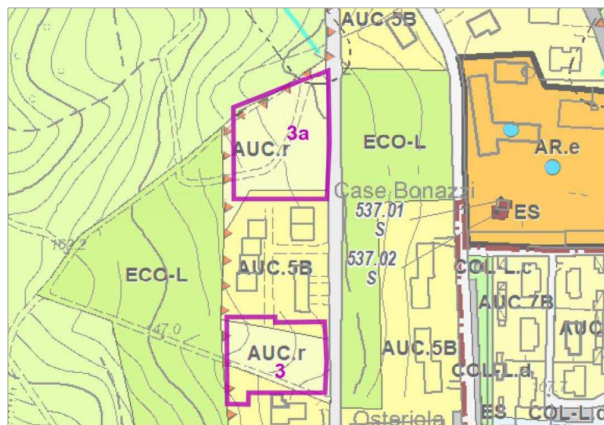
Queste ulteriori verifiche sono state elaborate sia in condizioni statiche sia sismiche (NTC 2008) e considerando anche le variabili di progetto preliminare (scavi/sistemazioni del versante; strutture di sostegno; edifici). Queste ulteriori verifiche hanno evidenziato valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati ($F_s > 1,27$) e tali da mantenere la stabilità del pendio anche ad interventi edificatori realizzati, come riportato nella Relazione Geotecnica.

Per ogni ulteriore approfondimento si rimanda agli elaborati di MS (livello 2 e approfondimenti di livello 3) e alla documentazione tecnica sopra citata.



3.5 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 3 (SUB AMBITO AUC.R)**Sintesi descrittiva Ambito**

Sub Ambito urbano consolidato prevalentemente residenziale che prevede interventi microurbani (AUC.r)



Proposta n.3 - Stralcio cartografia RUE

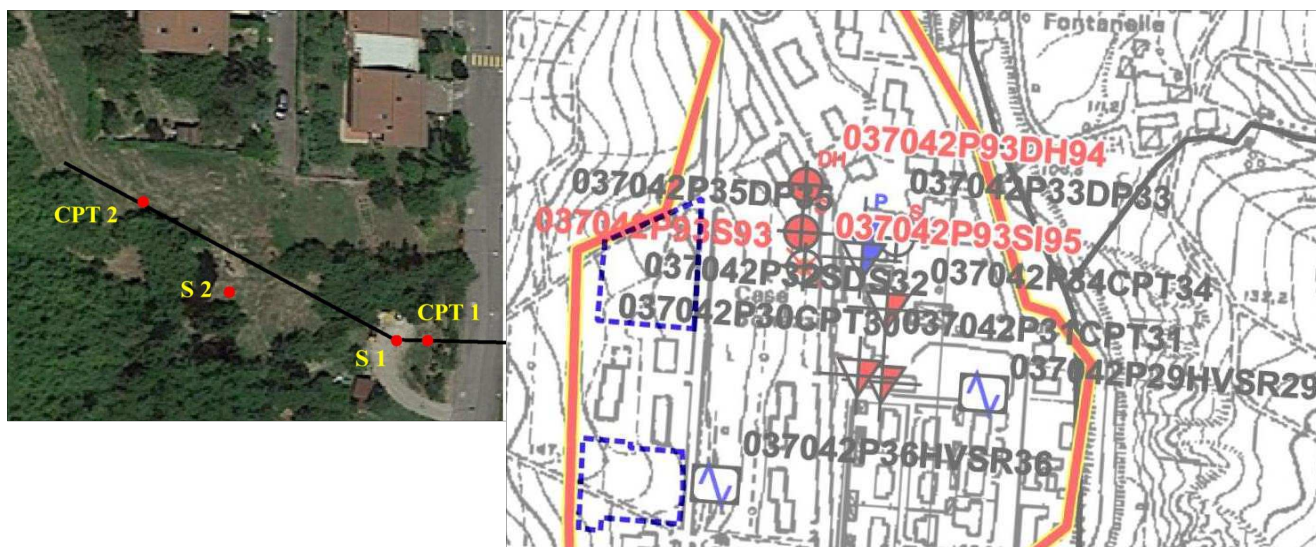
Indagini disponibili

Relazioni geologiche, geotecniche e sismiche redatte per l'area di intervento:

- "Manifestazione di interesse per l'inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Studio Geologico e Sismico con Analisi di Risposta Sismica Locale (III livello)" - geol. G. Scannavini, novembre 2016.
- "Manifestazione di interesse per l'inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Relazione Geotecnica e di verifica di stabilità dell'Ambito nell'assetto attuale e di progetto" - ing. G. Rigli, novembre 2016.

Prove eseguite: n. 2 sondaggi a carotaggio continuo; n. 2 penetrometrie CPT; prove geotecniche di laboratorio su campioni; n.3 registrazioni sismiche HVSR.

Sono disponibili indagini di repertorio archiviate per gli studi di MS comunale di Monte San Pietro (livello 2 e livello 3): sondaggi a carotaggio continuo (con inclinometro; con prova sismica in foro "Down-Hole"); penetrometrie statiche CPT e dinamiche DP; registrazioni sismiche HVSR



Proposta n. 3 - Localizzazione delle indagini geognostiche/geofisiche disponibili (a sx: Rel. Geologica G. Scannavini 2016; a dx: stralcio cartografia delle indagini studi MS livello 3)

Caratterizzazione e criticità geologica/idrogeologica/idraulica

Dal punto di vista geomorfologico e geologico, l'area di intervento è situata nel versante con pendenza media locale di 13° situato in sx idrografica del torrente Lavino, tra le quote 130 m e 145 m slm. Il versante è caratterizzato da coperture sub affioranti attribuite a depositi di "frana quiescente complessa" (cfr. cartografia geologica RER). Il bedrock è riconducibile alla Formazione di Cigarello (CIG).

Si segnala che nei primi anni 80 del secolo scorso, l'area è stata interessata da movimenti franosi che hanno coinvolto marginalmente alcune abitazioni esistenti.

L'area è compresa nelle "aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate (cfr. art. 6.2 NTA PTCP). Tale perimetrazione inserisce l'area di previsione nella "zona 4: area da sottoporre a verifica" e pertanto gli interventi sono normati dall'art. 2.11 del PSC e dagli artt. 6.5, 6.6 e 6.7 delle NTA del PTCP vigente. In particolare, l'adozione di nuove previsioni edilizie è subordinata a studi geologici e geotecnici finalizzati a definire le caratteristiche e lo stato di "attività" della frana già classificata quiescente, a verifiche della stabilità dell'area ed a indicare gli eventuali e opportuni interventi di mitigazione da realizzare.

In tal senso, sono già stati realizzati alcuni interventi di mitigazione (pozzi drenanti; cunette per la regimazione superficiale). Sono stati inoltre effettuati monitoraggi nella porzione di versante compreso nel perimetro urbanizzato (sondaggio con inclinometro; piezometri; ecc.) che hanno evidenziato come l'opera di consolidamento contribui a mantenere stabile l'area (cfr. Relazione Geologica, Geol. Scannavini, 2016).

Il versante è stato tuttavia oggetto di ulteriori indagini "in situ" e di studi di stabilità, in particolare di:

- 1) prove e analisi effettuate nel 2016 per lo studio di MS comunale (livello 3) nella porzione nord della frana quiescente che ne definiscono uno spessore di circa 6,5 m dedotti dal profilo delle velocità di taglio ricavato dalla prova "Down-Hole". Sono state eseguite analisi di stabilità di "livello 3" con il metodo degli spostamenti, senza aver riscontrato spostamenti in presenza di

moto sismico. Gli approfondimenti di MS comunale consentono di includere l'area di previsione in zona "stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche" (DGR 2193/2015);

- 2) prove (sondaggi e penetrometrie CPT) e analisi effettuate nell'area di intervento (geol. Scannavini, 2016) che evidenziano coperture prevalentemente argillose di spessore variabile da 8,6 m (S2) a circa 13 metri (S1; CPT1; CPT2). Lo studio geotecnico dell'area di intervento (ing. Righi, 2016) ha inoltre elaborato uno specifico studio di stabilità del pendio. La citata analisi evidenzia valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati tali da garantire la stabilità del pendio sia in condizione statica che sismica.

Dal punto di vista idrogeologico, la Relazione Geologica (geol. Scannavini, 2016) elaborata per l'area di intervento descrive una soggiacenza piezometrica misurata nei fori delle prove CPT compresa tra 7,55 m e 8,00 m (foro chiuso). Occorre tuttavia precisare che le condizioni geomorfologiche (versante) e litostratigrafiche, così come la regimazione delle acque superficiali, condizionano significativamente la circolazione idrica e il livello piezometrico locale.

Dal punto di vista idraulico, non sussistono particolari criticità legate al reticolo naturale principale (T. Lavino), come confermato dalla cartografia prodotta per il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Direttiva Europea 2007/60/CE). Le analisi ambientali elaborate per il QC del PSC di Monte San Pietro, inoltre, non hanno evidenziato particolari criticità locali riconducibili a potenziale trasporto solido del reticolo minuto che interferisce con il tessuto urbano esistente (geol. Sangiorgi, 2010), come confermato anche dai rilievi sul posto (geol. Scannavini, 2016).

È tuttavia chiaro che il contesto geomorfologico e litostratigrafico nel quale ricade l'area imporrà un'attenta progettazione della regimazione delle acque superficiali al fine di evitare pericolosi innalzamenti della falda idrica locale rispetto allo stato attuale.

Valutazioni geotecniche

Le prove CPT e i sondaggi eseguiti nell'area di intervento (geol. Scannavini, 2016) consentono una preliminare valutazione litotecnica dei sedimenti attraversati. Le prove evidenziano:

- fino a circa -3,5 metri → sedimenti più superficiali argillosi e argilloso limosi, caratterizzati da resistenze alla punta qc molto variabili per le differenti condizioni di rimaneggiamento e/o essiccamento;
- da -3,5 m a -7 metri → sedimenti argillosi e argilloso limosi, caratterizzati da valori di qc da mediocri (>1.000 kPa) a discreti.

Occorre rammentare che l'assenza di falda (rilevata a circa -7,5 m) può indurre significativi effetti di sovra consolidazione (reversibile) per essiccamento nelle argille limose rimaneggiate e valutazioni della qualità meccanica falsate. In caso di saturazione dei sedimenti, si potrebbe invece riscontrare il decadimento delle caratteristiche di resistenza intrinseche e delle proprietà meccaniche. Per questo motivo, le successive analisi da adempiere nelle fasi di progettazione delle costruzioni, dovranno valutare con cura le opere di regimazione delle acque superficiali, le opere di sostegno degli scavi, la profondità di incastro e la tipologia/geometria delle fondazioni. In tal senso si consiglia fin da ora di prevedere un sistema di fondazioni profonde (pali) per i manufatti da realizzare.

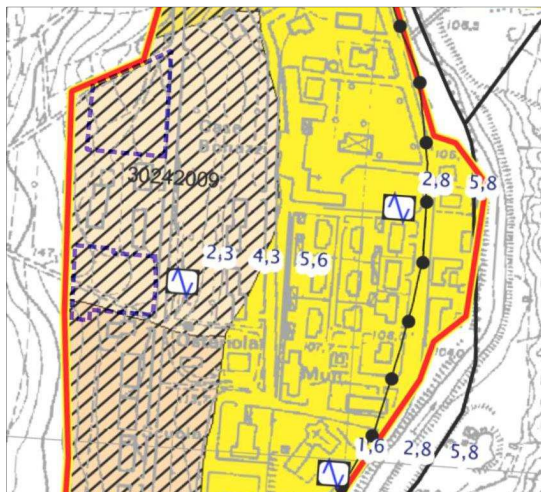
Pericolosità sismicaMicrozonazione sismica comunale vigente (DAL 112/2007)

L'area di intervento ricade in <<zone suscettibili di instabilità>> per instabilità di versante quiescente (cfr. studio di microzonazione sismica di livello 2 di Monte San Pietro, 2013). Morfologia: pendii con acclività <math><15^\circ</math> e/o >math>=15^\circ</math>.

Sono richiesti approfondimenti di livello 3 (rilievi in sito di dettaglio; verifiche di stabilità con metodi pseudo-statici e/o dinamici; analisi numerica della risposta sismica locale).

Aggiornamenti della microzonazione sismica di livello 1 e 2 (DGR 2193/2015)

Le indagini e gli ulteriori approfondimenti per la MS comunale hanno permesso un aggiornamento della cartografia delle aree suscettibili di effetti locali/MOPS. L'area di intervento viene inclusa nelle <<zone di attenzione per instabilità>> e in particolare nella zona "20242009" (zona di attenzione per instabilità di versante quiescente, complessa). Sono richiesti approfondimenti di livello 3.

*Proposta n. 3 – Stralcio della cartografia MOPS (aggiornamento della MS comunale 2016)*Approfondimenti sismici di livello 3 (DGR 2193/2015)

Le indagini eseguite per gli aggiornamenti della MS comunale (sondaggio a carotaggio continuo con prova sismica in foro "Down-Hole; registrazioni sismiche HVSR) hanno consentito l'elaborazione di analisi numeriche della RSL e di verifiche numeriche della stabilità di versante in condizioni dinamiche. Per quanto riguarda la RSL numerica, i fattori di amplificazione medi estrapolabili alla zona "20242009" risultano:

$$FA(Pga) = 1,7$$

$$FA SI(0,1s \div 0,5s) = 1,8$$

$$FA SI(0,5s \div 1,0s) = 1,3$$

$$FA SI(0,5s \div 1,5s) = 1,2$$

Le verifiche numeriche della stabilità di versante hanno considerato il corpo di frana quiescente complessa che interessa un'ampia porzione dell'abitato di Calderino e che comprende l'area di intervento (sigla MOPS: 30242009). Le simulazioni, basate sugli accelerogrammi più cautelativi ricavati dalla RSL numerica ($Pga = 0,29g$), non hanno riscontrato spostamenti in presenza di moto sismico.

Gli approfondimenti di MS comunale consentono di includere l'area di previsione in zona "stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche" (DGR 2193/2015).

Le ulteriori indagini eseguite nell'area di intervento (sondaggi; penetrometrie), hanno permesso di elaborare nuove verifiche numeriche di stabilità della porzione di versante di interesse (ing. Righi, 2016). Queste ulteriori verifiche sono state elaborate sia in condizioni statiche sia sismiche

(NTC 2008) e considerando anche le variabili di progetto preliminare (scavi/sistemazioni del versante; strutture di sostegno; edifici). Queste ulteriori verifiche hanno evidenziato valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati ($F_s > 1,27$) e tali da mantenere la stabilità del pendio anche ad interventi edificatori realizzati.

Condizioni di fattibilità intervento/i

Gli approfondimenti geologici e geotecnici espletati nell'area indicano la stabilità complessiva della porzione di versante che comprende l'area di previsione. Questi approfondimenti soddisfano quanto richiesto dalla citate norme del PSC (art. 2.11) e del PTCP (artt. 6.5, 6.6 e 6.7).

Gli interventi di previsione sono pertanto da ritenersi fattibili, sulla base degli approfondimenti espletati e nel rispetto delle seguenti indicazioni riportate nella relazioni geologiche e geotecniche di approfondimento (geol. Scannavini, 2016; ing. Righi, 2016) alle quali si rimanda e cioè, in sintesi:

- mantenere adeguate condizioni di sicurezza rispetto ai fenomeni di instabilità globale, realizzando opportune opere di sostegno degli scavi. Tali opere dovranno essere definite e dimensionate in funzione del tipo e dell'entità degli interventi previsti e dovranno prendere in esame non solo la stabilità locale degli scavi ma anche e soprattutto la stabilità generale del versante sul quale insistono. A titolo esemplificativo, si indicano strutture quali muri di sostegno su pali, berlinesi di pali o micropali o altre strutture drenanti dotate di tiranti di ancoraggio al terreno di monte;
- mantenere inalterato il regime idrologico sotterraneo e superficiale esistente. In tal senso è indispensabile prevedere la progettazione delle opportune opere (di drenaggio e/o deflusso) necessarie ad evitare pericolosi innalzamenti del livello della falda idrica;
- salvaguardare la funzionalità delle opere di drenaggio esistenti (pozzi drenanti) e consentirne l'ispezione periodica.

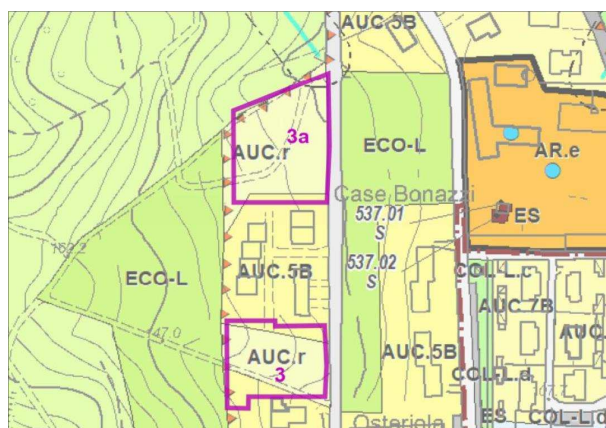
Gli ulteriori studi da espletarsi nella fase attuativa dovranno approfondire gli aspetti di caratterizzazione geotecnica, sismica e di stabilità globale in relazione alle caratteristiche prestazionali dei manufatti da realizzare e in coerenza con le vigenti NTC.

È consigliabile fin da ora prevedere un sistema di fondazioni profonde (pali) per i manufatti da realizzare.

3.6 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 3A (SUB AMBITO AUC.R)

Sintesi descrittiva Ambito

Sub Ambito urbano consolidato prevalentemente residenziale che prevede interventi mi-crouurbanistici (AUC.r)



Proposta n.3a - Stralcio cartografia RUE

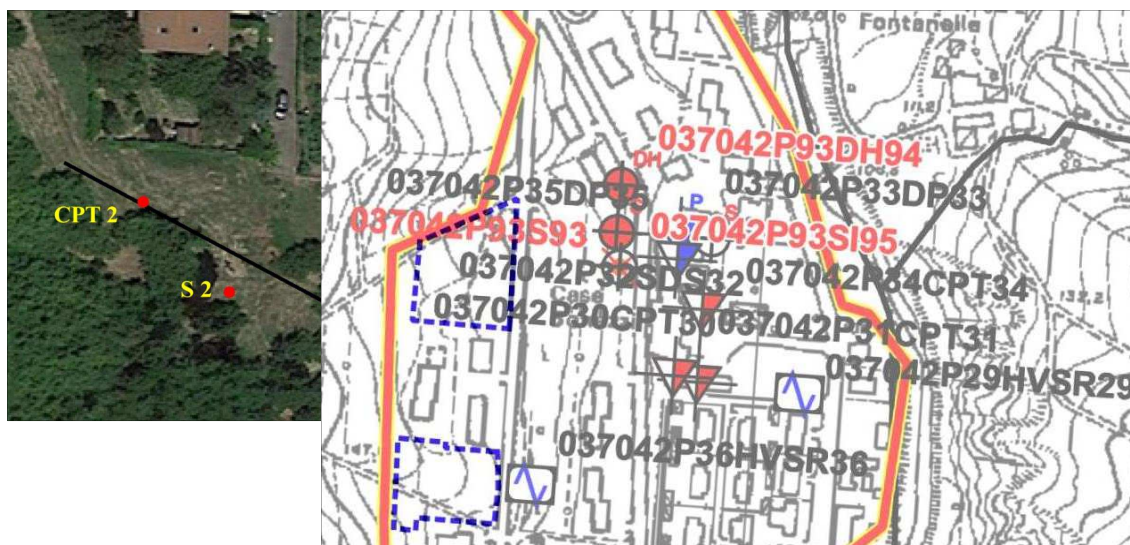
Indagini disponibili

Relazioni geologiche, geotecniche e sismiche di riferimento per l'area di intervento:

- “Manifestazione di interesse per l’inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Studio Geologico e Sismico con Analisi di Risposta Sismica Locale (III livello)” - geol. G. Scannavini, novembre 2016.
- “Manifestazione di interesse per l’inserimento nel POC Area Bazzanese dei lotti siti in località Calderino via 2 Agosto 1980, distinti al NCEU al Foglio 23 mappali 700e 704 – Relazione Geotecnica e di verifica di stabilità dell’Ambito nell’assetto attuale e di progetto” - ing. G. Righi, novembre 2016.

Prove eseguite: n. 2 sondaggi a carotaggio continuo; n. 2 penetrometrie CPT; prove geotecniche di laboratorio su campioni; n.3 registrazioni sismiche HVSR.

Sono disponibili indagini di repertorio archiviate per gli studi di MS comunale di Monte San Pietro (livello 2 e livello 3): sondaggi a carotaggio continuo (con inclinometro; con prova sismica in foro “Down-Hole”); penetrometrie statiche CPT e dinamiche DP; registrazioni sismiche HVSR



Proposta n. 3a - Localizzazione delle indagini geognostiche/geofisiche disponibili (a sx: Rel. Geologica G. Scannavini 2016; a dx: stralcio cartografia delle indagini studi MS livello 3)

Caratterizzazione e criticità geologica/idrogeologica/idraulica

Dal punto di vista geomorfologico e geologico, l'area di intervento è situata nel versante con pendenza media locale di 13° situato in sx idrografica del torrente Lavino, tra le quote 130 m e 145 m slm. Il versante è caratterizzato da coperture sub affioranti attribuite a depositi di "frana quiescente complessa" (cfr. cartografia geologica RER). Il bedrock è riconducibile alla Formazione di Cigarello (CIG).

Si segnala che nei primi anni 80 del secolo scorso, l'area è stata interessata da movimenti franosi che hanno coinvolto marginalmente alcune abitazioni esistenti.

L'area è compresa nelle "aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate (cfr. art. 6.2 NTA PTCP). Tale perimetrazione inserisce l'area di previsione nella "zona 4: area da sottoporre a verifica" e pertanto gli interventi sono normati dall'art. 2.11 del PSC e dagli artt. 6.5, 6.6 e 6.7 delle NTA del PTCP vigente. In particolare, l'adozione di nuove previsioni edilizie è subordinata a studi geologici e geotecnici finalizzati a definire le caratteristiche e lo stato di "attività" della frana già classificata quiescente, a verifiche della stabilità dell'area ed a indicare gli eventuali e opportuni interventi di mitigazione da realizzare.

In tal senso, sono già stati realizzati alcuni interventi di mitigazione (pozzi drenanti; cunette per la regimazione superficiale). Sono stati inoltre effettuati monitoraggi nella porzione di versante compreso nel perimetro urbanizzato (sondaggio con inclinometro; piezometri; ecc.) che hanno evidenziato come l'opera di consolidamento contribuì a mantenere stabile l'area (cfr. Relazione Geologica, Geol. Scannavini, 2016).

Il versante è stato tuttavia oggetto di ulteriori indagini "in situ" e di studi di stabilità, in particolare di:

- 1) prove e analisi effettuate nel 2016 per lo studio di MS comunale (livello 3) nella porzione nord della frana quiescente che ne definiscono uno spessore di circa 6,5 m dedotti dal profilo delle velocità di taglio ricavato dalla prova "Down-Hole". Sono state eseguite analisi di stabilità di "livello 3" con il metodo degli spostamenti, senza aver riscontrato spostamenti in presenza di

moto sismico. Gli approfondimenti di MS comunale consentono di includere l'area di previsione in zona "stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche" (DGR 2193/2015);

- 2) prove (sondaggi e penetrometrie CPT) e analisi effettuate nell'area di intervento n.3 (geol. Scannavini, 2016) e cioè sul medesimo pendio, che evidenziano coperture prevalentemente argillose di spessore variabile da 8,6 m (S2) a circa 13 metri (S1; CPT1; CPT2). Lo studio geotecnico dell'area di intervento n.3 (ing. Righi, 2016) ha inoltre elaborato uno specifico studio di stabilità del pendio. La citata analisi evidenzia valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati tali da garantire la stabilità del pendio sia in condizione statica che sismica.

Dal punto di vista idrogeologico, la Relazione Geologica (geol. Scannavini, 2016) elaborata per l'area di intervento n.3 descrive una soggiacenza piezometrica misurata nei fori delle prove CPT compresa tra 7,55 m e 8,00 m (foro chiuso). Occorre tuttavia precisare che le condizioni geomorfologiche (versante) e litostratigrafiche, così come la regimazione delle acque superficiali, condizionano significativamente la circolazione idrica e il livello piezometrico locale.

Dal punto di vista idraulico, non sussistono particolari criticità legate al reticolo naturale principale (T. Lavino), come confermato dalla cartografia prodotta per il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Direttiva Europea 2007/60/CE). Le analisi ambientali elaborate per il QC del PSC di Monte San Pietro, inoltre, non hanno evidenziato particolari criticità locali riconducibili a potenziale trasporto solido del reticolo minuto che interferisce con il tessuto urbano esistente (geol. Sangiorgi, 2010), come confermato anche dai rilievi sul posto (geol. Scannavini, 2016).

È tuttavia chiaro che il contesto geomorfologico e litostratigrafico nel quale ricade l'area imporrà un'attenta progettazione della regimazione delle acque superficiali al fine di evitare pericolosi innalzamenti della falda idrica locale rispetto allo stato attuale.

Valutazioni geotecniche

Le prove CPT e i sondaggi eseguiti nell'area di intervento n.3 (geol. Scannavini, 2016) consentono una preliminare valutazione litotecnica dei sedimenti attraversati. Le prove evidenziano:

- fino a circa -3,5 metri → sedimenti più superficiali argillosi e argilloso limosi, caratterizzati da resistenze alla punta qc molto variabili per le differenti condizioni di rimaneggiamento e/o essiccamento;
- da -3,5 m a -7 metri → sedimenti argillosi e argilloso limosi, caratterizzati da valori di qc da mediocri (>1.000 kPa) a discreti.

Occorre rammentare che l'assenza di falda (rilevata a circa -7,5 m) può indurre significativi effetti di sovra consolidazione (reversibile) per essiccamento nelle argille limose rimaneggiate e valutazioni della qualità meccanica falsate. In caso di saturazione dei sedimenti, si potrebbe invece riscontrare il decadimento delle caratteristiche di resistenza intrinseche e delle proprietà meccaniche. Per questo motivo, le successive analisi da adempiere nelle fasi di progettazione delle costruzioni, dovranno valutare con cura le opere di regimazione delle acque superficiali, le opere di sostegno degli scavi, la profondità di incastro e la tipologia/geometria delle fondazioni. In tal senso si consiglia fin da ora di prevedere un sistema di fondazioni profonde (pali) per i manufatti da realizzare.

Pericolosità sismica

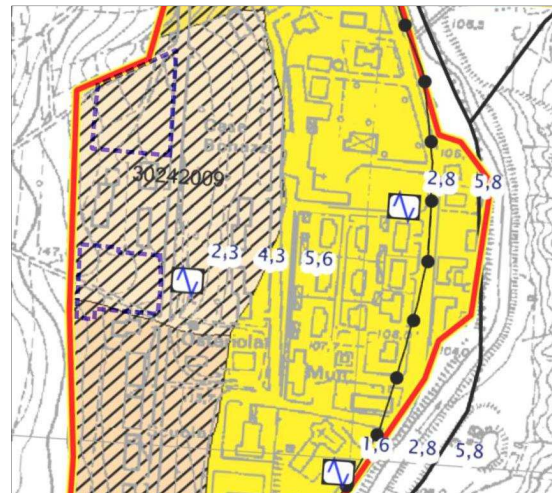
Microzonazione sismica comunale vigente (DAL 112/2007)

L'area di intervento ricade in <<zone suscettibili di instabilità>> per instabilità di versante quiescente (cfr. studio di microzonazione sismica di livello 2 di Monte San Pietro, 2013). Morfologia: pendii con acclività <15° e/o >=15°.

Sono richiesti approfondimenti di livello 3 (rilievi in sito di dettaglio; verifiche di stabilità con metodi pseudo-statici e/o dinamici; analisi numerica della risposta sismica locale).

Aggiornamenti della microzonazione sismica di livello 1 e 2 (DGR 2193/2015)

Le indagini e gli ulteriori approfondimenti per la MS comunale hanno permesso un aggiornamento della cartografia delle aree suscettibili di effetti locali/MOPS. L'area di intervento viene inclusa nelle <<zone di attenzione per instabilità>> e in particolare nella zona "20242009" (zona di attenzione per instabilità di versante quiescente, complessa). Sono richiesti approfondimenti di livello 3.



*Proposta n. 3 – Stralcio della cartografia
MOPS (aggiornamento della MS comunale
2016)*

Approfondimenti sismici di livello 3 (DGR 2193/2015)

Le indagini eseguite per gli aggiornamenti della MS comunale (sondaggio a carotaggio continuo con prova sismica in foro "Down-Hole; registrazioni sismiche HVSR) hanno consentito l'elaborazione di analisi numeriche della RSL e di verifiche numeriche della stabilità di versante in condizioni dinamiche. Per quanto riguarda la RSL numerica, i fattori di amplificazione medi estrapolabili alla zona "20242009" risultano:

$$FA(Pga) = 1,7$$

$$FA SI(0,1s \div 0,5s) = 1,8$$

$$FA SI(0,5s \div 1,0s) = 1,3$$

$$FA SI(0,5s \div 1,5s) = 1,2$$

Le verifiche numeriche della stabilità di versante hanno considerato il corpo di frana quiescente complessa che interessa un'ampia porzione dell'abitato di Calderino e che comprende l'area di intervento (sigla MOPS: 30242009). Le simulazioni, basate sugli accelerogrammi più cautelativi ricavati dalla RSL numerica ($Pga = 0,31g$), non hanno riscontrato spostamenti in presenza di moto sismico.

Gli approfondimenti di MS comunale consentono di includere l'area di previsione in zona "stabile suscettibile di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche" (DGR 2193/2015).

Le ulteriori indagini eseguite nell'area di intervento n.3 (sondaggi; penetrometrie), hanno permesso di elaborare nuove verifiche numeriche di stabilità della porzione di versante di interesse (ing. Righi, 2016). Queste ulteriori verifiche sono state elaborate sia in condizioni statiche sia

sismiche (NTC 2008) e considerando anche le variabili di progetto preliminare (scavi/sistemazioni del versante; strutture di sostegno; edifici). Queste ulteriori verifiche hanno evidenziato valori del coefficiente di sicurezza abbastanza elevati ($F_s > 1,27$) e tali da mantenere la stabilità del pendio anche ad interventi edificatori realizzati.

Condizioni di fattibilità intervento/i

Gli approfondimenti geologici e geotecnici espletati nell'area indicano la stabilità complessiva della porzione di versante che comprende l'area di previsione. Questi approfondimenti soddisfano quanto richiesto dalla citate norme del PSC (art. 2.11) e del PTCP (artt. 6.5, 6.6 e 6.7).

Gli interventi di previsione sono pertanto da ritenersi fattibili, sulla base degli approfondimenti espletati nell'area di intervento n.3 e nel rispetto delle seguenti indicazioni riportate nella relazioni geologiche e geotecniche di approfondimento (geol. Scannavini, 2016; ing. Righi, 2016) alle quali si rimanda e cioè, in sintesi:

- mantenere adeguate condizioni di sicurezza rispetto ai fenomeni di instabilità globale, realizzando opportune opere di sostegno degli scavi. Tali opere dovranno essere definite e dimensionate in funzione del tipo e dell'entità degli interventi previsti e dovranno prendere in esame non solo la stabilità locale degli scavi ma anche e soprattutto la stabilità generale del versante sul quale insistono. A titolo esemplificativo, si indicano strutture quali muri di sostegno su pali, berlinesi di pali o micropali o altre strutture drenanti dotate di tiranti di ancoraggio al terreno di monte;
- mantenere inalterato il regime idrologico sotterraneo e superficiale esistente. In tal senso è indispensabile prevedere la progettazione delle opportune opere (di drenaggio e/o deflusso) necessarie ad evitare pericolosi innalzamenti del livello della falda idrica;
- salvaguardare la funzionalità delle opere di drenaggio esistenti (pozzi drenanti) e consentirne l'ispezione periodica.

Gli ulteriori studi da espletarsi nella fase attuativa dovranno approfondire gli aspetti di caratterizzazione geotecnica, sismica e di stabilità globale in relazione alle caratteristiche prestazionali dei manufatti da realizzare e in coerenza con le vigenti NTC.

È consigliabile fin da ora prevedere un sistema di fondazioni profonde (pali) per i manufatti da realizzare.

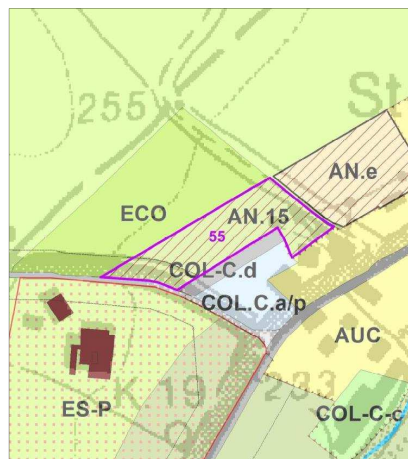
Il "Piano delle Indagini" di minima per la fase attuativa dovrà prevedere:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, entrambi da approfondire fino ad almeno 20 metri
- n. 3 campioni indisturbati (es. "Shelby") complessivi e indagini di laboratorio terre (caratterizzazione geotecnica compresi limiti di Atterberg; prove di taglio diretto in condizioni drenate con determinazione dei parametri di resistenza residua);
- n. 3 prove penetrometriche CPT e/o DPSH da approfondire fino a "rifiuto strumentale";
- n. 2 piezometri per monitoraggio del livello piezometrico.

3.7 SINTESI FATTIBILITA' GEOLOGICA/SISMICA PROPOSTA N. 55 (SUB AMBITO AN.15)

Sintesi descrittiva Ambito

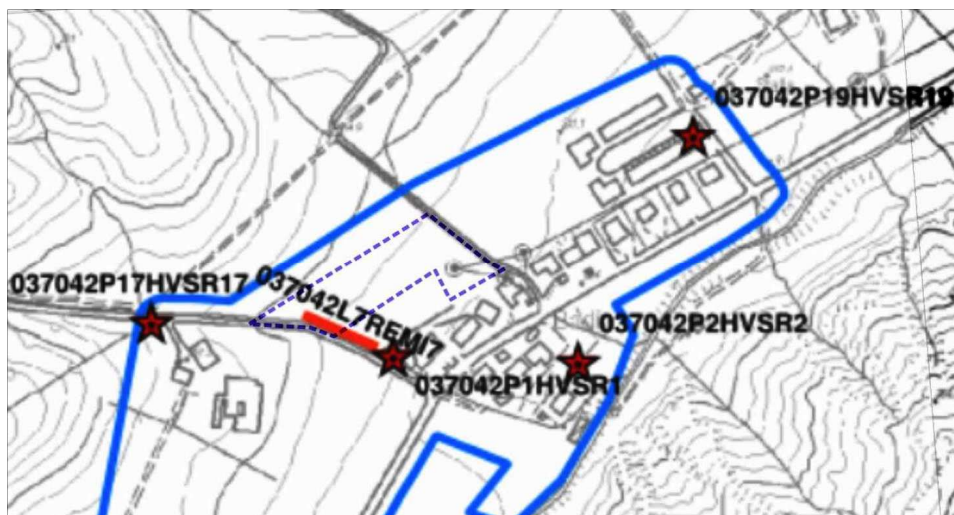
Sub Ambito per nuovi insediamenti urbani (AN) residenziali da sviluppare intorno ad uno spazio di aggregazione pubblico.



Proposta n.55 - Stralcio cartografia RUE

Indagini disponibili

Sono disponibili indagini di repertorio archiviate per gli studi di MS comunale di Monte San Pietro (livello 2 e livello 3): stendimento sismico REMI; registrazioni sismiche HVSR



Proposta n.

55 - Localizzazione delle indagini geognostiche/geofisiche disponibili

Caratterizzazione e criticità geologica/idrogeologica/idraulica

Dal punto di vista geomorfologico e geologico, l'area di intervento è situata nel fondovalle in sinistra idrografica del torrente Lavino, tra le quote 140 m e 150 m slm. L'acclività media dell'area è

pari a circa 5°. Il fondovalle è caratterizzato da coperture recenti prevalentemente fini e sabbiose, attribuite a deposizione per degradazione eluvio-colluviale del bedrock che costituisce il sovrastante versante. La coltre eluvio-colluviale sovrasta il bedrock marino rappresentato da argille scagliose e argilliti intensamente tettonizzate (Formazione di Poggio: sigla FPG). La presenza di depositi eluvio-colluviali, con spessori che possono risultare anche significativi (>10 metri), è legata alla facile erodibilità del bedrock che forma il versante più elevato (arenarie di Monte Adone e "Argille Azzurre" plioceniche).

Dal punto di vista idrogeologico, non sono disponibili rilievi piezometrici di dettaglio, tuttavia si può ipotizzare che per le condizioni geomorfologiche locali (versante e fondovalle) e litostratigrafiche (coperture eluvio-colluviali), la circolazione idrica e il livello piezometrico locale possono essere caratterizzate da un'elevata variabilità stagionale.

Dal punto di vista idraulico, non sussistono particolari criticità legate al reticolo naturale principale (T. Lavino), come confermato dalla cartografia prodotta per il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Direttiva Europea 2007/60/CE). Le analisi ambientali elaborate per il QC del PSC di Monte San Pietro, hanno evidenziato una moderata criticità riconducibile alla capacità erosiva del bacino secondario nel quale ricade l'area di intervento e al potenziale trasporto solido del reticolo minuto che interferisce con il tessuto urbano esistente (geol. Sangiorgi, 2010). Si segnala, pertanto, la necessità di un'accurata progettazione della regimazione delle acque superficiali e di un'attenta analisi della capacità di deflusso rispetto ai nodi potenzialmente critici (tombature; fognature). In questo senso, gli interventi di progetto dovranno prevedere soluzioni di sistemazione finalizzate a limitare/ridurre le condizioni di potenziale erosione e di trasporto solido.

Valutazioni geotecniche

Per l'area di intervento non sono disponibili indagini geognostiche in grado di fornire spessori, tessiture e qualità meccaniche dei sedimenti che costituiscono la coltre più superficiale di depositi eluvio-colluviali. Come già descritto, lo spessore di queste coperture può risultare anche significativo (>10 metri) ed eterogeneo, per la facile erodibilità del bedrock che forma il versante più elevato.

Pericolosità sismica

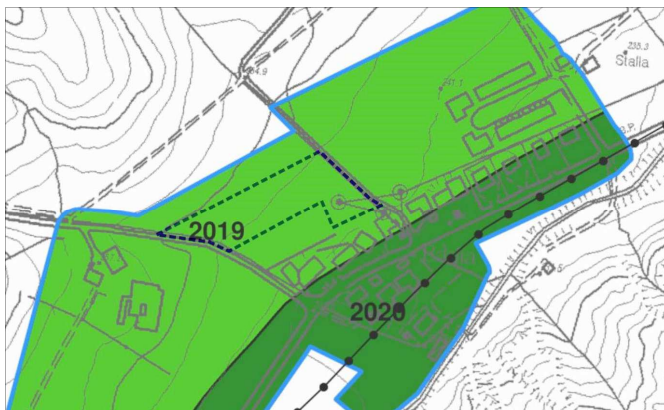
Microzonazione sismica comunale vigente (DAL 112/2007)

L'area di intervento ricade in <<zone stabili suscettibili di amplificazioni locali>> (cfr. studio di microzonazione sismica di livello 2 di Monte San Pietro, 2013). Coperture alluvionali sovrastanti bedrock non rigido (ADO2; FPG; AVSa). Morfologia sub-piana (<15°). Spessore coperture H≈10 m (coperture + bedrock alterato).

Vs10 ≈300 m/s.

E' sufficiente un approfondimento sismico di livello 2.

Le registrazioni HVSr evidenziano amplificazioni H/V non significative con frequenze medio-alte.



Proposta n. 55 – Stralcio della cartografia MOPS (MS comunale, 2013)

Aggiornamenti della microzonazione sismica di livello 2 (DGR 2193/2015)

Sulla base dei dati disponibili (MS comunale di livello 2, 2013), l'Ambito è ascrivibile al macro contesto geologico-sismico di "Appennino" (con substrato non rigido, cioè caratterizzato da $V_s < 800$ m/s; spessore coperture $H \approx 10$ m (coperture più bedrock alterato) con $V_{s10} \approx 300$ m/s.

E' sufficiente un approfondimento sismico di livello 2.

La Agref risulta pari a 0,161g (TR =475 anni, vedi griglia pericolosità di base INGV).

I fattori di amplificazione semplificati risultano:

FA(Pga) =1,8

FA SI(0,1s÷0,5s) =1,6

FA SI(0,5s÷1,0s) =1,4

Condizioni di fattibilità intervento/i

Gli interventi di previsione sono da ritenersi fattibili e non emergono particolari elementi prescrittivi.

Sono tuttavia richieste nuove indagini geognostiche/geofisiche in relazione alle caratteristiche prestazionali dei manufatti da costruire e ai sensi delle vigenti NTC.

Gli ulteriori studi da espletarsi nella fase attuativa dovranno approfondire gli aspetti di caratterizzazione geotecnica, sismica e di stabilità globale in relazione alle caratteristiche prestazionali dei manufatti da realizzare e in coerenza con le vigenti NTC.

È necessaria un'accurata progettazione della regimazione delle acque superficiali e un'attenta analisi della capacità di deflusso rispetto ai nodi potenzialmente critici (tombature; fognature). In questo senso, gli interventi di progetto dovranno prevedere soluzioni di sistemazione finalizzate a limitare/ridurre le condizioni di potenziale erosione e di trasporto solido.

Il "Piano delle Indagini" di minima per la fase attuativa dovrà prevedere:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo da approfondire fino ad almeno 20 metri
- n. 2 campioni indisturbati (es. "Shelby") e indagini di laboratorio terre (caratterizzazione geotecnica compresi limiti di Atterberg; prove di taglio diretto in condizioni drenate con determinazione dei parametri di resistenza residua);
- n. 3 prove penetrometriche CPTe e/o CPT e/o DPSH da approfondire fino a "rifiuto strumentale";
- n. 1 piezometro per monitoraggio del livello piezometrico.