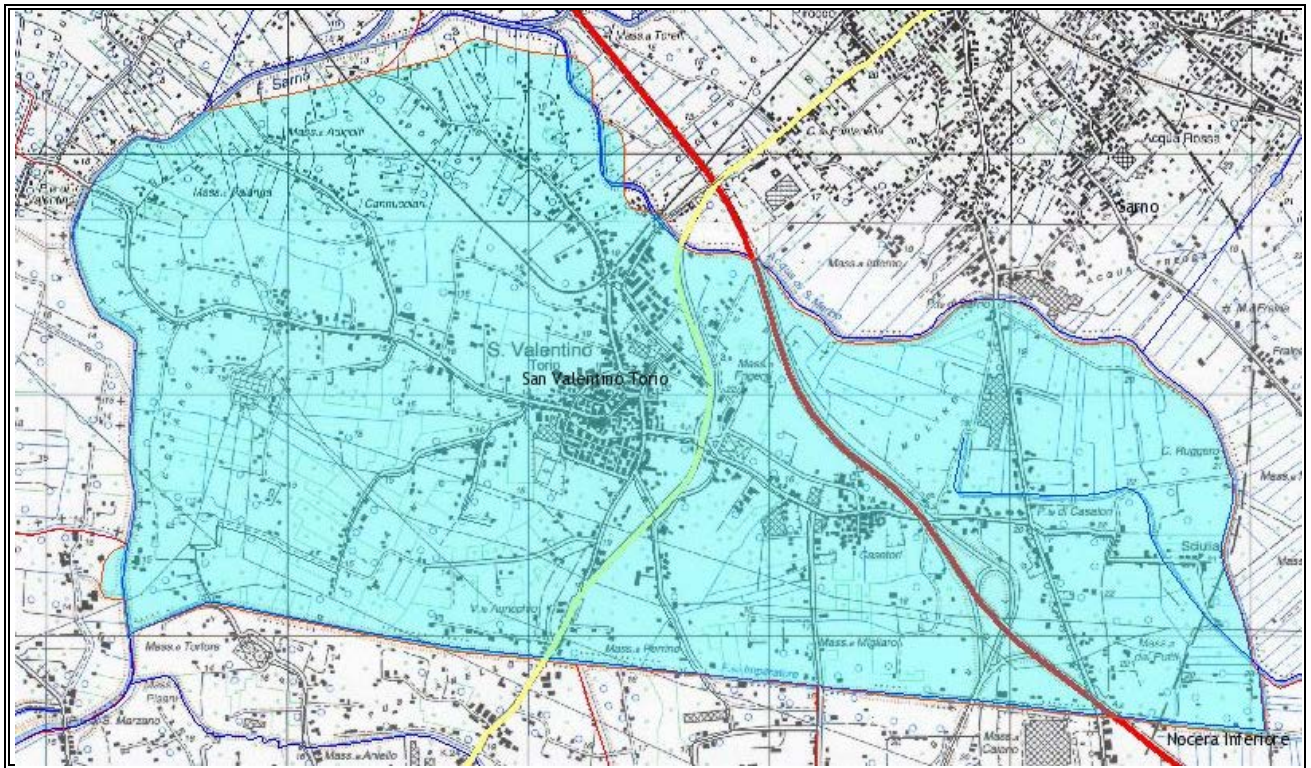


COMUNE DI S. VALENTINO TORIO



P. U. C.

[PIANO URBANISTICO COMUNALE]

RELAZIONE GEOLOGICA

Sommario

PREMESSA	3
UBICAZIONE E MORFOLOGIA DELL'AREA.....	6
ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	7
IDROGEOLOGIA	9
RISCHIO NATURALE DELL'AREA.....	10
FIG. N° 9 Spessori di ceneri vulcaniche previste per una eventuale eruzione del vesuvio	Errore. Il segnalibro non è definito.
FIG. N° 10 Peso previsto delle ceneri vulcaniche per una eventuale esplosione del Vesuvio	Errore. Il segnalibro non è definito.
CONSIDERAZIONI SULL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO...	18
DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	21
MODELLO DEL SOTTOSUOLO	30
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	32
LIQUEFAZIONE SPONTANEA.....	40
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	42
ELABORATI CARTOGRAFICI	46
PRESCRIZIONI D'USO A CARATTERE GEOLOGICO	48
CONCLUSIONI	49

PREMESSA

Il Comune di San Valentino Torio (SA) con determina n° 06 del 12-01-2015 ha conferito allo scrivente *Geologo Carmine Domenico Manganiello* l'incarico di eseguire uno studio geologico-tecnico nell'ambito del progetto "P.U.C. Piano Urbanistico Comunale". Il territorio comunale presenta diverse aree a rischio idraulico così come riportato dalla cartografia del P.S.A.I. redatte dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale. La cartografia dell'intero territorio è riportata su diversi fogli vedi la carta del rischio idraulico e della pericolosità idraulica ricostruite dagli stralci della cartografia del PSAI, quelle relative al rischio frana non vengono riportate in quanto il territorio comunale è interamente pianeggiante e quindi scevra da tali fenomeni. Il comune di San Valentino Torio è attraversato dal fiume Sarno che è stato inserito nell'omonimo parco Regionale, in Fig. 1 (scala 1:25000) viene riportato lo stralcio della perimetrazione del parco.

Lo studio, pertanto, ha avuto l'obbiettivo di:

- verificare l'eventuale esistenza di problemi stratigrafici, tettonici, neotettonici, morfologici, idrogeologici che in qualche modo potessero essere pregiudizievoli per il territorio comunale;
- definire il modello geologico-tecnico del sottosuolo e caratterizzare il territorio dal punto di vista sismico.

Lo scrivente, per dar seguito agli obiettivi, ha proceduto ad:

- una accurata ricerca bibliografica e cartografica volta ad inquadrare le caratteristiche geologiche del territorio;
- un numero sufficiente di dettagliati sopralluoghi preliminari su di un'area più ampia della zona d'intervento con lo scopo di descriverne gli aspetti morfologici più significativi;
- una verifica delle eventuali condizioni di attività di strutture tettoniche locali (neotettoniche) al fine di valutarne l'incidenza sull'utilizzo in sicurezza dell'area studiata;
- un approfondimento dello studio geognostico dell'area al fine di conoscerne le caratteristiche litostratigrafiche più significative, le

caratteristiche tecniche dei principali orizzonti, le eventuali variazioni di omogeneità di facies litologica nonché la caratterizzazione sismica dei terreni;

- uno studio delle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche del territorio comunale in funzione dell'eventuale utilizzazione e protezione delle risorse idriche.

I risultati ottenuti dai sopralluoghi e dalle prove di campagna hanno consentito di stilare la seguente relazione nella quale, tenuto conto delle condizioni geologiche locali, dei dati reperibili in letteratura, dei risultati acquisiti nelle indagini eseguite sul territorio comunale, dei risultati del rilevamento eseguito sul territorio che comprende l'area studiata nonché del grado di sismicità di esso, si danno indicazioni su:

- la struttura stratigrafica del sito;
- la caratterizzazione geotecnica e la modellazione sismica dei terreni;
- l'andamento della falda idrica.

I risultati dello studio, inquadrati in un più ampio contesto territoriale, hanno permesso la stesura della presente "Relazione" conclusiva ed esplicitiva dei risultati delle indagini già in possesso del comune e rielaborate con l'obiettivo di fornire indicazioni utili per l'approvazione del progetto.

Alla relazione sono allegati:

- le "Prove eseguite e disponibili" contenente gli elaborati relativi a tutte le indagini eseguite nell'area nonché le indagini disponibili più significative eseguite in una larga fetta di territorio comunale consistenti in sondaggi geognostici, prove penetrometriche dinamiche leggere e pesanti DPSH e prove sismiche;
- la carta ubicazione dei sondaggi e prove, la carta geolitologica, la carta geomorfologica, la cartae della stabilità, la carta idrogeologica e la carta della microzonazione sismica, tutte in scala 1:5.000;

Lo scrivente ha utilizzato, infine, dati e notizie assunti da ricerche bibliografiche e di archivio. A tale scopo, lo scrivente ha articolato il lavoro secondo le fasi e

nell'ordine illustrato nella presente relazione. Nella fase iniziale è stata condotta una raccolta e sistematizzazione dei dati bibliografici esistenti in letteratura, la quale ha permesso una caratterizzazione "a grande scala" dell'area oggetto di studio. Successivamente si è proceduto all'analisi delle risultanze degli elaborati a supporto degli strumenti urbanistici in possesso dell'Ente considerati utili alla definizione del modello geologico di base. Al fine di acquisire ulteriori elementi ritenuti di interesse, è stata poi programmata ed eseguita una campagna di prospezioni geognostiche suppletive, così articolata

- indagine di verifica e misura della falda acquifera, in corrispondenza di diversi pozzi e punti di prelievo presenti nel territorio comunale;
- indagine sismica, basata sull'analisi dei microtremori e condotta in n.11 punti considerati significativi e/o con necessità di approfondimento.

L'insieme dei dati raccolti, uniti alle conoscenze dirette acquisite in occasioni anche diverse dal presente lavoro, hanno permesso di tracciare un modello geologico sufficientemente completo ed esaustivo. Il presente lavoro è stato redatto secondo le disposizioni della normativa vigente e, in particolare:

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Legge 10 dicembre 1981, n. 741, Ulteriori norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche
- Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- Legge 24 febbraio 1992, n. 225, Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile
- Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Decreto del Ministro dell'interno 13 Febbraio 2001, Adozione dei "Criteri di massima per l'organizzazione dei soccorsi sanitari nelle catastrofi" (pubblicati nella G.U. n. 116 del 12 maggio 2001).
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Legge 27 luglio 2004, n. 186, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, “Disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse”.
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario – “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009

UBICAZIONE E MORFOLOGIA DELL'AREA

Il Comprensorio comunale di San Valentino Torio (SA) è compreso nel Foglio 185 III NE (SARNO) della Carta Topografica d'Italia redatta dall' I.G.M. (vedi Fig. 2). Il Territorio comunale è ubicato nella parte bassa dei rilievi carbonatici ubicati ai confini del territorio di Sarno. Le quote altimetriche del comprensorio comunale, ricavate dalla tavoletta in scala 1 : 5000, variano tra i 12 ed i 29 metri. Onde individuare i caratteri geologici, geomorfologici, ed idrogeologici è stato effettuato un rilevamento dell'intero territorio comunale , che è parte integrante della piana del Sarno. I rilievi che bordano la piana sono formati nella loro struttura principale da elementi della serie carbonatica Mesozoica di piattaforma nelle sue varie facies. La conformazione geomorfologica del fondovalle denuncia in modo chiaro che la sua conformazione è stata alimentata soprattutto da apporti alluvionali. Il centro storico di San Valentino Torio e quello della frazione Casatori si trovano nella parte centrale del territorio e anche se con piccole differenze di quote

rappresentano un alto morfologico rispetto alla restante parte del territorio e con pendenze che non superano il 5-6% tendenti verso il letto del fiume Sarno.

Dal Foglio 185 - SALERNO della Carta Geologica d'Italia (vedi Fig. 3) i terreni del comune di San Valentino Torio sono rappresentati da una successione di prodotti vulcanici alternati a materiali di natura alluvionale. Il materiale vulcanico di età compresa tra il tardo Neogene ed il Quaternario si presenta sufficientemente omogeneo nella sua estensione orizzontale ed è formato da tufi, da suoli e materiale piroclastico. Le rocce carbonatiche sono affioranti nei rilievi che bordano ad est e a nord tutta la Piana, mentre nella piana alluvionale rappresentano il basamento rigido calcareo sul quale poggiano i terreni quaternari. Gli Appennini meridionali sono una catena montuosa costituita dalla sovrapposizione di falde continentali a vergenza orientale e nord-orientale. A seguito del sollevamento della parte centrale della catena, avvenuto a partire dal Pliocene superiore, e dello smembramento del suo margine occidentale, dovuto alle intense fasi tettoniche a carattere distensivo connesse con l'apertura del Mar Tirreno, si è formata la vasta depressione della Piana (vedi Fig. 4). Questa, a sua volta suddivisa in una serie di horst e graben a direzione NE-SW, è delimitata da faglie dirette e verticali orientate in direzione NE-SW e NW-SE. Il campo di stress regionale cui si deve la formazione delle Piane Campana e Nocerina Sarnese, ha altresì determinato le condizioni per la formazione e per la risalita dei magmi ad affinità alcalino-potassica che hanno alimentato l'attività eruttiva quaternaria dei vulcani campani.

ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio del Comune di S. Valentino Torio presenta una estensione di 9.03 km² e confina a Nord ed Est con il Comune di Sarno, a Sud-Est con il territorio comunale di Nocera Inferiore, a Sud-Ovest con il Comune di S. Marzano sul

Sarno e Scafati ed a Ovest con il territorio di Palma Campania.

Le caratteristiche topografiche generali dell'area (Comune di S. Valentino Torio) sono riferibili ad una zona essenzialmente pianeggiante, con quote che variano dai circa 12-14 m slm della zona occidentale, ai 17-22 m slm della zona orientale e raggiungono il top di 29 m slm nella zona centrale. Le pendenze medie riscontrate sono del 4%: però c'è da segnalare valori specifici di pendenza intorno al 6% per le aree poste al centro del territorio comunale e del 2% sia per le aree poste a Sud che lungo la direzione Est-Ovest. Gli aspetti morfologici esaminati indicano in definitiva l'assenza di dissesti in atto o potenziali per i luoghi di interesse: infatti la scarsa pendenza e l'assenza di fenomeni di erosione dei terreni superficiali conferiscono ai terreni stessi una condizione di generale stabilità.

Per quanto attiene la geologia è da ricordare che l'area oggetto di studio è compresa nella Piana del Sarno tra i rilievi carbonatici dei Monti Lattari e dei Monti di Sarno, l'edificio vulcanico del Somma Vesuvio ed il Fiume Sarno. La successione stratigrafica riportata in letteratura dei terreni superficiali ed a media profondità della Piana comprende, al di sopra dei depositi tufacei della "Ignimbrite Campana", presente pressoché omogeneamente nell'intera Piana, una serie di depositi piroclastici in sede (tufi, scorie, pomice, lapilli, ceneri e pozzolane) e rimaneggiati (prodotti dall'erosione), intercalati da episodi limno-palustri e detritici, questi ultimi provenienti dall'erosione dei rilievi carbonatici.

La situazione geologica generale descritta fa riferimento agli eventi tettonici che hanno individuato nel Pliocene il noto graben costiero della Piana Campana, progressivamente colmato per spessori di oltre 2000 metri da depositi piroclastici, direttamente provenienti dall'attività del Somma Vesuvio e dei Campi Flegrei o rimaneggiati con deposizione in ambiente marino, palustre e subaereo.

Nel settore di interesse della Piana (territorio comunale S. Valentino Torio), a tetto ed a letto dell'orizzonte tufaceo, riferibile alla formazione dell'Ignimbrite Campana (35000 anni fa), sono presenti strati con spessore variabile, di depositi piroclastici, costituiti da pomici, cineriti e pozzolane, intercalati da frequenti episodi alluvionali, palustri e marini, a granulometria prevalentemente sabbiosa e limosa. Al di sopra dei depositi ora descritti è possibile riconoscere 4 diverse litozone, così descritte:

- depositi di versante e colluviali con diverso grado di alterazione, sabbie e sabbie siltose;
- Alluvioni di conoide che a luoghi diventa matrice di lenti di ghiaie calcaree;
- Limi torbosi e/o sabbiosi;
- Alluvioni di conoide sabbiose-limose.

Alla base di questi depositi, con profondità di deposizione variabili da -15 metri a -18 metri, si rinviene un orizzonte tufaceo, dapprima sotto forma di sabbia tufacea addensata, poi a partire dai - 30.0 m dal p.c., in facies litoide e fessurata.

IDROGEOLOGIA

L'idrogeologia della Piana del Sarno è condizionata dalla presenza di un acquifero multistrato, mediamente produttivo, alimentato, oltre che dagli apporti meteorici, dal deflusso idrico sotterraneo proveniente dagli acquiferi carbonatici che la bordano. I litotipi costituenti la Piana hanno una permeabilità estremamente variabile, sia in senso verticale che in quello orizzontale, in funzione della granulometria; si distinguono, in particolare, orizzonti più produttivi quali gli strati di pomici, lapilli, scorie, pozzolane e ghiaie (permeabili per porosità) ed orizzonti semipermeabili o impermeabili quali le formazioni tufacee, cineritiche, limose ed argillose.

Anche se localmente è possibile individuare un frazionamento della circolazione idrica sotterranea a causa delle caratteristiche deposizionali e granulometriche

dei sedimenti, su scala regionale si rileva l'intercomunicazione delle diverse falde idriche sia per soluzioni nella continuità degli strati impermeabili, che per fenomeni di drenanza degli acquiferi più profondi.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrodinamiche del complesso piroclastico e detritico, che caratterizza il settore della Piana in esame, da studi precedentemente svolti (Celico et alii, 1991), risulta che la trasmissività è compresa tra $2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec.}$ e $6.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec.}$

La morfologia piezometrica, invece, evidenzia un generale adattamento alla topografia con direttrici di deflusso che si sviluppano secondo un andamento a raggiera, individuando l'asse di drenaggio principale nel Fiume Sarno.

Infine, per quanto riguarda le condizioni ai limiti, si rileva che la struttura carbonatica dei Monti Lattari alimenta la Piana, attraverso la coltre di depositi detritici, così come dimostra l'incremento della cadente piezometrica e della trasmissività rilevata in queste formazioni, nonché l'assenza di sorgenti al limite. In considerazione che la falda è molto superficiale ha una grossa escursione stagionale e presenta un potenziale di inquinamento alto così come si rileva dallo stralcio cartografico della Regione Campania (vedi fig. 5) (la fig. 6 riporta l'andamento della falda in tutta la piana del Sarno,).

RISCHIO NATURALE DELL'AREA

L'attività del nostro Pianeta è regolata dall'azione contemporanea dei processi endogeni ed esogeni che modellano il paesaggio che ci circonda. I processi endogeni, che si sviluppano all'interno della terra, si manifestano attraverso le attività vulcanica, tettonica e sismica, capaci di sprigionare enormi quantità di energia. Al contrario, i processi esogeni, che operano sulla superficie terrestre, modificano la topografia attraverso l'erosione, il trasporto e la sedimentazione. Talvolta l'aspetto del paesaggio naturale è modificato da questi processi con

velocità non apprezzabile dall'occhio umano. La dinamica delle placche e quindi la formazione di orogeni o di bacini, i fenomeni di subsidenza (dovuti a tettonica o generati dalla diagenesi dei sedimenti, sia naturale sia indotta da processi antropici), i movimenti eustatici (variazione del livello del mare causata dalle oscillazioni climatiche) e quelli isostatici (come il sollevamento del terreno a seguito dello scioglimento delle calotte glaciali) si manifestano, di norma, con velocità di qualche millimetro/centimetro l'anno. In altri casi la morfologia del territorio viene mutata in pochi attimi, in occasione di frane, valanghe, alluvioni, terremoti ed eruzioni vulcaniche, eventi naturali catastrofici che si sviluppano rapidamente e con grande violenza. La superficie del Pianeta è pertanto sottoposta a un ciclo interrotto di genesi e trasformazione del proprio aspetto. Tale evoluzione naturale, entrando in relazione con l'uomo e le sue attività, genera l'insorgere del "Rischio Naturale", che è funzione della distribuzione territoriale dei fenomeni geologico-idraulici, sismici e vulcanici, della loro pericolosità e frequenza, e della presenza di strutture antropiche. La particolare conformazione geologica del nostro Paese e la sua elevata densità di popolazione fanno sì che gran parte del nostro territorio nazionale sia interessato da situazioni di rischio naturale. La "tettonica attiva" comprende i processi di tipo endogeno che producono movimenti e deformazioni della crosta terrestre su una scala temporale significativa, in relazione alla vita e alle attività umane. Alla tettonica attiva sono associati i terremoti e l'attività vulcanica.

La complessità geodinamica del bacino Mediterraneo si riflette nella forte variabilità del vulcanismo italiano, in cui sono presenti praticamente tutti i tipi di eruzione e i cui prodotti coprono quasi interamente lo spettro delle rocce magmatiche. L'attività dei vulcani italiani è attualmente molto intensa e produce una serie di fenomeni che, talvolta, rappresentano un serio pericolo per l'uomo, le

sue attività e l'ambiente. Le principali fonti di pericolosità associate all'attività vulcanica sono rappresentate dal lancio e caduta di proiettili magmatici e ceneri dal cratere, dall'emissione di colate laviche, dallo scorrimento di flussi piroclastici (nubi ardenti) e colate di fango (lahars) lungo i fianchi del vulcano, dalla fuoriuscita di gas, e infine da terremoti e maremoti (tsunami) indotti da collassi nell'edificio vulcanico. La regione Campania oltre ai rischi prima descritti presenta anche il rischio idrogeologico che come definito all'art.54 del D.Lgs. 152/06, è *“la condizione che caratterizza aree ove processi naturali o antropici, relativi alla dinamica dei corpi idrici, del suolo o dei versanti, determinano condizioni di rischio sul territorio”*.

Il territorio della regione Campania è caratterizzato da una forte propensione al dissesto idrogeologico, da un elevato rischio sismico e da un elevato rischio vulcanico, che peraltro coinvolge una delle zone più densamente popolate. Nell'ambito del rischio idrogeologico è da evidenziare che, oltre ai fenomeni di frane, colate rapide, alluvioni ed erosione costiera, sono presenti anche crolli sotterranei in cavità, dovuti prevalentemente ad antiche attività antropiche e localizzati diffusamente nelle aree urbane.

Nella Regione Campania le aree con tali caratteristiche sono numerose e l'esposizione al rischio geologico-idraulico (con questo termine si fa riferimento al rischio derivante dal verificarsi di eventi meteorici estremi che inducono a tipologie di dissesto tra loro strettamente interconnesse, quali frane ed esondazioni) costituisce un problema di grande rilevanza sociale, sia per il numero di vittime, che per i danni prodotti alle abitazioni, alle industrie e alle infrastrutture, che desta ancor più preoccupazione se si pensa ai potenziali futuri scenari connessi al cambiamento climatico.

La Campania è un territorio geologicamente "giovane" e pertanto soggetto a

intensi processi morfogenetici che ne modellano in modo sostanziale il paesaggio. I frequenti fenomeni di dissesto idrogeologico sono una diretta conseguenza dell'estrema eterogeneità degli assetti geologico-strutturali, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici e di un'ampia gamma di condizioni microclimatiche differenti anche in aree limitrofe o apparentemente simili. In conseguenza di tale naturale predisposizione, il dissesto si manifesta nella nostra regione con molteplici combinazioni e modalità: frane (crolli, ribaltamenti, scorrimenti, espansioni laterali, colamenti, debris e mud flow, movimenti complessi), esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, trasporto di massa lungo le conoidi nelle zone montane e collinari, esondazioni e sprofondamenti nelle zone collinari e di pianura. Il rischio idrogeologico in Campania, tuttavia, è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi erano possibili e si sono poi manifestati, a volte con effetti catastrofici. L'abbandono dei terreni montani, il continuo disboscamento, gli incendi boschivi, le numerose piste montane, l'uso di tecniche agricole invasive e poco rispettose dell'ambiente, l'estrazione incontrollata di fluidi dal sottosuolo, l'apertura di cave di prestito, la trasformazione degli alvei in strade, l'abusivismo edilizio, l'eccessiva espansione urbanistica con impermeabilizzazione dei suoli, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, il prelievo abusivo di inerti dagli alvei fluviali, discariche abusive di rifiuti in alvei, la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua, sono le principali concause che hanno sicuramente aggravato il dissesto del già fragile territorio campano. Tali rischi possono essere suddivisi in due aree tematiche: Rischio tettonico e vulcanico con i quali è associato anche il rischio sismico e Rischio geologico-idraulico.

I rischi tettonico e vulcanico ,generalmente, non mostrano trend di miglioramento o peggioramento ambientale, in quanto sono rappresentativi di fenomeni e processi naturali la cui origine non è in alcun modo controllabile dall'uomo. Solo la Classificazione sismica presenta un trend positivo dovuto al miglioramento del quadro normativo nazionale. Analogamente, nel caso del rischio geologico-idraulico, è presente un trend evolutivo dovuto all'evoluzione della normativa relativa alla pianificazione territoriale. *(La fig.7 riporta le sorgenti di rischio vulcanico e sismico che influenzano l'area di studio, la fig. 8 riporta le aree a rischio alluvioni).*

RISCHIO VESUVIO

Il Vesuvio, il più pericoloso tra i vulcani attivi italiani, è noto nel mondo soprattutto per l'eruzione del 79 d.C., che interruppe un periodo di quiescenza durato sette secoli; per circa mille anni dopo il 79 d.C. il Vesuvio continuò, con frequenti eruzioni, a riversare i suoi prodotti sulle aree circostanti. Seguì poi un periodo di quiescenza che durò circa cinque secoli, dal 1139 al 1631. Dopo la tragica eruzione del 1631, ha avuto inizio un periodo di attività eruttiva durante il quale si sono alternate fasi caratterizzate da prevalente attività stromboliana, brevi periodi di riposo che non sono mai stati superiori a sette anni e violente eruzioni miste (effusive ed esplosive). Questo periodo si concluse con l'eruzione del 1944 , che ha segnato la fine di un periodo di attività eruttiva a condotto aperto (che durava fin dalla grande eruzione del 1631) e l'inizio di un periodo di quiescenza a condotto ostruito. All'interno del documento "Scenario eruttivo dell'eruzione massima attesa al Vesuvio" – aggiornato al 2015 – è stata meglio definita l'area di probabile deposizione delle piroclastiti: è stata determinata la distribuzione in peso del deposito prodotto dalla colonna eruttiva e la configurazione delle aree che dovrebbero essere investite da carichi

superiori a 200, 300 e 400 kg/m². Sulla base di questi dati è stato deciso di ritenere utile la curva di isocarico 300 e di considerare a rischio tutta l'area compresa all'interno di tale curva e di quella inferiore (400 kg/m²) . Successivamente la curva 300 è stata trasformata in un limite amministrativo, individuando i comuni rientranti nell'area sottesa a tale curva. Il territorio del comune di San Valentino Torio (SA) come si evince dalla cartografia ricade in zona gialla; essa corrisponde all'area che potrebbe essere interessata dalla ricaduta di particelle piroclastiche (ceneri e lapilli) che possono, fra l'altro, apportare un sovraccarico eccessivo sui tetti degli edifici fino a determinarne il crollo. **Come riportato nel documento redatto dal Gruppo di lavoro “Scenari e livelli di allerta” della “Commissione Nazionale per l'aggiornamento del Piano d'emergenza dell'Area Vesuviana”, (approvato con delibera Regionale n° 29 del 09/02/2015 e pubblicato sul BURC n°10 del 16/02/2015)** lo scenario di un'eruzione sub-Pliniana è caratterizzato da emissione esplosiva di ceneri e gas vulcanici che si innalzano per 10-20 Km sopra la bocca del vulcano. Una volta raggiunta tale altezza, la nube eruttiva è normalmente piegata dal vento e il materiale solido ricade al suolo, nell'area sottovento, dando luogo ad una continua pioggia di cenere e lapilli. La ricaduta di particelle, inoltre, può causare problemi alle vie respiratorie, in particolare in soggetti predisposti non adeguatamente protetti, danni alle coltivazioni e problemi alla circolazione aerea, ferroviaria e stradale. L'emissione della cenere è molto abbondante durante la fase eruttiva di colonna sostenuta che, in poche ore, può portare ad accumuli considerevoli entro distanze di 10-15 Km dal vulcano. Spessori di deposito maggiori di 10 cm possono coprire aree di 300-1000 Km² e distanze di 20-50 Km dal vulcano. L'estensione dell'area esposta

alla ricaduta di ceneri vulcaniche dipende dall'altezza della colonna eruttiva, dalla direzione e dalla velocità del vento presente al momento dell'eruzione.

Nel corso del fenomeno di caduta delle ceneri, la luce del giorno sarebbe oscurata e l'aria risulterebbe satura di polvere; tali condizioni ambientali richiedono normalmente alle persone di permanere in luoghi riparati e chiusi. La principale fonte di pericolo per l'incolumità delle persone è prodotta dall'eventuale collasso delle coperture laddove queste non fossero adeguate a sopportare l'aumento di peso prodotto dall'accumulo delle ceneri. L'aumento di peso può essere ulteriormente aggravato da eventuali piogge che dovessero inumidire le ceneri stesse. Il gruppo di studio prima menzionato riporta anche indicazioni circa la determinazione dei carichi dovuti alla caduta delle ceneri:

Prime indicazioni per la determinazione dei carichi verticali conseguenti alla ricaduta di ceneri vulcaniche

1. Per la progettazione degli interventi strutturali e la verifica delle strutture esistenti in "Zona rossa" e "Zona gialla" del Piano Nazionale di Emergenza del Vesuvio si suggerisce di considerare anche il carico verticale conseguente all'accumulo di ceneri vulcaniche.
2. Il carico da cenere è una "azione eccezionale", così come definita al paragrafo 3.6 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 14 gennaio 2008.
3. I valori di calcolo si definiscono in base allo scenario subpliniano di riferimento, considerando il carico da cenere asciutta, riportato nella cartografia di fig. n° 7, che ha probabilità di superamento del 10%, così come valutato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e dal Centro Studi plinius dell'Università di Napoli Federico II – Centro di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) - in base alle statistiche del vento in quota.
4. Il carico da cenere asciutta deve essere opportunamente maggiorato per tener conto dell'effetto di possibili piogge concomitanti o successive all'eruzione vulcanica. Tale incremento è pari a 1,5 KN/mq, ovvero al corrispondente carico da cenere asciutta se inferiore.
5. Per tener conto degli effetti delle pendenze delle coperture, si applicano le medesime regole che le Norme Tecniche indicano per il carico da neve.

Oltre al problema del collasso dei tetti, la deposizione delle ceneri vulcaniche, può produrre, a livello locale, l'intasamento delle fognature, difficoltà di circolazione degli automezzi, interruzione di linee elettriche e di comunicazione, possibilità di arresto di motori, ecc..

Nella Tabella n° 5 – tratta dal documento redatto dal Gruppo di lavoro “Scenari e livelli di allerta” – sono elencati i principali problemi che possono essere causati dalla deposizione delle ceneri vulcaniche.

Probabili danni sulle infrastrutture prodotti da ricaduta di ceneri vulcaniche

(tratto da Auckland Engineering Lifelines Project, Final Report, 1999).

Infrastrutture	Spessore < 1 mm	Spessore 1-5 mm	Spessore 5-100 mm	Spessore >100 mm
CONDUTTURE Sistemi aperti (es. acque meteoriche)	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Sistemi chiusi	trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile
EDIFICI Tetto a terrazza	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
EDIFICI Tetto a falda >(20%)	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
SERVIZI PER GLI EDIFICI Aria condizionata	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Grondaie	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
RETE ELETTRICA Linee di alta tensione	Trascurabile	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità
Linee isolate - bassa tensione - alta tensione	Trascurabile trascurabile	Moderata probabilità Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità Alta probabilità
Linee sotterranee		Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
STRUTTURE CIVILI Strade	Bassa probabilità		Alta probabilità	Alta probabilità
Ferrovie	trascurabile	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
ACQUE REFLUE Liquami	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
SISTEMI IDRICI Fiumi/Ruscelli	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Riserve prive di copertura	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Riserve con copertura/Falde	trascurabile	trascurabile	trascurabile	trascurabile
Serbatoi sui tetti	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
TELECOMUNICAZIONI Dispositivi di scambio	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Linee	trascurabile	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità
Ponti radio a microne	Bassa probabilità	Moderata probabilità	Moderata probabilità	Alta probabilità
INFRASTRUTTURE SPECIFICHE Porti	Bassa probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità
Aeroporti -trasporto aereo	Moderata probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità	Alta probabilità

Tabella n° 1

(la fig. 9 riporta il possibile spessore delle ceneri , la fig. 10 riporta il peso probabile delle ceneri).

CONSIDERAZIONI SULL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Il seguente paragrafo viene inserito in questa relazione e non a caso dopo rischio Vesuvio in quanto anche l'edificazione può rappresentare un rischio per il territorio in cui si opera, per cui è consigliabile tener conto delle seguenti notizie. Il terreno e il suolo sono risorse vitali oltre che la base di gran parte dello sviluppo del nostro continente. Tuttavia, nel corso degli ultimi decenni l'occupazione di terreno per l'urbanizzazione e la costruzione di infrastrutture è aumentata ad un ritmo più di due volte superiore al tasso di crescita demografica, tendenza che non può che rivelarsi insostenibile a lungo termine. L'impermeabilizzazione del suolo che si verifica quando la terra è coperta da un materiale impermeabile come il cemento o l'asfalto – è una delle prime cause di degrado del suolo nel nostro paese. L'impermeabilizzazione del suolo comporta un rischio accresciuto di inondazioni e di scarsità idrica, contribuisce al riscaldamento globale, minaccia la biodiversità e suscita particolare preoccupazione allorché vengono ad essere ricoperti terreni agricoli fertili.

Il suolo svolge una gamma molto ampia di funzioni vitali per l'ecosistema, ha infatti un ruolo cruciale nella produzione alimentare oltre che di materiali rinnovabili come il legname, creando habitat adatti alla biodiversità del sottosuolo e di superficie, filtrando e moderando il flusso d'acqua verso le falde, rimuovendo le sostanze contaminanti, riducendo frequenza e rischio di alluvioni e siccità; inoltre aiuta a regolare il microclima in ambienti ad alta densità urbana, soprattutto laddove sostiene la vegetazione, oltre a svolgere funzioni estetiche a livello paesaggistico. I terreni agricoli forniscono altresì servizi ecologici alle città, attraverso il riciclo dei rifiuti urbani (ad es. fanghi di depurazione) e dei prodotti (ad es. compost). L'impermeabilizzazione, di per sé, influisce fortemente sul suolo, diminuendo molti dei suoi effetti benefici. È prassi

comune rimuovere lo strato arabile superiore, che fornisce la maggior parte dei servizi collegati all'ecosistema, per poi sviluppare fondamenta robuste nel sottosuolo e/o nella roccia sottostante che sostengano l'edificio o l'infrastruttura prima di procedere col resto della costruzione. In questo modo si separa il suolo dall'atmosfera, impedendo l'infiltrazione della pioggia e lo scambio di gas tra suolo e aria.

Di conseguenza, l'impermeabilizzazione consuma letteralmente il suolo (a meno che non lo si riutilizzi correttamente altrove). Ciò è causa di grave preoccupazione, dato che il suolo impiega molto tempo a formarsi e ci vogliono secoli per formarne anche solo un centimetro.

Tra gli impatti principali dell'impermeabilizzazione del suolo si possono citare:

- la forte pressione esercitata sulle risorse idriche che causa cambiamenti nello stato ambientale dei bacini di raccolta delle acque, influenzando sugli ecosistemi e sui servizi che essi offrono. Un suolo perfettamente funzionante può incamerare fino a 3750 tonnellate di acqua per ettaro, o circa 400 mm di precipitazioni. L'impermeabilizzazione riduce l'assorbimento di pioggia nel suolo, in casi estremi impedendolo completamente. L'infiltrazione di acqua piovana nei suoli talvolta fa sì che essa impieghi più tempo per raggiungere i fiumi, riducendo la portata e quindi il rischio di inondazioni (mitigazione naturale delle alluvioni da parte del territorio). Gran parte delle risorse idriche nel suolo sono assorbite dalle piante, riducendo l'incidenza della siccità e quindi evitando la necessità di irrigazione, con meno problemi di salinizzazione in agricoltura.;
- L'impermeabilizzazione influisce sulla biodiversità del sottosuolo e di superficie. Gli scienziati hanno stimato che circa un quarto delle specie esistenti sul nostro pianeta vivono nei suoli. I microrganismi del suolo contribuiscono alla decomposizione del materiale organico, al riciclo dei nutrienti nonché al sequestro e allo stoccaggio di carbonio. Insieme a organismi più grandi, come i lombrichi, sviluppano la struttura del suolo rendendolo più permeabile ad acqua e gas (Turbé et al., 2010). Oltre a fornire un habitat per la biodiversità nel sottosuolo, sono essenziali per la sopravvivenza di gran parte delle specie in superficie. Molti animali dipendono dal suolo almeno in alcune fasi della vita o del loro sviluppo (molti insetti), per la riproduzione, la nidificazione o l'alimentazione. L'impermeabilizzazione lineare (ad esempio strade e autostrade) può creare un'ulteriore grave barriera per alcune specie selvatiche, ostacolandone i percorsi migratori e influenzando sui loro habitat. La frammentazione del paesaggio causata da strutture lineari e dall'espansione urbana può avere tutta una serie di altri effetti deleteri, tra cui riduzione del numero e della persistenza delle popolazioni selvatiche,

cambiamenti climatici a livello locale, aumento dell'inquinamento e del rumore da traffico, aggravando dunque la perdita di biodiversità;

- gli insediamenti urbani sono sempre sorti prevalentemente vicino alle zone più fertili. Pertanto occupazione di terreno e impermeabilizzazione del suolo colpiscono spesso quelli più produttivi, con un impatto sulla sicurezza alimentare. Un'analisi condotta dal Centro comune di ricerca (CCR) della Commissione europea (Gardi et al., 2012) ha dimostrato che, tra il 1990 e il 2006, 19 Stati membri hanno perso un potenziale produttivo agricolo totale pari a 6,1 milioni di tonnellate di frumento, vale a dire circa un sesto del raccolto annuale in Francia, il maggiore produttore europeo. Il suolo a livello globale è un fattore chiave nel ciclo del carbonio. Ci sono circa 70-75 miliardi di tonnellate di carbonio organico solo nei suoli europei (Jones et al., 2004). Gran parte del terreno arabile, che contiene normalmente circa metà del carbonio nei suoli minerali, è rimosso durante le attività edilizie. Di conseguenza si perde una percentuale significativa dello stock di carbonio organico per l'aumentata mineralizzazione e il riutilizzo. La situazione si aggrava ulteriormente laddove il terreno arabile non è riutilizzato e rimane a decomporsi. Secoli di lavoro dei processi naturali e biologici sfumano così in maniera irreversibile in un tempo relativamente breve;
- La riduzione dell'evapotraspirazione nelle aree urbane a causa della perdita di vegetazione per l'impermeabilizzazione del suolo e il maggior assorbimento di energia dal sole dovuto alle superfici scure asfaltate o in calcestruzzo, ai tetti e alle pietre, contribuiscono in misura significativa, insieme al calore prodotto dal condizionamento e raffreddamento dell'aria, oltre che al calore prodotto dal traffico, a produrre l'effetto noto come "isola di calore urbano". Con temperature eccessive (ondate di calore), tale effetto risulta particolarmente dannoso per i gruppi più a rischio, come i malati cronici e gli anziani. Ottimizzare la progettazione delle aree urbane, inserendo parchi e zone verdi, oltre che con fasce aperte ("corridoi di aria fresca") per sostenere la ventilazione dei centri cittadini sarà sempre più importante (Fruh et al., 2010);
- La vegetazione, specialmente gli alberi grandi, è di grande utilità per catturare particelle sospese e assorbire gas inquinanti. In particolare, alberi e arbusti possono anche indirettamente influire sulla qualità dell'aria dato che agiscono sulla velocità e sulla turbolenza del vento, quindi anche sulle concentrazioni locali di inquinanti;
- L'impermeabilizzazione del suolo rompe il legame tra i cicli chimici e biologici degli organismi terrestri, che si chiudono nel suolo, e impedisce alla biodiversità del suolo di riciclare la materia organica morta e le sostanze e gli elementi di cui si compone;
- la qualità oltre che la quantità di spazi verdi e corridoi verdi in una città aiutano a regolare le risorse idriche e la temperatura e influiscono positivamente sull'umidità. Ecco perché una impermeabilizzazione intensa del suolo, senza spazi aperti di qualità sufficiente, peggiora la qualità della vita.

DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Sono state prese in considerazione diverse stratigrafie ritenute adeguate all'estensione dell'area di studio e relative a sondaggi meccanici a carotaggio continuo condotti nel territorio comunale in occasioni diverse dalla presente. Particolare attenzione è stata posta nell'analisi ed elaborazione delle successioni litologiche ritenute più rappresentative ed ubicate in particolari aree del territorio comunale.

I sondaggi considerati vengono riportati tutti sulla carta ubicazione indagini ma solo alcuni di essi sono stati rielaborati per renderli più chiari per una eventuale consultazione, ed in particolare i sondaggi vengono appresso specificati:

- da S1 a S35 (relative alla redazione del P.R.G. del Comune di S. Valentino Torio (1986)) con particolare riguardo ai sondaggi S3, S9, S12, S29 e S35 ed alle analisi di laboratorio condotte su campioni prelevati nel corso delle terebrazioni denominate S8, S9, S10, S12, S15, S16, S17, S18, S19, S21, S22 e S25;
- da S36 a S37 (ex S1 ed S5 dello studio per la redazione del Piano degli Insediamenti Produttivi (P.I.P.)) con relative prove S.P.T., analisi di laboratorio e prospezioni sismiche a rifrazione del tipo Down—Hole;
- S38 (ex S1 dello studio relativo all'adeguamento della rete fognaria ed acquedottistica comunale) con relative prove S.P.T. e n.20 prove penetrometriche scelte, tra n. 68 a disposizione
- S39 (ex S2 del programma di indagini relative al Programma di Edilizia Residenziale Pubblica (E.R.P.)) con relative prove S.P.T. ed analisi di laboratorio;
- S40 (ex S2 delle indagini geognostiche relative alla costruzione della nuova caserma del Carabinieri) con relative prove S.P.T. ed analisi di laboratorio
- da S41 a S43 (ex S1, S2 ed S4 del Piano per Edilizia Economica e Popolare (P.E.E.P.)) con relative prove S.P.T., analisi di laboratorio e prospezioni sismiche a rifrazione del tipo Down—Hole;
- da S44 a S47 (ex S8, S9, S57 ed S59 delle indagini relative al cantiere della linea ferroviaria delle FF.SS.) con relative prove S.P.T. ed analisi granulometriche di campioni relativi allo spessore di 10 m;

- da S48 a S50 (relazione geologico-tecnica integrativa allo studio espletato per il P.R.G. del Comune di S. Valentino Torio (2003)).

Le stratigrafie dei sondaggi più significativi sono state rielaborate per renderle più leggibili all'atto della stampa visto che le scansioni delle originali presentavano diversi chiaro scuri. I sondaggi, i campioni, le prove penetrometriche e le prove sismiche sono state tutte catalogate e analizzate per grosse linee mentre quelle in allegato sono state valutate ed analizzate attentamente.

I sondaggi meccanici considerati erano consistiti in perforazioni del terreno effettuate con sonde, che operano imprimendo una spinta assiale ad un utensile rotante (carotiere) con avanzamento idraulico. Essi sono stati eseguiti tutti a carotaggio continuo con materiale di perforazione del diametro di 101-121 mm ed hanno avuto quale scopo principale la definizione della stratigrafia e dei caratteri fisici generali del sottosuolo, oltreché la localizzazione della falda idrica. L'indagine era stata effettuata con attrezzature che hanno consentito di portare in superficie colonne di terreno continue (carote), la cui osservazione ha permesso il riconoscimento dei litotipi presenti e delle profondità entro le quali essi sono stati rinvenuti. sondaggi analizzati hanno attinto ad una profondità massima di - 51,70 metri (sondaggio S44) a partire dalla quota del punto sondato (piano campagna). In base all'esame dei campioni rimaneggiati di cui sopra erano state compilate le stratigrafie dei sondaggi che comprendono:

- spessore e profondità dal p.c. del tetto di ogni unità litostratigrafica. Sono state anche segnalate, nell'ambito dell'unità, eventuali alternanze o particolari tipi di deposizione (varve, laminazioni ritmiche, ecc.);
- colore prevalente;composizione granulometrica approssimata,nei termini correnti (trovanti, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo, argilla), indicando il diametro massimo della ghiaia ed elencando per prima la frazione prevalente e, di seguito, le eventuali altre frazioni secondo importanza percentuale;
- caratteristiche di consistenza (terreni coesivi) nei termini correnti tenero, plastico, compatto, molto compatto);
- caratteristiche di addensamento (terreni non coesivi) nei termini usuali

- (sciolto, mediamente compatto, compatto);
- o presenza di inclusi organici (torbe, ecc.) e non (calcinacci, ecc.).

Nel corso di gran parte dei sondaggi meccanici considerati, a diverse progressive dal piano di calpestio, erano state altresì eseguite numerose prove penetrometriche dinamiche del tipo "Standard Penetration Test".

La prova S.P.T. consiste nell'infissione a percussione di uno speciale campionatore, che a seconda dei terreni potrà essere di tipo chiuso (punta conica chiusa) o di tipo aperto (campionatore Raymond) e che, penetrando nel terreno sotto i colpi di maglio di peso pari a 63,5 Kg e con volata di 76 cm, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione, per un tratto di 45 cm. Più dettagliatamente, posato il campionatore S.P.T. su fondo del foro, accuratamente pulito e confrontato con la quota raggiunta dalla perforazione, si registra il numero di colpi necessario per farlo avanzare di 15 cm.

Se l'infissione (i) dopo 50 colpi è inferiore a 15 cm, ossia: **$N_1 = 50$ colpi; $i < 15$ cm** si sospende la prova indicando il rifiuto dell'attrezzatura alla penetrazione.

Se $N_1 < 50$ colpi si procede con l'avanzamento registrando il numero di colpi N_2 e N_3 necessari all'infissione del campionatore nel secondo e terzo tratto di lunghezza pari a 15 cm ciascuno.

Se non si ha un nuovo rifiuto alla penetrazione da parte dell'attrezzatura (N_2 o $N_3 > 50$), si assume: **$NSPT = (N_2 + N_3)$ colpi; $i = 30$ cm**

In sintesi, si assume come valore di NSPT la somma dei colpi necessari per ottenere gli ultimi 2 tratti di penetrazione (30 cm).

Il ritmo delle percussioni nel corso della prova deve essere compreso fra 20 e 25 colpi/minuto in modo da fornire sempre la stessa energia di battitura. Le prove, eseguite e considerate in parte in termini coesivi ed, in parte, in terreni a granulometria medio-grossa hanno richiesto l'utilizzo di entrambi i tipi di punte.

Le prove analizzate vengono riportate nella tabella 2:

SONDAGGIO	PROFONDITA'	N colpi	LITOTIPO
S37	3.00 m	1-1-1	Limo sabbioso
S37	6.00 m	5-5-3	Sabbia fine limosa
S38	6.50 m	5-5-3	Sabbione ghiaioso pomiceo
S39	6.00 m	3-6-6	Limo sabbioso argilloso
S40	4.00 m	2-3-6	Sabbia limosa
S40	6.00 m	3-26-21	Sabbia limosa
S41	4.00 m	1-1-1	Limo argilloso sabbioso
S42	3.00 m	4-2-1	Sabbia limosa
S42	6.00 m	2-1-2	Sabbia medio grossa
S43	2.50 m	2-2-2	Limo argilloso
S43	6.50 m	1-1-2	Sabbia limosa
S44	5.60 m	10-9-10	Sabbia limosa passante a ghiaia
S46	5.00 m	1-1-2	Sabbia fine limosa
S47	5.00 m	4-5-7	Pomici e lapilli
S48	4.00 m	4-4-3	Sabbia a grana media
S48	6.50 m	14-16-16	Sabbia monogranulare
S49	3.20 m	4-4-3	Sabbia limosa medio-fine
S49	6.50 m	14-16-16	Sabbia medio-fine
S50	4.20 m	4-4-3	Sabbia debolmente limosa

Tabella n° 2

L'analisi dei risultati ottenuti con l'ausilio delle prove SPT ha permesso di trarre utili informazioni sullo stato di addensamento dei terreni granulari e sul grado di consistenza in quelli coesivi. Sono stati analizzati ed elaborati anche i dati relativi alle indicazioni fornite dalle prove di laboratorio condotte sui campioni "indisturbati" prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici e considerati caratteristici dei litotipi incontrati.

Le prove considerate in questa sede sono riportate in tabella n° 3:

SONDAGGIO	PROFONDITA' PRELIEVO	GRANULOMETRIA	Frazione fine
S8	1.00 m	Limo sabbioso debolmente ghiaioso	51,84 %
S9	4.50 m	Limo sabbioso	58,91 %
S10	2.50 m	Limo sabbioso debolmente ghiaioso	52,49 %
S12	3.00 m	Limo sabbioso	59,37 %
S15	4.00 m	Limo sabbioso	64,31 %
S16	4.50 m	Limo sabbioso	68,49 %
S17	4.00 m	Limo sabbioso debolmente ghiaioso	54,19 %
S18	6.00 m	Limo sabbioso	56,14 %
S21	2.50 m	Sabbia limosa	43,63 %
S32	5.00 m	Limo sabbioso debolmente argilloso	53,68 %
S40	4.50 m	Limo sabbioso	50%
S48	4.00 m	Sabbia limosa	20%
S49	2.50 m	Sabbia debolmente limosa	10%
CAMC1S41	2.50 m	Limo argilloso sabbioso	-----
CAMC1S42	2.00 m	Sabbia medio fina	-----
CAMC1S43	5.50 m	Sabbia fine limosa, piroclastica	-----
CAMC2S41	7.50 m	Sabbia fina limosa	-----
CAMC2S42	5.00 m	Sabbia medio fina	-----
CAMC2S43	8.00 m	Sabbia medio grossa in matrice limosa	-----
CAMC3S41	11.00 m	Sabbia medio grossa	-----
CAMC3S42	13.50 m	Sabbia medio fina	-----

Tabella n° 3

La scelta di tali prove da analizzare è stata dettata dall'esigenza di conoscere con particolare precisione le caratteristiche granulometriche ed i parametri meccanici dei litotipi entro cui si risentiranno le sollecitazioni sismiche che potrebbero dare luogo a fenomeni di liquefazione.

Sono state inoltre considerate numerose prove penetrometriche dinamiche che sono risultate utili per lo studio di cui trattasi. Le prove che sono state tutte effettuate con l'ausilio di un Penetrometro Dinamico leggero tipo DL030 e spinte fino alla profondità massima di circa 12.0 metri rispetto alla quota di inizio prova. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- *Peso Massa battente M;*
- *Altezza libera caduta H;*
- *Punta conica: diametro cono D, area base A (angolo apertura α);*
- *Avanzamento (penetrazione) δ ;*
- *Presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi nbentonitici).*

I risultati delle prove penetrometriche statiche erano stati rappresentati in diagrammi bidimensionali dove sull'asse delle ascisse è rappresentata la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale (in kg/cm^2) e sull'asse delle ordinate è espressa la profondità (in metri). La resistenza alla punta q è data dal rapporto tra la forza di infissione F e l'area della sezione trasversale della punta A . La resistenza laterale totale q_m è il rapporto tra la forza applicata al manicotto F_m e la sua superficie laterale A_m .

$$\text{Perciò } q = F/A \text{ e } q_m = F_m/A_m.$$

Inoltre sono state analizzate e rielaborate anche diverse prove penetrometriche pesanti DPSH fornite gentilmente da studi tecnici.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

In questa sede, sono stati considerati anche i risultati ottenuti attraverso l'esecuzione di prove Down-Hole, condotte nei fori di sondaggio nel corso della redazione della Relazione geologico tecnica integrativa allo studio espletato per il P.R.G. comunale (2005).

Nel caso in esame le suddette prove sono state condotte in corrispondenza dei sondaggi denominati S48, S49 e S50 utilizzate solo come metro di comparazione con la campagna di indagine sismica condotta dallo scrivente.

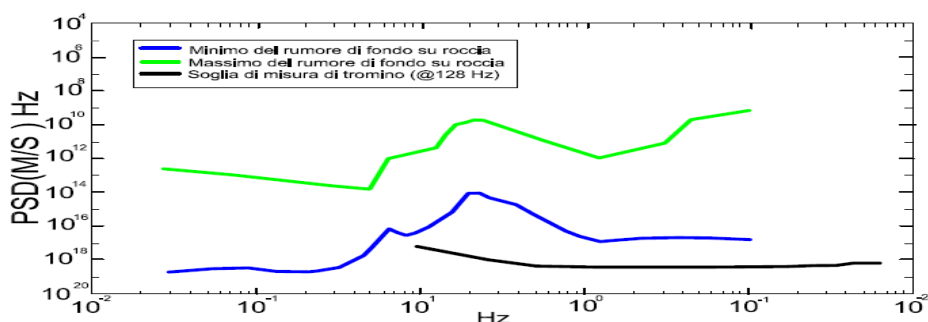
Infatti, a seguito dell'incarico conferitomi, si è ritenuto opportuno condurre un

programma di indagini integrative utili alla ricostruzione della morfologia della falda idrica ed all'individuazione di un eventuale bed-rock sismico.

La ricostruzione della morfologia della falda idrica del territorio comunale di S. Valentino Torio, è stata eseguita attraverso la misurazione diretta dei livelli idrici in alcuni pozzi distribuiti uniformemente nell'area d'indagine. In particolare sono stati intercettati vari orizzonti acquiferi a profondità variabili, che evidenziano l'andamento capriccioso e caotico di falde freatiche, a volte sovrapposte tra di loro, e defluenti, laddove prevale la matrice ghiaioso-sabbiosa nella successione stratigrafica, nei litotipi a granulometria medio-grossa. E' utile far presente che i risultati fotografano la situazione esistente durante il periodo di misura, e che i valori di quota e profondità della falda sono soggetti, come già accennato in precedenza, a variazioni positive o negative, a seconda che questa si trovi in fase di piena o di magra.

Al fine di individuare, seppur speditivamente, la profondità del bed-rock sismico sono state effettuate registrazioni del "noise" attraverso una stazione sismica digitale compatta e leggera, equipaggiata con sismometro a banda larga e ad alta sensibilità (Tromino – Micromed S.p.a.), costituito da una terna di velocimetri a breve periodo smorzati criticamente. Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata (masse ridotte, struttura rigida non risonante costituita da materiali non-diffrangenti, dinamica di oltre 23 bit, ottimizzazione automatica del guadagno per ogni campione, frequenza di campionamento fino a 1.024 campioni per secondo, accuratezza relativa $>10^{-4}$ nell'intervallo di frequenze 0.1-200 Hz) garantiscono una buona qualità del segnale sismico acquisito sulle tre componenti (verticale, longitudinale e trasversale). Nella figura seguente si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la terra.

Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



Le acquisizioni sono state eseguite in assenza di vento e in sostanziali condizioni di basso rumore ambientale, scegliendo una finestra temporale di acquisizione di 20 minuti, per garantire la stabilità del segnale e filtrare eventuali fenomeni transienti. Attraverso l'utilizzo di una bussola professionale da geologo, inoltre, la componente longitudinale N-S viene orientata verso Nord nella registrazione del rumore sismico al suolo, al fine di confrontare e valutare eventuali amplificazioni polarizzate. I dati registrati su supporto magnetico sono quindi elaborati mediante applicativi software commerciali specifici ed altri appositamente predisposti, che operano il trattamento matematico e l'analisi spettrale del segnale. Le registrazioni sono ottenute in "velocità" con la possibilità di ricavare comunque la trasformazione in "spostamento" ed in "accelerazione" del moto del suolo. Per l'elaborazione dei dati è stata seguita la procedura consigliata nelle linee guida del SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto nel triennio 2003-2005 al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale. Preliminarmente alla procedura di analisi dei rapporti spettrali, le tracce sismiche registrate sono verificate eliminando i disturbi transienti e quelle parti di registrazioni non adatte all'analisi. Una volta selezionata la parte di segnale stabile si calcolano,

per ognuna delle tre componenti del moto, le ampiezze spettrali e gli spettri di potenza del “noise”, procedendo successivamente, per il “rumore naturale”, alla valutazione della distribuzione energetica in frequenza. I dati spettrali risultanti dalle elaborazioni numeriche effettuate si analizzano in genere entro l'intervallo 0.1-20.0 Hz, in quanto oltre tale limite si ritiene che non vi siano frequenze significative dal punto di vista geologico-geotecnico.

La risposta sismica di sito, attraverso il calcolo della frequenza di risonanza, è investigata applicando la tecnica di Nakamura (1989), valutando quindi, nell'intervallo di frequenze 0.1 - 20.0 Hz, i rapporti spettrali tra le componenti orizzontali e la componente verticale del moto del suolo (H/V). Tale tecnica, secondo le procedure validate dal SESAME, viene applicata valutando preliminarmente il valore medio (media geometrica) delle due distinte componenti orizzontali N-S (HL) e E-W (HT). Attraverso l'inversione dei rapporti spettrali H/V può essere inoltre ricavato il profilo sismostratigrafico medio delle onde Vs, legata alla frequenza (f) dalla relazione $V_s = 4 \cdot H \cdot f$. Durante la campagna di indagine sono state eseguite N. 11 prove sismiche (vedi planimetria ubicazione indagini). Per ottenere delle curve ben leggibili si è dovuto procedere al filtraggio di alcuni disturbi. Tali tipi di prove hanno permesso di risalire sia al periodo che alla frequenza di vibrazione del sito analizzato nonché alla Vs30 (vedi carta della microzonazione in prospettiva sismica). Il bed-rock, cioè strati che presentano una velocità delle Vs uguale o superiore ad 800 m/s si rinviene a circa 120 metri a partire dal piano campagna.

MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Il lavoro di ricerca effettuato è stato articolato in due fasi: la prima è stata dedicata allo studio integrato suolo-sottosuolo per generare il modello geologico tridimensionale del territorio comunale, la seconda è stata rivolta

alla realizzazione di un modello geotecnico e geofisico.

Le osservazioni di campagna mirate essenzialmente al riconoscimento delle litologie affioranti per interpretare in maniera corretta i sondaggi geognostici, la raccolta e la reinterpretazione di numerose indagini geotecniche (DL, CPT e SPT), mirate alla conoscenza delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni ed infine la costruzione di alcune sezioni geologiche tipo, hanno rappresentato la base per risalire al modello geologico illustrato.

I risultati raggiunti, anche alla luce delle indagini sismiche realizzate con il metodo dei microtremori, permettono di poter affermare che il territorio del Comune di San Valentino Torio è costituito da depositi di piana alluvionale, dove formazioni limoso-sabbiose sono in alternanza e frammiste a formazioni sabbiose e limose, sia in senso verticale che orizzontale; entrambe le formazioni presentano una frazione di lapilli e pomici le cui percentuali a volte trasformano tali formazioni in ghiaie dal punto di vista geotecnico.

La formazione tufacea che potrebbe rappresentare un livello di riferimento non è presente in tutti i sondaggi; il bed-rock non è ben definito.

La falda risulta essere sempre presente a partire da profondità di circa 2-3 metri anche se, come è stato possibile rilevare nei periodi di intense piogge, essa in diverse zone del territorio, a ridosso del corso del fiume Sarno, raggiunge il piano campagna. Il fatto di essere in possesso dei risultati di numerosi sondaggi stratigrafici e sismici, se da un lato ha permesso di conoscere con certezza l'assetto stratigrafico fino ai circa 50 metri di profondità, non è stato utile per l'individuazione del bed-rock sismico. Infatti la profondità investigata dai sondaggi geognostici considerati e le prove sismiche eseguite con la tecnica dei microtremori non ci hanno dato la certezza dovuta, in quanto non esistono neanche prove sismiche eseguite in foro fino a profondità significative per poter

tarare il modello. Le molteplici prove penetrometriche e le analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante le terebrazioni meccaniche poi, hanno permesso di risalire alle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni superficiali, ed i dati penetrometrici sono stati analizzati considerando strati omogenei e confrontati poi con le prove SPT in foro. I risultati ottenuti consentono di poter affermare che i terreni superficiali, a prescindere dalla composizione che sia più sabbiosa o limosa, sono da considerare mediamente addensati e presentano caratteristiche alquanto buone. E' però da sottolineare che essi sono immersi in falda e quindi potenzialmente liquefacibili, pertanto si fa presente che a parere dello scrivente, sarebbe opportuno che si eseguissero indagini specifiche per accertare la propensione alla liquefazione per ogni singolo intervento.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

La sismicità storica del Comune di San Valentino Torio è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11. Il database è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile. La sismicità del territorio comunale è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 11.

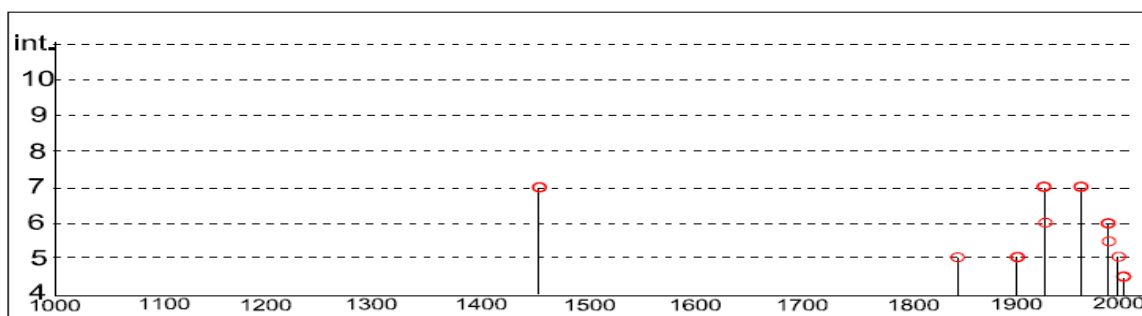


Figura 11: Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di San Valentino Torio

Nella successiva Tabella 4 sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore

intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate oltre alla stessa intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la magnitudo momento (Mw).

EFFETTI						
I [MCS]	DATA E ORA			SITO	Io	Mw
7	1456	12	05	Molise	11	7.22
5	1853	04	09 12.45	Irpinia	8	5.56
6	1857	12	16 21.15	Basilicata	11	7.03
6	1930	04	27 01.46	Salernitano	7	4.76
7	1930	07	23 00.00	Irpinia	10	6.62
7	1962	08	21 18.10	Irpinia	9	6.13
3	1978	02	06 05.10	Apice	5	4.39
6	1980	11	23 18:30	Irpinia Basilicata	10	6.89
5-6	1981	02	14 17.20	Baiano	7-8	4.90
NF	1984	04	29 05.00	Gubbio/ Valfabbrica	7	5.65
4	1984	07	17.40	Appennino Abbruzzese	7	5.65
4	1984	11	10.40	Appennino Abbruzzese	6-7	5.50
5	1990	05	07.20	Potentino		5.80
3-4	1991	26	12.20	Potentino	7	5.11
4-5	1996	03	13.00	Irpinia	6	4.93
NF	2003	01	15.40	Molise	5	4.50
NF	2003	30	05.30	Monti dei Frentani	5-6	4.57
NF	2005	21	19.50	Irpinia	5-6	4.40

Tabella 4: elenco dei terremoti che hanno interessato l'area in esame

Zonizzazione sismica nazionale e regionale

Negli ultimi anni il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è stato rappresentato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000) in Fig. 11. In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n.3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004.

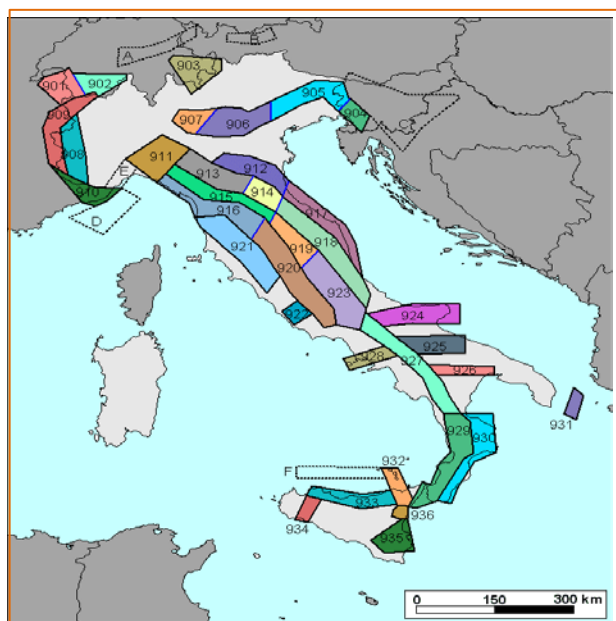


Figura 12 : zonazione sismotettonica ZS9

L'area d'interesse si ritrova all'interno della ZONA 928 MAGNITUDO MAX =6.37 (Ischia-Vesuvio), che include l'area vulcanica napoletana, con profondità Ipocentrali comprese nei primi 5 km. Inoltre l'area è interessata in modo significativo anche dalle zone 925 e 927. Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti. La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche. Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4. La zona che interessa l'area, come già detto in precedenza, in esame è la 928, che fa parte del complesso "Appennino

Meridionale, zona Flegrea”, ma anche le zone 925 e 927 interessano l'area di studio. Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. Nella Zona Sismogenetica 928 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax} = 6.37$. Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale in quanto rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90 % di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni.

Il panorama legislativo in materia sismica è stato profondamente trasformato dalle recenti normative nazionali ovvero dall'OPCM n°3274/2003 che è entrata in vigore dal 25 ottobre 2005, data coincidente con la pubblicazione della prima stesura delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 settembre 2005) e dalla successiva OPCM n°3519/2006. La riclassificazione sismica del territorio nazionale prevede che tutto il territorio sia classificato sismico sulla base della **Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale** espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi. In relazione alla pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità (tabella sottostante) in funzione a quattro differenti valori di accelerazione orizzontale

massima al suolo ag475, ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$A_{g475} \geq 0.25g$
2	$0.25 < A_{g475} \leq 0.15g$
3	$0.15 < A_{g475} \leq 0.05g$
4	$A_{g475} < 0.05g$

Tabella 5: Valori di PGA per le varie zone

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di ag475 con una tolleranza 0.025g. Come si evince dalla tabella a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Infatti le nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 in vigore dal 1° luglio 2009 hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, e quindi territorio comunale, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Il territorio comunale di San Valentino Torio (SA) sulla base della normativa

nazionale e regionale sopra menzionata è stato classificato in Zona sismica 2.

Microzonazione sismica

La microzonazione sismica è per definizione “la delimitazione di aree all’interno delle quali la pericolosità sismica viene definita quantitativamente in modo uniforme”. Il prefisso “micro” si riferisce alla scala, permettendo di definire sub-aree a pericolosità differente all’interno dello stesso territorio comunale (variando il coefficiente fondazionale per la progettazione antisismica “classica”, ma non solo). La microzonazione deve sostanzialmente individuare la presenza di terreni dinamicamente instabili (cioè quelli che, in caso di sollecitazione sismica, possono essere soggetti a deformazioni permanenti come frane, liquefazione, addensamento, etc.) e stimare le accelerazioni che si possono determinare sui terreni dinamicamente stabili.

La microzonazione si basa essenzialmente sui risultati di indagini geologiche, geomorfologiche e geotecniche: esistono infatti particolari situazioni geologiche e geomorfologiche che determinano variazioni nella risposta sismica locale o RSL (fenomeni di amplificazione e attenuazione delle onde sismiche, fenomeni di liquefazione) e quindi condizioni di pericolosità indotta, così come esistono particolari condizioni geologiche e geomorfologiche che possono determinare un’amplificazione locale dell’intensità sismica. Le modifiche del moto sismico prodotte dalle condizioni locali vengono indicate come effetti di sito. Gli effetti di sito possono riguardare sia i terreni a comportamento sismico stabile, i quali sotto le sollecitazioni dinamiche si mantengono lontani dalla rottura e sono soggetti a deformazioni permanenti limitate, sia i terreni a comportamento instabile, che viceversa giungono a rottura e si deformano permanentemente in maniera significativa. Nel primo caso si parla di effetti stratigrafici (amplificazione sismica dovuta a fenomeni di risonanza tra onde sismiche e

terreni) e topografici (modifiche del moto sismico causate da fenomeni di focalizzazione delle onde a causa delle irregolarità del terreno) e risulta oggetto di studio l'entità dell'amplificazione che le onde possono subire propagandosi verso la superficie, ma non il grado di sicurezza rispetto ad una eventuale condizione di rottura. Nel caso di terreni a comportamento instabile, per effetti di sito si intendono invece i cedimenti per liquefazione ed addensamento ed i fenomeni di instabilità dei versanti, e il compito preminente della verifica sismica risulta essere la valutazione del grado di sicurezza nei riguardi della rottura. Per quanto riguarda i fattori morfologici, l'amplificazione è connessa alla concentrazione delle onde sismiche in corrispondenza di brusche variazioni di topografia. In particolare le situazioni più sfavorevoli sono le seguenti:

- pendii stabili con inclinazione media superiore ad un valore limite condizionato dal tipo di terreno;
- creste rocciose sottili, di larghezza massima pari a 15-20 m, picchi isolati;
- bordi di terrazzo o zone di ciglio su balze strapiombanti.

Da un'attenta analisi del territorio in esame non è risultata alcuna delle caratteristiche morfologiche che potrebbero determinare un'amplificazione locale dell'intensità sismica.

Per quanto attiene i principali fattori geolitologici che favoriscono i fenomeni di amplificazione, essi si riconducono alle situazioni in cui materiali di scarsa rigidità meccanica si trovano sovrapposti su un substrato con elevata rigidità. La conformazione del substrato determina fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche, mentre lo spessore della copertura opera un "filtraggio" delle onde, con attenuazione di determinate frequenze ed amplificazione di altre: i danni attesi in superficie dipenderanno dalla risposta degli edifici al passaggio di determinate frequenze alle quali risultano sensibili.

Le situazioni connesse ad un'elevata pericolosità per amplificazione dovuta a

caratteri litologici si riconducono alle seguenti:

- valli fluviali con depositi addensati e consistenti poggiati su roccia in posto;
- depressioni poco profonde coperte da modesti spessori di materiali limosi limoso-argillosi;
- accumuli detritici, depositi morenici, conoidi, costituiti da materiali addensati o cementati;
- ammassi rocciosi lapidei molto fratturati.

La pericolosità connessa con cedimenti o cedimenti differenziali dipende essenzialmente da fattori litologici quali ad esempio:

- depositi di terreni granulari (sabbie e ghiaie) gradate e poco addensate, suscettibili di densificazione;
- depositi di terreni con caratteristiche meccaniche scadenti (argille e limi poco consistenti, riporti poco addensati);
- contatti tra litotipi con caratteristiche fisiche marcatamente diverse;
- cavità sotterranee (es. cavità carsiche, cavità antropiche) suscettibili di collasso.

Dall'analisi delle caratteristiche geolitologiche di dettaglio dell'area in esame descritte precedentemente, è possibile affermare che tali caratteristiche potrebbero determinare un'amplificazione locale dell'intensità sismica.

Lo studio di micro zonazione sismica di 1° livello eseguita insieme al Geologo Ignazio Vitiello ha permesso di produrre una carta di microzonazione sismica dove sono individuate tre microzone omogenee in prospettiva sismica che possono dare luogo ad amplificazioni sismiche puntuali dovute a fattori stratigrafici. L'elaborazione delle indagini sismiche eseguite col metodo dei microtremiti ha permesso di calcolare il parametro Vs30 richiesta dall'O.P.C.M. 3274 e s.m.i., computato a partire dalla profondità 0.0 dal piano campagna, conoscendo la profondità del Bed rock è stato possibile risalire alla Vsh e quindi al periodo proprio del sito (T) che è stato calcolato considerando la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o maggiore a 800 m/s, mediante la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{S_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

La tabella seguente riporta, il periodo, la frequenza e la categoria di terreno corrispondente del sito in esame.

N° Prova	Profondità Bed Rock	Vsh (m/s)	Categoria di suolo	Vs30 (m/s)	Periodo del sito (s)	Frequenza amplificazione sito (Hz)
1	116	433	C	269	1.07	3.70
2	138	491	C	284	1.12	3.22
3	122	526	C	329	0.93	0.31
4	126	475	C	312	1.06	5.15
5	120	426	C	275	1.00	0.41
6	122	424	C	257	1.15	5.25
7	114	494	C	336	0.92	0.38
8	118	493	C	345	0.95	0.41
9	121	488	C	337	0.99	0.38
10	149	513	C	272	1.16	1.81
11	136	462	C	319	1.17	0.38

Tabella n° 6

la Vs30 è risultata essere compresa tra 257 m/s e 345 m/s, quindi si può affermare che l'intero territorio di San Valentino Torio è caratterizzato da un suolo di categoria **C** "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra **180m/s e 360m/s**".

LIQUEFAZIONE SPONTANEA

Relativamente ai terreni a comportamento instabile il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.). La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un "potenziale di liquefazione" del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici quali ad esempio:

- a) distribuzione granulometrica: sono suscettibili di liquefazione i terreni con diametro mediano dei grani D_{50} compreso fra 0.075mm e 2mm e coefficiente di uniformità compreso fra 2 e 5 (sabbie e sabbie limose);
- b) indice di plasticità: il fenomeno è possibile in terreni caratterizzati da un indice di plasticità inferiore a 10%;
- c) densità relativa: sono suscettibili di liquefazione i terreni sciolti con densità relativa $D_r < 50\%$ o nei quali $N < 2z$, dove N è il numero di colpi della prova penetrometrica standard (SPT) e z la profondità in metri;
- d) saturazione: sono suscettibili di liquefazione i terreni in cui la falda è prossima al piano di campagna;
- e) profondità: in genere il fenomeno di liquefazione si può verificare entro i primi 20 m di terreno o comunque per pressioni verticali di confinamento inferiori a 200kPa.

In base ai suddetti parametri ed in considerazione della tipologia di terreni rinvenuti nel corso delle indagini si ritiene di poter asserire che la suscettibilità alla liquefazione nelle microzone individuate risulti da bassa ad alta così come riportato sulla carta della stabilità.

La causa eccitatrice è da ricondurre ad azioni di carattere dinamico, quali quelle indotte dai terremoti che, agendo in condizioni non drenate, determinano l'accumulo di sovrappressioni interstiziali positive ed una conseguente riduzione della tensione media efficace. La riduzione della resistenza può rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzato e definitivo.

Per quanto attiene eventuali fenomeni di instabilità, con particolare riguardo ai fenomeni di liquefazione, il DM 14.01.2008 (paragrafo 7.11.3.4) e successiva Circolare esplicativa n. 617/2009 (paragrafo C7.11.3.4) impone che essa sia valutata mediante il ricorso a metodologie analitiche od a carattere semiempirico a meno del verificarsi di condizioni quali:

- eventi sismici di magnitudo inferiore a 5 ($M < 5$);
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti
- (condizione di free-field) inferiori a 0.1g ($a < 1 \text{ m/sec}^2$);
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di

- campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$;
 - elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille) o di ghiaie.

Nell'area di studio, approfondimenti condotti permettono di affermare che si riscontrano alcune condizioni prima enunciate, infatti:

- gli eventi sismici attesi sono con M superiore a 5;
- le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di free-field) sono superiori a $0.1g$ ($a < 1 \text{ m/sec}^2$);
- la falda si rinviene a profondità variabile ma comunque non superiore ai 2-3 metri, ed in periodo di piogge intense essa risale, in alcuni punti, anche fino al piano campagna;
- non sono stati riscontrati, nel corso delle analisi dei dati in mio possesso, depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$;

però a vantaggio della stabilità è stato riscontrato che:

- quasi in tutti i campioni analizzati in laboratorio e considerati in questa sede è stata evidenziata una elevata presenza nel fuso granulometrico, quasi sempre maggiore del 50%, di terreni a componente fine (limi e argilliti) o di ghiaie.

Da quanto sopra esposto è possibile affermare che secondo la normativa vigente, è necessaria una valutazione puntuale della stabilità dell'area con particolare riguardo al fenomeno della liquefazione, anche se non sono noti fenomeni di liquefazione storicamente collegati agli eventi sismici che si sono susseguiti nel tempo, però la verifica a liquefazione eseguita in diversi punti con il metodo di Seed e Idris, utilizzando i dati a disposizione, non sempre è risultata negativa. (vedi tabella n°7).

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Come è stato ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, l'area in esame fa parte della depressione morfologica della Piana del Sarno . I terreni che si rinvencono, nell'ambito delle profondità tecnicamente significative, sono da attribuire all'attività eruttiva del Somma-Vesuvio e dei CampiFlegrei nonché

all'attività erosiva delle acque ruscellanti; essi sono intervallati da livelli di materiali chiaramente ossidati (paleosuoli).

I sondaggi a carotaggio continuo analizzati hanno messo in evidenza materiali che si inseriscono perfettamente nello schema sopra riportato; sono infatti presenti limi, sabbie, sabbie limose spesso con pomici e livelli ossidati e/o di vera e propria torba. L'andamento della resistenza alla punta delle prove penetrometriche mette in evidenza che la struttura del sottosuolo è molto articolata, si rinvencono infatti frequenti livelli di materiale a granulometria più grossa (rappresentati dai picchi della resistenza alla punta) alternati a materiali a minor resistenza. La distribuzione areale dei livelli di maggiore e/o minore resistenza è, in genere, di tipo lenticolare per cui non sempre è possibile una loro correlazione.

Dal complesso delle indagini eseguite e quelle consultate è stato accertato che il sottosuolo del territorio comunale nelle aree occupate dal centro e dalle frazioni è costituito da un substrato tufaceo su cui vi sono terreni piroclastici e terreni alluvionali come illustrato in precedenza.

Dalle analisi dei terreni allegate al P.R.G. si è risaliti alla composizione granulometrica dei materiali sciolti di copertura allo strato prima menzionato. Essi presentano un assortimento granulometrico che va dalla ghiaia ai limi attraverso tutti i termini intermedi (ghiaia, sabbie ghiaiose, sabbie limose, limi sabbiosi e/o ghiaiosi), i risultati sono in allegato.

Il tetto del tufo grigio Campano in facies gialla durante le prove stratigrafiche è stato rinvenuto a profondità variabili dai – 12 - 14 metri, in due sondaggi S41 ed S43 è stato rinvenuto a circa 18 metri mentre in altri tre sondaggi S22 – S38 ed S42 fino alla profondità di 20 metri non è stato rinvenuto.

Al fine del calcolo della resistenza a rottura sempre dalle analisi di laboratorio e dai parametri ricavati dalle elaborazioni dei profili penetrometrici sono state

determinate le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni presenti nell'area. In definitiva si può affermare che i terreni sciolti per comportamento meccanico possono essere assimilati a materiali sabbiosi e solo in alcuni casi sono dotati di plasticità essendo quasi inesistente la presenza di materiali argillosi. Tutto ciò ai fini applicativi significa che sotto l'azione di carichi esterni essi danno luogo a cedimenti anche di una certa entità. Però ove questi fenomeni di assestamento si verificano essi si esauriscono in tempi molto rapidi generalmente durante gli incrementi di carico derivanti da strutture in via di elevazione. Relativamente alla caratterizzazione dell'ammasso tufaceo l'esame delle carote prelevate in altre occasioni ha evidenziato che si tratta di un materiale vulcanico sciolto dalle caratteristiche fisiche e meccaniche variabile sia lungo la stessa verticale che in direzione orizzontale.

Caratteristiche geotecniche dei litotipi

Le caratteristiche geotecniche dei terreni scaturiscono sia dalle indagini e dai risultati delle prove di laboratorio sia dai numerosi dati derivati dagli studi pregressi. Per quanto riguarda le indagini geotecniche rielaborate la globalità dei dati ottenuta ha permesso di ottenere le seguenti caratterizzazioni:

Formazioni di copertura

In tale formazione rientrano:

Depositi piroclastici rimaneggiati

Materiali piroclastici prevalentemente sciolti, di colore da marrone giallastro a bruno, costituiti da livelli cineritici alternati a livelli pomicei grossolani rimaneggiati a luoghi pedogenizzati. Da un punto di vista granulometrico, possono essere classificati come limi sabbiosi debolmente ghiaiosi o sabbie con limo/limose debolmente ghiaiose con tracce di argilla; la compressibilità in taluni casi assume valori medio-alti, e lo stato di addensamento è, in genere, basso.

I parametri geotecnici presentano i seguenti valori:

Peso dell'unità di volume " γ " 1,4-1,50 g/cm³
Porosità "n" 50-70 %
Angolo di Attrito Interno " ϕ " 21-26°
Densità relativa "Dr" 15-31 %
Modulo Edometrico "E" 31-46 Kg/cm²

Depositi piroclastici in facies primaria

Materiali piroclastici di colore variabile dal bruno al grigio, costituiti da livelli cineritici alternati a livelli pomicei grossolani. Da un punto di vista granulometrico, possono essere classificati come limi sabbiosi debolmente ghiaiosi o sabbie con limo/limose debolmente ghiaiose ; la compressibilità assume valori medi, così come lo stato di addensamento che diventa maggiore quando il grado di cementazione è elevato ovvero la componente sabbioso-ghiaiosa è predominante.

I parametri geotecnici medi presentano i seguenti valori:

Peso dell'unità di volume (limi sabbiosi) " γ " 1,40-1,50 g/cm³
Peso dell'unità di volume (Sabbie con limo/limose) " γ " 1,60-1,90 g/cm³
Porosità "n" 40-60 %
Angolo di Attrito Interno " ϕ " 21-28°
Densità relativa "Dr" 16-40 %
Modulo Edometrico "E" 33-60 Kg/cm²

Tufo Grigio Campano

Si rinviene nella facies superiore, da incoerente-semicoerente (cappellaccio) a litoidi di colore giallastro, e nella facies inferiore di colore grigio, da mediamente addensata litoide; le due facies sono caratterizzate da parametri geotecnici differenti come di seguito evidenziato in sintesi.

Facies superiore giallastra sciolta
Peso dell'unità di volume " γ " 1,30-1,60 g/cm³
Angolo di Attrito Interno " ϕ " 30-35°

Facies superiore giallastra litoide (dati bibliografici)
Resistenza a compressione " δ " 10-30 Kg/cm²

Facies inferiore grigia-livelli litoidi (dati bibliografici)
Peso dell'unità di volume " γ " 1,60-2,00 g/cm³
Resistenza a compressione " δ " 25-40 Kg/cm²








ELABORATI CARTOGRAFICI**CARTA UBICAZIONE INDAGINI (B.2.1)**

La Carta delle indagini è l'elaborato che è stato predisposto per la rappresentazione della localizzazione e del tipo delle indagini: dalla distribuzione delle indagini per l'area di studio è stato possibile:



- individuare le aree con minore numero di indagini e pianificare le ulteriori indagini da effettuare;
- valutare preliminarmente la qualità dello studio: la gran quantità di indagini e di dati analizzati ha permesso di considerare affidabile l'interpretazione e i risultati.

In questa Carta sono rappresentate, oltre alle indagini preesistenti, anche le prove realizzate ex-novo. La scala di rappresentazione, è 1:5.000 e la raccolta delle indagini disponibili ha avuto lo scopo di comprendere e documentarne nella loro completezza il modello geologico preliminare ed i fenomeni naturali che potrebbero interessare l'area in oggetto. Le indagini sono state rappresentate, in forma simbolica per tipologia, ed in particolare:

Indagini geotecniche

	<i>S Sondaggio a carotaggio continuo</i>
	<i>Sc Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni</i>
	<i>SPT Prova penetrometrica dinamica in foro (SPT)</i>
	<i>DL Prova penetrometrica dinamica leggera</i>
	<i>CPT Prova penetrometrica statica</i>
	<i>Pa Pozzo per acqua</i>
	<i>DPSH prova penetrometrica pesante</i>

Indagini geofisiche

	<i>Down-Hole</i>
	<i>HVSr Misura di rumore</i>

CARTA GEOMORFOLOGICA (B.2.2)

finalizzata alla localizzazione degli aspetti morfologici più significativi, sia naturali che antropici, dell'intero territorio comunale.

CARTA GEOLITOLOGICA (B.2.3)

La carta sintetizza, per quanto possibile, le principali informazioni contenute nei capitoli precedenti ai quali si rimanda per più dettagliate informazioni.

La suddivisione riportata fa riferimento solo in parte alla diversa tessitura dei terreni affioranti e/o alla loro origine.

Nell'area di studio sono presenti quattro tipi di terreno:

- depositi di versante e colluviali con diverso grado di alterazione, sabbie e sabbie siltose;
- Alluvioni di conoide che a luoghi diventa matrice di lenti di ghiaie calcaree;
- Limi torbosi e/o sabbiosi;
- Alluvioni di conoide sabbiose-limose

CARTA IDROGEOLOGICA (B.2.4)

dove sono riportate tutte le vie d'acqua antropiche e naturali nonché l'andamento della falda sottostante. Le curve isopiezometriche riportate sulla carta sono state costruite mediante la lettura della profondità del pelo libero della falda nei pozzi riportati sulla carta ubicazione indagini, naturalmente le letture sono state eseguite su pozzi in tutto il territorio comunale .

CARTA DELLA STABILITA' (B.2.5)

finalizzata alla classificazione delle aree con diverso grado di stabilità dal punto di vista geologico, inoltre vi sono riportati tutti i punti in cui è stata eseguita la verifica alla liquefazione oltre ad una tabella con i valori del coefficiente di liquefazione. L'area di studio inoltre è stata divisa in due a seconda del diverso rischio di liquefazione, pure non essendo i terreni classificati "S2", abbiamo una zona in cui il rischio liquefazione è alto area a righe oblique di colore ciano ed un'altra in cui il rischio è basso o quasi nullo in area a puntini Verdi.

CARTA ZONIZZAZIONE IN PROSPETTIVAS SISMICA (B.2.6)

La carta è stata costruita elaborando i dati ricavati dalle prove sismiche eseguite sia per la presente indagine che per quelle effettuate sul territorio comunale per altri studi. La carta riporta ai fini della valutazione preliminare dell'azione sismica di progetto, la definizione delle categorie di profilo stratigrafico dei suoli di fondazione presenti sull'area di studio (D.M. 14-01-2008 e O.P.C.M. n° 3274 del 20-03-2003). I suoli di fondazione dell'area di studio sono risultati classificati di categoria "C". Inoltre sulla carta sono state riportate le indagini eseguite col metodo dei microtremori per la presente indagine e nella legenda per ogni prova vengono riportate i valori della Vs30, della frequenza di amplificazione del sito e del periodo di vibrazione.

SEZIONE GEOLITOLOGICA

è stata finalizzata alla rappresentazione dei rapporti litostratigrafici su tutto il territorio comunale, va detto che trovandoci in una piana alluvionale che ha subito diversi cicli di erosione-sedimentazione non sempre è possibile trovare corrispondenza degli strati tra un sondaggio e l'altro (è in allegato alla relazione).

STRATIGRAFIE: sono state rielaborate le stratigrafie appartenenti ai sondaggi eseguiti per il PRG, per il P.E.P. e per il rifacimento della rete idrica. Hanno permesso di conoscere i tipi di terreni presenti nell'area, tutti di natura alluvionale e vulcanica. (vedi elaborazioni indagini)

PRESCRIZIONI D'USO A CARATTERE GEOLOGICO

Nel presente studio si è investigato riguardo gli ambiti geologici s.l. del territorio comunale di San Valentino Torio, a partire da conoscenze pregresse e da documentazione tecnica già disponibile, riveduta ed aggiornata sulla base di dettagliati rilievi geologici e geomorfologici di superficie ex-novo, integrati da una mirata campagna di indagini geognostiche, nel rispetto del quadro normativo

vigente. Del resto dato il carattere generale di orientamento ed indirizzo di questo studio, seppur specialistico e specifico, nei confronti della suscettività d'uso dei vari ambiti geologici, si rimanda alle fasi di attuazione di questo livello di pianificazione, per l'esecuzione di ulteriori rilevamenti sia di superficie che attraverso l'ausilio di indagini geognostiche, dirette ed indirette, finalizzati a caratterizzare la litostratigrafia locale, gli aspetti geotecnici del volume significativo del sottosuolo investito dalle strutture, le condizioni geomorfologiche al contorno, la risposta sismica del singolo sito con l'individuazione dei fattori di amplificazione delle onde sismiche. Pertanto, sulla base dei risultati scaturiti dal presente studio, ai fini del corretto uso del territorio, si riportano le seguenti prescrizioni per le diverse aree così perimetrate e classificate nella Tav. 4 "Carta della Stabilità" e nella tavola di sintesi n. 6 "Carta della zonizzazione in prospettiva Sismica".

Aree Stabili: è consentito qualsiasi tipo di intervento previa acquisizione dei parametri geologico-geotecnici-geofisici secondo le modalità previste dalla normativa vigente.

Aree Potenzialmente Instabili: prima di qualsiasi intervento saranno espletate indagini geologiche e geotecniche finalizzate alla definizione puntuale della stratigrafia del sottosuolo e delle caratteristiche tecniche dei terreni al fine di verificare l'eventuale potenzialità di liquefazione spontanea e quindi saranno valutate le condizioni di stabilità derivanti dall'interazione terreno – struttura.

Aree a rischio idraulico: tali aree recepiscono la perimetrazione contenuta nel P.S.A.I. Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale; trattasi di aree per le quali valgono i divieti e le prescrizioni contenuti nelle Norme di attuazione per i diversi gradi di rischio e pericolosità.

CONCLUSIONI

L'analisi dei luoghi ha consentito di delineare le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, stratigrafiche del sito oggetto dell'indagine e la determinazione delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni presenti nell'immediato sottosuolo.

Sotto il **profilo geomorfologico** l'area dell'intervento risulta stabile avendo pendenze che non superano il 5-6 %.

Sotto il **profilo geologico** l'immediato sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di sabbie e limi piroclastici generalmente di risedimentazione poggianti su roccia su un livello di tufo vulcanico che si rinviene alla profondità di circa 13-14 metri e si presenta sciolto. Il rilevamento geologico e la consultazione di vari studi ha permesso di fornire le stratigrafie in allegato.

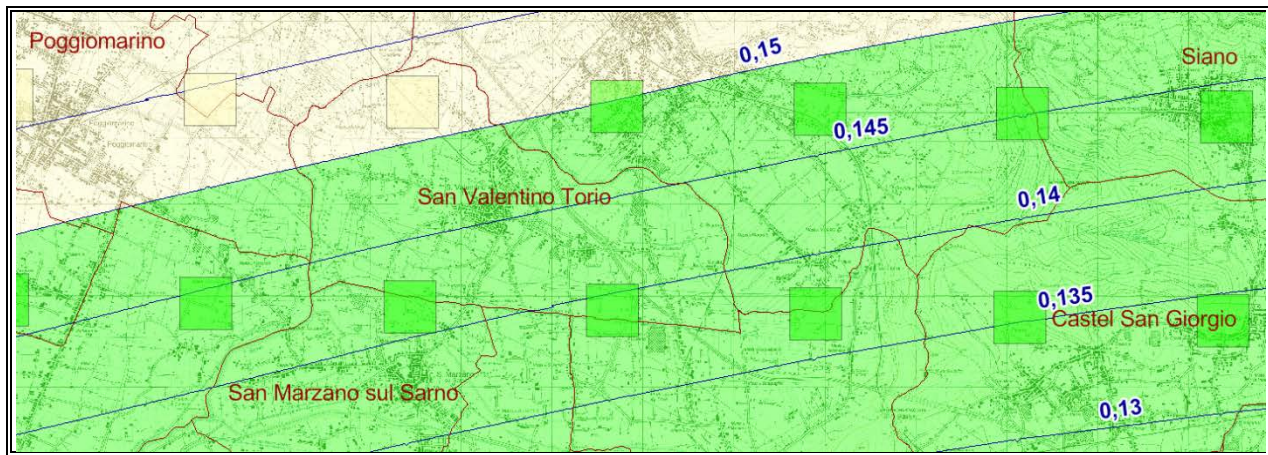
La struttura geologica del sito prevede la seguente conformazione stratigrafica:

- Sabbie e piroclastiti;
- Sabbie limose e/o limi sabbiosi;
- Sabbie;
- Tufo vulcanico;

Sotto il **profilo idrogeologico**, la falda è molto superficiale generalmente si rinviene a circa 2-3 metri di profondità e proprio perché è molto superficiale essa è soggetta a forti oscillazioni stagionali tanto che in periodi di forte pioggia in alcune aree del territorio comunale arriva a livello campagna. Tale situazione comporta che in caso di forte sisma si può avere liquefazione dei terreni là dove sussistono parametri geotecnici e densità scadenti. Alla luce di ciò e considerando che tali situazioni sono puntuali si consiglia, prima di ogni intervento edilizio, di condurre indagini specifiche finalizzate all'individuazione di eventuali depositi soggetti a "liquefazione.

Sotto il **profilo geotecnico** i parametri dei terreni analizzati su tutta l'area oggetto dello studio, peso medio dell'unità di volume γ pari a 1400 Kg/m³ e 1900 Kg/m³ a secondo degli strati prospettati e angolo di attrito interno ϕ variabile tra 20° e 28° a secondo dei livelli prospettati ma generalmente nei primi metri a partire dal livello campagna è prossimo a 21-22 gradi .

Sotto il **profilo geomeccanico e dell'adeguamento sismico**, si può assumere un valore di accelerazione al suolo **c** pari a 0,145 g. (vedi figura carta P.S.A.I.)



La ricerca bibliografica ha consentito di accertare che il territorio del Comune di San Valentino Torio (SA) può essere colpito da eventi sismici che hanno la loro origine nella fascia appenninica che va dall'Abruzzo alla Basilicata e nell'area vulcanica, questi eventi possono avere come massima intensità il IX grado della scala MCS con possibilità di eventi del X grado ogni mille anni. Il rischio vulcanico è stato sintetizzato in una carta tematica che è parte integrante della presente relazione. Concludendo lo scrivente può asserire che, sotto l'aspetto morfologico, geolitologico e idrogeologico, considerando i risultati ottenuti dai dati geotecnici, dalle indagini eseguite in sito, e alla luce di quanto illustrato ai fini della prevenzione del rischio sismico l'area di interesse è idonea per il progetto da realizzare.

San Paolo Bel sito Marzo 2015

*Geologo
Carmine Domenico Manganiello*