

PREMESSA

Il sottoscritto dott. geologo Giacomo D'Antuono, iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania con il n°1192 e con studio in Angri (SA) al Viale Cristoforo Colombo n°24, a seguito di incarico conferitogli dal Responsabile dell'U.O.C. Promozione, Sviluppo e Gestione Territoriale del Comune di Angri con Determinazione n°76 del 15.01.2013, ha redatto la presente relazione geologica, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte, finalizzata all'acquisizione del parere da parte del Genio Civile (L.R. n°9/83) e dell'Autorità di Bacino (L.R. n°8/94) per variante allo strumento urbanistico vigente, relativa ad intervento di opera pubblica denominato "*Programma di riqualificazione urbana per alloggi a canone sostenibile* (Decreto Dirigenziale n°339/08 e n°25/09) in Località Ardinghi".

Si precisa che per la caratterizzazione geologica generale del territorio si rimanda agli studi e alle relative conclusioni sintetizzate nella varie carte tematiche prodotte come elaborati del Piano Regolatore Generale dal dott. geol. Giovanni Rea, che si intendono completamente accettate e condivise e di cui si è tenuto conto nella redazione della presente relazione.

Per l'espletamento dell'incarico si sono avuti contatti con i dirigenti estensori degli elaborati di variante ed ai rilievi di superficie, estesi anche alle immediate vicinanze, sono seguite puntuali indagini geognostiche, in situ ed in laboratorio, sull'area oggetto di variante al fine di determinare esattamente le caratteristiche stratigrafiche e litotecniche di tale area integrandole con i tanti dati bibliografici e le informazioni acquisite nel corso degli anni dalle varie relazioni geologiche e geotecniche allegate a corredo delle pratiche edilizie, redatte per aree limitrofe a quella in variante.

La presente relazione che riporta il riassunto delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio considerato e che prende in esame la compatibilità delle destinazioni previste nella nuova zonizzazione urbanistica, è stata suddivisa dallo scrivente nei seguenti capitoli:

- ☒ descrizione del progetto pubblico oggetto di variante;
- ☒ inquadramento geomorfologico, strutturale ed idrogeologico;
- ☒ carte tematiche dello strumento urbanistico;
- ☒ inquadramento sulle carte tematiche del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale del Sarno;
- ☒ indagini geotecniche effettuate e loro ubicazione;
- ☒ caratterizzazione sismica;
- ☒ carta di sintesi dello studio effettuato;
- ☒ verifiche di stabilità dell'area ante e post opera;

- ⊗ considerazioni e giudizio conclusivo nonché dichiarazione di compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologica del territorio interessato con la relativa cartografia sovrapponibile;
- ⊗ allegati.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO PUBBLICO OGGETTO DI VARIANTE

Il programma di riqualificazione urbana e di realizzazione di alloggi di housing sociale si localizza intorno alla via Ardinghi del comune di Angri, zona centrale rispetto al contesto urbano e di antica costituzione. Esso si propone di intervenire in un'area fortemente degradata e sprovvista di attrezzature e spazi di aggregazione sociale. In particolare, l'area in esame, che è stata interessata da un insediamento di strutture prefabbricate "leggere" per ospitare nuclei familiari dopo il sisma del 23.11.1980, attualmente fortemente degradate ed in parte non utilizzate, appare l'area più idonea ad assolvere il ruolo determinante di "polmone" per la riqualificazione e la ristrutturazione dell'intero comparto urbano.

Il *"Programma di riqualificazione urbana per alloggi a canone sostenibile"* in progetto prevede, la rimozione dei prefabbricati leggeri presenti nell'area di proprietà comunale e la realizzazione di nuovi edifici da destinare ad alloggi a canone sostenibile nonché la realizzazione di aree da destinare a verde e spazi pubblici.

L'intervento comporta la variante urbanistica al vigente PRG in quanto attualmente l'area in questione è classificata "zona E7-agricola". Essa risulta totalmente urbanizzata con sedi viarie, illuminazioni ed impianti a rete, trasformando gli originari suoli agricoli.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, STRUTTURALE ED IDROGEOLOGICO

L'area oggetto del presente studio ricade cartograficamente sulla tavoletta IGM Foglio 185 della Carta d'Italia "Nocera Inferiore" quad. III S.E.

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto del presente studio si presenta con una superficie topografica pianeggiante. La natura dei terreni associata alla morfologia locale rende l'area esente da fenomeni franosi in atto e/o potenziali. Tale area si inserisce in un contesto geologico ben più ampio, che va sotto il nome di "Piana del Sarno", bordata a nord ovest dall'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio, a nord est dai Monti di Sarno e a sud dai Monti Lattari.

La situazione geologica generale è legata alle successive fasi tettoniche che hanno portato al sollevamento dei rilievi carbonatici dell'Appennino ed alla formazione della "Conca Campana", progressivamente colmata dai materiali piroclastici direttamente provenienti dall'attività vulcanica del complesso Somma-Vesuvio e Campi Flegrei o rimaneggiati con deposizione in ambiente marino e subaereo. I materiali piroclastici si presentano sia allo

stato sciolto non rimaneggiato (tufi incoerenti, scorie, pomici, lapilli, ceneri e pozzolane) o rimaneggiato (prodotti dell'erosione) sia allo stato semilitoide e lapideo (tufo grigio campano di probabile origine ignimbritica di età presumibile circa 39.000 anni). I depositi non rimaneggiati sono caratterizzati, in genere, da una struttura più regolare, con stratificazione generalmente suborizzontale, in quelli rimaneggiati si rinvencono strutture lenticolari legate alla paleomorfologia locale.

Le rocce carbonatiche sono affioranti nei rilievi e sulle creste collinari mentre nella piana alluvionale rappresentano il basamento rigido sul quale poggiano i terreni quaternari. La zona di raccordo tra i rilievi e la vallata è costituita principalmente da detrito di falda e terreni alluvionali frammisti a prodotti piroclastici.

L'idrodinamica sotterranea della Piana del Sarno è stata oggetto di numerosi lavori da cui emergono che le peculiarità dell'acquifero sono legate alle particolari caratteristiche intrinseche dei depositi vulcanoclastici, alluvionali e marini che gli conferiscono una notevole variabilità della permeabilità, sia in senso orizzontale che verticale.

L'unità idrogeologica della Piana del Sarno è delimitata a nord-est ed a sud-est rispettivamente dalle strutture carbonatiche dei Monti di Sarno e dei Monti Lattari, a sud-ovest il limite è marcato dal mare ed a nord-ovest dall'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio. I terreni comprendenti la valle alluvionale sono costituiti prevalentemente da prodotti piroclastici, di bassa densità, eruttati dal complesso vulcanico Somma-Vesuvio; questi terreni sono sciolti o molto sciolti ed hanno anch'essi una elevata permeabilità. Alla base di questi terreni troviamo l'ignimbrite campana costituita da tufi grigi semincoerenti, compatti, messi in posto dall'eruzione dei Campi Flegrei. Lo spessore del banco tufaceo raggiunge valori dell'ordine dei 15-20 metri e tolto la parte sommitale che quasi sempre è degradata, esso risulta essere impermeabile. La presenza di un orizzonte tufaceo semipermeabile determina, in genere, la separazione tra i depositi carbonatici inferiori ed i terreni piroclastici superiori, generando una scomposizione dell'idrodinamica sotterranea che si sviluppa secondo uno schema a due falde sovrapposte, determinando la formazione di due acquiferi, uno superiore ed un altro del tipo profondo, aventi lo stesso bacino di alimentazione con flussi sotterranei indipendenti.

La principale fonte di alimentazione idrica alla piana, oltre che dalle acque di infiltrazione diretta, è assicurata dalle idrostrutture di bordo rappresentate dal complesso Somma-Vesuvio, dai Monti di Sarno e dai Monti Lattari. L'assenza di sorgenti importanti lungo il rilievo e alla base di esso, è una conferma che esso costituisce la principale alimentazione della falda sottostante. I materiali presenti nell'area sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità (terreni detritico-alluvionali e piroclastici sciolti), e secondaria, per fessurazione, nei termini litoidi (tufi). Essa è variabile, nei termini sciolti, da media ad alta

in relazione al grado di addensamento e alla granulometria prevalente in ciascun livello stratigrafico.

Dal punto di vista idrologico, nell'area in oggetto, le acque selvagge di origine meteoriche, si infiltrano facilmente nei terreni sottostanti; questo perché, come precedentemente esposto, i litotipi superficiali, sono molto areati e di bassa densità. L'acquifero dunque viene alimentato e sorretto dalla circolazione suborizzontale proveniente dai rilievi e dalla infiltrazione verticale delle acque vadose.

Tutto questo fa sì che l'orizzonte acquifero va soggetto ad escursioni stagionali con un massimo annuale nel periodo Aprile-Maggio.

CARTE TEMATICHE DELLO STRUMENTO URBANISTICO

In allegato alla presente si riportano le carte tematiche dello strumento urbanistico redatte in diversi studi per la redazione del Piano Regolatore Generale:

☒ dal dott. geol. Orazio Patti consistenti in:

- ❖ **carta geolitologica** sulla quale i termini in esame sono indicati come *"Prodotti di eruzione vesuviane (ceneri, pomici e lapilli) e materiali di dilavamento pedogenizzati. Nei livelli inferiori i terreni pozzolanici sono rimaneggiati e argillificati"*;
- ❖ **carta di zonizzazione delle pendenze** sulla quale l'area in esame rientra in AP₂ - "Area pianeggiante p<5%, terreni in prevalenza sabbiosi e piezometrica da 3 a 20 m" e **delle classi di intervento** "Riqualificazione Urbanistica-Edilizia residenziale impianti produttivi – Attrezzature di interesse pubblico – Viabilità.

☒ dal dott. geol. e Giovanni Rea consistenti in:

- ❖ **carta della franosità** sulla quale l'area rientra in *"Zone stabili"*;
- ❖ **carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica** sulla quale l'area è indicata come *"Zona a medio-alto rischio sismico"*;
- ❖ **carta idrogeologica** sulla quale l'area viene indicata come *"Complesso Piroclastico: materiali piroclastici sciolti risedimentati ed in parte argillificati misti a terreni humificati, aventi una permeabilità scarsa"*.

INQUADRAMENTO SULLE CARTE TEMATICHE DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL SARNO

Relativamente alla compatibilità del progetto con la cartografia allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Sarno risulta che l'area in esame non è inserita in quelle a rischio idraulico e carta delle fasce fluviali, né in quelle a rischio e pericolosità da frana.

INDAGINI GEOTECNICHE EFFETTUATE E LORO UBICAZIONE

Le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, sono consistite in:

- ☒ n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- ☒ n°2 prelievi di campioni indisturbati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
- ☒ n°1 indagine sismica di tipo MASW;
- ☒ n°3 prove penetrometriche dinamiche pesanti;
- ☒ n°3 prove penetrometriche dinamiche medie.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO

I sondaggi meccanici a carotaggio continuo sono stati eseguiti dalla *"Geo-Service Srl"*, (Decreto di autorizzazione Ministero Infrastrutture n°5035 del 24.05.2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito di cui all'art.59 del D.P.R. n°380/2001), utilizzando una sonda di perforazione CMV MK900 gommata, montata su trattore Landini, ed aste di perforazione con filettatura tronco-conica di diametro di 76 mm e carotieri semplici di diametro di 101 mm. e lunghezza di 1.5 m.

Ogni sondaggio ha avuto lo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico del sito. La manovra è consistita nel procedere con la perforazione fino a riempire di terreno il carotiere e riportarlo in superficie consentendo, quindi, un prelievo continuo di *"carote"* che sono state conservate ordinatamente in apposite cassette catalogatrici munite di setti separatori.

Per ogni sondaggio è stata preparata una scheda stratigrafica che compendia i risultati delle perforazioni eseguite, che hanno raggiunto la profondità di -30.0 m. (S1) e -20,0 m. (S2) dal piano campagna. Le descrizioni litologiche, riportate nei certificati allegati, rispecchiano le risultanze dell'esame della colonna dei materiali estratti dal terreno e dello studio di dettaglio dei singoli campioni recuperati.

PRELIEVO DI CAMPIONE ED ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni, nel corso dei sondaggi si è provveduto al prelievo di due campioni utilizzando un campionatore con fustella a pareti sottili (Shelby), costituita da un tubo in acciaio inox con la base tagliente e con angolo di scarpa tra 4° e 15°, tale da rendere influente il disturbo per effetto delle operazioni di prelievo. Le fustelle contenenti i campioni di terreno all'atto dell'estrazione sono state separate dal campionatore e, dopo aver eliminato le parti detritiche e/o di terreno indisturbato alle estremità, si è provveduto alla loro sigillatura tramite appositi tappi a tenuta, previo collaggio o pennellatura di paraffina fusa alle estremità, e quindi all'applicazione di nastri adesivi. Ogni campione poi, è stato opportunamente etichettato e, a cura della ditta esecutrice, riposto in un luogo idoneo alla conservazione fino alla spedizione in laboratorio.

Il campione C1, prelevato nel sondaggio S1 alla profondità da -1,70 m a -2.20 m, consistente in *"pomici eterometriche di colore grigio di dimensioni da millimetriche a centimetriche e litici lavici di dimensioni millimetriche in scarsa matrice sabbiosa piroclastica"*, e che ha presentato una lunghezza pari a 43 cm, è stato sottoposto ad analisi di laboratorio per la determinazione delle sole caratteristiche fisiche (contenuto d'acqua, peso unità di volume, peso specifico dei grani) trattandosi di pomici.

Viceversa, sul campione C2 prelevato nel sondaggio S2 alla profondità da -4,00 m a -4.40 m, consistente in *"limo sabbioso argilloso di colore marrone scuro a consistenza molle"*, e che ha presentato una lunghezza pari a 30 cm, è stato sottoposto in laboratorio sia ad analisi per la determinazione delle caratteristiche fisiche che alla prova di taglio diretto.

Le prove geotecniche di laboratorio, le cui risultanze sono riportate in allegato alla presente, sono state eseguite presso il laboratorio geotecnico *"Geo Testing Srl"* (Concessione ministeriale n°9064 del 19.10.2010 per prove in sito e di laboratorio ai sensi dell'art.59 del D.P.R. n°380/01),.

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

L'indagine sismica eseguita di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ha avuto lo scopo di individuare spessori e geometrie dei litotipi, le loro caratteristiche e classificare dal punto di vista sismico il suolo dell'area oggetto di variante.

L'indagine sismica eseguita utilizzando il sismografo PASI 16S24 e 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile, è consistita nell'acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (massa battente su piastra o fucile sismico), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente geofoni; nell'estrazione del moto fondamentale ed eventualmente, se presenti, dei moti superiori dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh; nell'inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico; ed, infine, la ricostruzione di una sezione delle V_s dei terreni con approccio multicanale.

Per maggiori dettagli sulla metodologia di indagine e per le risultanze emerse dalle misure sismiche MASW, si rimanda all'allegata relazione di indagine sismica.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI

Le prove effettuate con un penetrometro dinamico pesante DPSH (Dinamic Probing Super Heavy), sono consistite nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione. Nel corso di ogni prova è stato rilevato, per ogni 20 centimetri di avanzamento delle aste, il numero di colpi necessari per l'infissione della punta conica, da questi tramite la cosiddetta *"formula olandese"* si determina la resistenza dinamica alla punta R_{pd} , cioè:

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

dove:

Rpd = resistenza dinamica punta [area A];

e = infissione per colpo = δ / N ;

M = peso massa battente [altezza caduta H];

P = peso totale aste e sistema battuta.

I valori registrati sono stati riportati nel diagramma "*numero colpi penetrazione punta/profondità*": in cui sull'asse negativo delle ordinate è riportata la profondità in metri, mentre su quello delle ascisse il numero di colpi battuti per la penetrazione della punta.

Lo studio geotecnico è stato esteso fin dove le variazioni dello stato tensionale indotte dall'opera producono conseguenze non trascurabili, in particolare per tutte le verticali investigate è stata raggiunta la profondità di -22.20 m.

Le evidenze di ciascuna prova penetrometrica dinamica sono riportati nell'allegato "*Certificati prove in sito*".

Le risultanze emerse per ogni verticale investigata, evidenziano per le resistenze penetrometriche range di valori medio-bassi, salvo riscontrare dei picchi e dei minimi, rispettivamente in presenza di terreni con valori del modulo di compressione elevati e in presenza di terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti, evidenziando un grado di addensamento da "*sciolto*" a "*poco addensato*". Si veda l'allegato "*Stima parametri geotecnici prova n° 1*".

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE MEDIE

Le prove, effettuate con un penetrometro dinamico medio TG₃₀₋₂₀ della "*Pagani Geotechnical Equipment*", sono consistite nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

Nel corso di ogni prova è stato rilevato, per ogni 10 centimetri di avanzamento delle aste, il numero di colpi necessari per l'infissione della punta conica, da questi tramite la cosiddetta "*formula olandese*" si determina la resistenza dinamica alla punta Rpd, cioè:

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

dove:

Rpd = resistenza dinamica punta [area A];

e = infissione per colpo = δ / N ;

M = peso massa battente [altezza caduta H];

P = peso totale aste e sistema battuta.

I valori registrati sono stati riportati utilizzando il software win-din della Pagani Geotechnical nei seguenti diagrammi:

⊗ "*numero colpi penetrazione punta-Rpd/profondità*": in cui sull'asse negativo delle ordinate è riportata la profondità in metri, mentre su quello delle ascisse è riportato a sinistra il numero di colpi penetrazione punta-avanzamento, mentre a destra la R_{pd} espressa in kg/cm^2 ;

⊗ "Rpd formula olandese-numero di colpi/profondità": in cui sull'asse negativo delle ordinate è posta sempre la profondità in metri mentre su quello delle ascisse a destra la resistenza dinamica alla punta, formula olandese e a sinistra il numero di colpi.

Per tutte le verticali investigate sono state raggiunte le quote di rifiuto strumentale corrispondenti alle seguenti profondità di -13.10 m (PD₁); -13.20 m (PD₂) e -13,00 m (PD₃). I risultati emersi dalla prova penetrometrica dinamica sono riportati negli allegati "Prove Penetrometriche Dinamiche medie".

Le resistenze penetrometriche, riscontrate lungo le verticali investigate, evidenziano range di valori medio-bassi, salvo riscontrare dei picchi e dei minimi, rispettivamente in presenza di terreni con valori del modulo di compressione elevati e in presenza di termini con scarse caratteristiche meccaniche.

Ricostruzione stratigrafica del sottosuolo e parametri fisico-meccanici dei terreni

La diretta osservazione dei terreni affioranti eseguita durante il rilevamento geologico dell'area di intervento e le ricostruzioni lito-stratigrafiche derivate dalle prove geognostiche in sito ed in laboratorio hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Le risultanze hanno permesso di diagnosticare che i terreni costituenti il sottosuolo, sono rappresentati da termini con caratteristiche geotecniche differenti. Le anisotropie meccaniche sono ovviamente più rimarchevoli allorquando si passa dai termini piroclastici più superficiali (poco addensati) ai terreni di base rappresentati dal complesso piroclastico-tufaceo.

Per quanto attiene le proprietà geomeccaniche dei terreni di fondazione dell'area in esame si è fatto riferimento ai dati desumibili dalle indagini in sito eseguite. A tal proposito va osservato che, sperimentalmente, il numero di colpi N_{DPSH} , moltiplicato per un coefficiente di correlazione, β_t , corrisponde mediamente al numero di colpi N_{SPT} . L'elaborazione dei dati penetrometrici consente di risalire, attraverso relazioni di vari autori, ai valori dei parametri geotecnici: angolo di attrito interno, coesione, modulo di deformazione drenato, grado di addensamento ed ai valori del peso di volume saturo e secco del terreno. I terreni in esame evidenziano un grado di addensamento da "sciolto" a "moderatamente addensato" per tutta la profondità investigata.

Pertanto sulla scorta delle indagini svolte e delle informazioni acquisite di seguito si riporta il quadro dei parametri geotecnici attribuiti ai terreni individuati:

Strato	Profondità [m.]	Descrizione geolitologica	N_{SPT} correlati	Classificazione AGI	Parametri Geotecnici
1	0.00/-1.60	Terreno vegetale +	5.64	Poco addensato	$\varphi = 21.61 [^\circ]$ $\gamma_{sat} = 1.89 [t/mc]$

		Piroclastiti sciolte			$\gamma_d = 1.57$ [t/mc] $Dr = 54.89$ % $c = 0$ [Kg/cm ²] Young = 45.12 [Kg/cm ²] $Ed = 39.05$ [Kg/cm ²] $G = 330.46$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.34
2	-1.60/-3.20	Limo	1.68	Sciolto	$\phi = 20.48$ [°] $\gamma_{sat} = 1.87$ [t/mc] $\gamma_d = 1.39$ [t/mc] $Dr = 26.41$ % $c = 0.25$ [Kg/cm ²] Young = 13.44 [Kg/cm ²] $Ed = 30.92$ [Kg/cm ²] $G = 105.85$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.35
3	-3.20/-4.80	Piroclastiti sciolte	2.63	Sciolto	$\phi = 20.75$ [°] $\gamma_{sat} = 1.87$ [t/mc] $\gamma_d = 1.43$ [t/mc] $Dr = 30.01$ % $c = 0$ [Kg/cm ²] Young = 21.04 [Kg/cm ²] $Ed = 32.87$ [Kg/cm ²] $G = 161.31$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.35
4	-4.80/-7.60	Limo	1.61	Sciolto	$\phi = 20.46$ [°] $\gamma_{sat} = 1.87$ [t/mc] $\gamma_d = 1.38$ [t/mc] $Dr = 21.09$ % $c = 0$ [Kg/cm ²] Young = 12.88 [Kg/cm ²] $Ed = 30.77$ [Kg/cm ²] $G = 101.70$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.35
5	-7.60/-10.40	Piroclastiti sciolte	3.76	Sciolto	$\phi = 21.07$ [°] $\gamma_{sat} = 1.88$ [t/mc] $\gamma_d = 1.48$ [t/mc] $Dr = 28.82$ % $c = 0$ [Kg/cm ²] Young = 30.08 [Kg/cm ²] $Ed = 35.19$ [Kg/cm ²] $G = 225.73$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.35
6	-10.40/-20.20	Piroclastiti mediamente addensate	8.81	Poco addensato	$\phi = 22.52$ [°] $\gamma_{sat} = 1.91$ [t/mc] $\gamma_d = 1.69$ [t/mc] $Dr = 36.42$ % $c = 0$ [Kg/cm ²] Young = 70.48 [Kg/cm ²] $Ed = 45.56$ [Kg/cm ²] $G = 502.56$ [Kg/cm ²] Poisson = 0.34

LEGENDA:

ϕ = angolo di attrito [°]

γ_{sat} = peso di volume saturo del terreno [t/mc]

γ_d = peso di volume secco del terreno [t/mc]

Dr = densità relativa [%]

c = coesione [Kg/cm²]

Young = modulo di elasticità del terreno [Kg/cm²]

Ed = modulo edometrico [Kg/cm²]

G = modulo di deformazione a taglio dinamico [Kg/cm²]

Poisson = coefficiente di Poisson

CI AGI = Classificazione Associazione Geotecnica Italiana

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Macrozonazione e Risposta Sismica Locale

Il contributo della pericolosità al rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende dall'intensità del terremoto che la colpisce, ma anche, e forse principalmente, dalle caratteristiche delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico, in particolare quello relativo alle onde S. Queste a loro volta possono subire amplificazioni differenziali che dipendono dalle caratteristiche meccaniche, geometriche del materiale che costituisce il sottosuolo del terreno di fondazione. E' quindi necessario, per valutare le modifiche dell'impulso sismico provocate dal terreno, una parametrizzazione geometrica, geolitologica e geosismica, del sottosuolo dell'area interessata ad una costruzione, che consenta una valutazione corretta della pericolosità sismica del sito di costruzione. Studi di carattere sismologico e geofisico, svolti nell'ambito della macrozonazione sismica hanno contribuito ad un importante incremento della comprensione del fenomeno sismico e ancor più della genesi dei terremoti.

Per quanto riguarda la Campania e più in generale, l'Appennino Meridionale, la mappa di pericolosità elaborata dal Gruppo di Lavoro INGV-2004 evidenzia ben 8 classi di a_{max} , con valori che variano gradualmente tra 0.075g lungo la costa a 0.275g nell'area dell'Irpinia, ad eccezione delle aree vulcaniche Vesuvio-Ischia-Campi Flegrei dove si hanno valori mediamente compresi tra 0.175g e 0.200g.

Modello sismico del sito

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "*sito dipendente*" e non più tramite un criterio "*zona dipendente*". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "*pericolosità di base*" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Le indagini sismiche MASW eseguite sono state finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati, fino ad una profondità di 30 metri ed alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione in particolare della velocità delle onde sismiche trasversali V_s dei singoli sismostrati, con calcolo della media pesata per i primi 30 m ($V_{s,30}$) ed attribuzione della categoria di suolo di cui al D.M. 14 gennaio 2008 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni adottate con D.M. 14.01.2008, prevedono di valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come indicato nel § 7.11.3 del suddetto decreto. A tal fine l'identificazione della categoria di sottosuolo specifica del sito in esame è stata effettuata in base al valore della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità, determinato mediante sondaggio sismico secondo il sistema "masw" che ha evidenziato un valore di $V_{s,30}$ calcolato, pari a 342 (m/sec), facendo ricadere il sito in esame nella categoria di sottosuolo C di cui alla tab. 3.2.II delle NTC 2008:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Relativamente all'amplificazione stratigrafica, ricadendo nella categoria di sottosuolo C, i coefficienti S_s (stratigrafico) e C_c (che modifica il valore del periodo T_c) vengono calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NTC 2008, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2. V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria	S_s	C_c
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$	$1.05 (T_c^*)^{-0.33}$

Relativamente alle caratteristiche della superficie topografica, trovandosi in situazioni di condizioni topografiche semplici dovrà essere adottata la classificazione di cui alla tab. 3.2.IV delle NTC 2008, per la quale il sito in esame ricade nella categoria T1:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

La suesposta categoria topografica si riferisce a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e deve essere considerata nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Relativamente alla stabilità del sito in esame nei confronti della liquefazione (intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate) la verifica è stata omessa in quanto, così come prescritto dalla normativa, nei terreni investigati la profondità media

stagionale della falda, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali, risulta essere superiore alla profondità di -15 m dall'attuale piano campagna.

CARTE DI SINTESI DELLO STUDIO EFFETTUATO

Relativamente alle carte di sintesi dello studio effettuato, trattandosi di un'area di indagine limitata, le conclusioni sintetizzate nella carte tematiche prodotte in diversi studi per la redazione del PRG da parte dei geologi Orazio Patti e Giovanni Rea, si intendono completamente accettate e condivise e delle stesse si è tenuto conto nel presente studio (si veda le carte tematiche dello strumento urbanistico allegate alla presente relazione).

VERIFICHE DI STABILITÀ DELL'AREA ANTE E POST OPERA

Relativamente alle verifiche di stabilità dell'area ante e post opera:

- ⊗ trattandosi di un'opera limitata che riguarda la riqualificazione urbana per alloggi a canone sostenibile e che tutta l'area in esame, nonché quelle ad esse adiacente, risulta pianeggiante;
- ⊗ in considerazione delle risultanze della campagna geognostica, che hanno evidenziato l'assenza di interferenze tra le opere previste dalla progettazione dell'intervento pubblico, ricadente nell'area oggetto di variante, e gli equilibri di versante;

non si è ritenuto necessario procedere alle verifiche di stabilità dell'area ante e post opera.

CONSIDERAZIONI E GIUDIZIO CONCLUSIVO NONCHÉ DICHIARAZIONE DI COMPATIBILITÀ TRA LA PREVISIONE URBANISTICA DEGLI INTERVENTI A FARSI E LA CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO INTERESSATO CON LA RELATIVA CARTOGRAFIA SOVRAPPONIBILE.

L'analisi della successione geostratigrafica e l'elaborazione delle indagini geologiche, geotecniche e sismiche effettuate hanno:

- ⊗ permesso di suddividere i terreni nell'area in esame in un complesso piroclastico sciolto costituito da sabbia che sovrasta un complesso piroclastico tufaceo;
- ⊗ evidenziato che il terreno non risulta suscettibile di liquefazione e pertanto non necessita di interventi di consolidamento dello stesso;
- ⊗ consentito di individuare la categoria di suolo di fondazione ricadente tra quelli di categoria C e, a tal proposito, lo scrivente ritiene responsabilmente che sia effettivamente significativa per tutto il volume di sottosuolo interessato;
- ⊗ permesso di classificare il sito nella categoria T1, relativamente alle caratteristiche della superficie topografica e secondo la classificazione adottata dalle NTC 2008.

Come si è potuto notare, quella in oggetto si prefigura come "modesta" variante urbanistica, in quanto include area di superficie medio-piccola localizzata per lo più in aderenza alle aree delle quali rappresentano la naturale prosecuzione e/o completamento. Per l'area oggetto di variante, attraverso uno percorso metodologico sufficientemente rigoroso e puntuale, si è giunti all'acquisizione di tutti gli elementi geologici, sia generali che di dettaglio, che concorrono alla struttura fisica del territorio e alla sua evoluzione geomorfologica e dei quali si è tenuto necessariamente conto per le corrette scelte urbanistiche e di pianificazione ambientale. I risultati della campagna geognostica hanno portato alla definizione dell'assetto litostratigrafico e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni ricadenti nell'area in variante.

Relativamente alla propensione al dissesto idrogeologico, è possibile riscontrare l'assenza di interferenze tra le opere previste dalla progettazione dell'intervento pubblico, ricadente nell'area oggetto di variante, e gli equilibri di versante trattandosi di un area pianeggiante. Considerata, analizzata e verificata l'ubicazione dell'area proposta nella presente variante al PRG, si ritiene che la modifica, non incide sull'assetto geomorfologico e idrogeologico del territorio in esame ed è con questo compatibile. Pertanto nulla osta, per quanto di competenza, al "Programma di riqualificazione urbana per alloggi a canone sostenibile in località Ardinghi" predisposto dal Tecnico Progettista del Comune di Angri.

Di seguito si riportano anche la dichiarazione del Responsabile Unico del Procedimento del Comune di Angri relativa alla compatibilità tra la previsione urbanistica degli interventi a farsi e la caratterizzazione geomorfologica del territorio interessato con la sovrapposizione della relativa cartografia.

Lo scrivente si rende disponibile a fornire chiarimenti e/o integrazioni di quanto esposto seconde le esigenze della Committenza e del Tecnico Progettista della Variante.

Angri (SA), 08 aprile 2013

Il Geologo



ALLEGATI:

1. Stralcio carta geologica;
2. corografia generale dell'area;

3. stralcio piano regolatore generale;
4. progetto preliminare di fattibilità – stato di fatto;
5. progetto preliminare di fattibilità – stato futuro;
6. piano stralcio per l'assetto idrogeologico autorità di bacino del Sarno;
7. carte tematiche;
8. stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione indagini;
9. certificati prove in sito (colonne stratigrafiche; prove penetrometriche dinamiche super pesanti – DPSH; carta ubicazione indagini; documentazione fotografica);
10. prove penetrometriche dinamiche medie;
11. stima parametri geotecnici;
12. prove geotecniche di laboratorio;
13. indagine sismica MASW.