



PROVINCIA DI PIACENZA

Settore Viabilità, Edilizia e Infrastrutture

Servizio Progettazione Strade

Dirigente Responsabile : Dott. Ing. Emanuele Tuzzi

§ § § §

PROGETTO ESECUTIVO

"S.P. n. 654R di Val Nure.

**Messa in sicurezza del tracciato con adeguamento
della sezione esistente e variante su nuova sede
1° stralcio"**

C.U.P. D67H10000180002

IMPORTO COMPLESSIVO € 5.000.000,00

Gn 2. RELAZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA

RESPONSABILE UNICO

DEL PROCEDIMENTO :

(Dott. Ing. Emanuele Tuzzi)

IL GEOLOGO

(Dott. Geol. Davide Marengli)

NOME FILE:

SCALA:

AGGIORNAMENTI:

DATA:

1 - PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di uno studio di carattere geologico – geotecnico recentemente condotto lungo la S.P. n° 654R di Val Nure, tra Gariga e il centro abitato di Podenzano (vedi Corografia allegata al progetto).

Le indagini effettuate sono state condotte con lo scopo di valutare la compatibilità dell'intervento che, oltre a prevedere la riqualificazione dell'asse stradale, mediante l'allargamento in sede per uno sviluppo di circa 2,2 Km, riguarda la modifica dell'intersezione con la viabilità di accesso al cimitero nel centro abitato di Podenzano. Per la realizzazione dei suddetti interventi si procederà con lo spostamento o l'intubamento del Rio Rianza di Grazzano che in tale tratto scorre in adiacenza al lato Est della viabilità provinciale. In particolare sono stati analizzati gli elementi geomorfologici al contorno e valutati i parametri geotecnici del terreno al fine di procedere al corretto dimensionamento delle nuove opere. Per la puntuale definizione degli interventi progettati si rimanda ai relativi elaborati progettuali.

2 - GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico, quest'ambito, ricade nella zona di passaggio tra i pianalti terrazzati quaternari e l'alta pianura piacentina. Quest'ultima è caratterizzata da un andamento planimetrico piuttosto regolare con una debole pendenza verso nord. I due ambienti sono separati da una scarpata morfologica di altezza pari a tre – quattro metri che, nell'area in esame è sostanzialmente mascherata da interventi antropici.

Verso sud, tale dislivello si sviluppa progressivamente fino a raggiungere alcune decine di metri di altezza. Le superfici terrazzate antiche (prewurmiane), sono disposte concordemente alla direzione di sviluppo dei corsi d'acqua principali (SO-NE). Da questi ultimi, esse, sono separate per mezzo del terrazzo inferiore (Wurm) che, a sua volta, è sospeso di alcuni metri rispetto all'alveo attivo del collettore che le ha generate.

L'alta pianura piacentina corrisponde al territorio compreso tra il F. Po e l'allineamento Castel San Giovanni – Campremoldo di Sopra – Gossolengo – Gariga – San Giorgio Piacentino – Carpaneto – Lussurasco. Restano quindi esclusi i pianalti terrazzati, modellati nei depositi alluvionali più antichi e/o nelle serie di sedimenti marini più recenti (ad est del Nure e al margine occidentale del territorio provinciale).

In realtà, in corrispondenza delle valli principali, la pianura si estende anche a monte dell'allineamento citato, attraverso propaggini triangolari che si insinuano per alcuni chilometri all'interno delle valli stesse. Tali appendici rappresentano i corpi

apicali delle conoidi più recenti, dalla cui unione e sovrapposizione si è originata l'ampia pianura che si estende a valle.

La pianura piacentina è costituita da quattro unità morfologiche distinte, anche se sfumanti l'una nell'altra:

- alveo del F. Po e relativa fascia soggetta alle divagazioni del suo corso meandriforme;
- bassa pianura;
- pianura occidentale;
- pianura orientale.

La zona d'indagine, come anticipato, ricade nella zona di passaggio tra i pianalti terrazzati quaternari e la pianura piacentina occidentale.

A causa della relativa vicinanza del F. Po al margine appenninico, in questa parte di territorio viene a mancare una vero e proprio tratto di bassa pianura; pertanto il confine settentrionale di questo settore è rappresentato dalla fascia soggetta alle divagazioni del corso d'acqua principale, la cui morfologia è caratterizzata dal fenomeno di migrazione verso valle dei meandri stessi, provocato dai processi di erosione della sponda concava e di deposizione sulla sponda convessa. Solitamente il passaggio da questa fascia territoriale alla pianura occidentale è ben visibile, delimitato da una brusca rottura di pendenza, o anche da una scarpata.

In corrispondenza dell'area d'indagine, se si escludono le tipiche forme convesse dei conoidi, la morfologia del paesaggio è del tutto omogenea, caratterizzato da superfici piane leggermente degradanti verso Nord, interrotte solamente dalle incisioni provocate dai corsi d'acqua.

I processi morfoevolutivi sono esclusivamente legati alla dinamica dei principali apparati fluviali, che nel tratto di pertinenza manifestano un trend evolutivo sostanzialmente stabile.

Si tratta quindi di una piana pedeappenninica che degrada dolcemente fino all'impluvio principale (Fiume Po), percorsa da torrenti con alvei pochissimo assolcati fuori dell'ambito delle rispettive conoidi.

3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOTECNICO

Il substrato geologico dell'area su cui viene ad insistere l'intervento infrastrutturale è costituito da depositi alluvionali quaternari di pianura, attribuibili al cosiddetto Supersintema Emiliano-romagnolo (Pleistocene medio-Olocene) che costituisce la porzione a prevalente carattere continentale della successione post-evaporitica del margine padano-adriatico. Più in dettaglio, tali aree sono state ascritte al Sintema Emiliano-romagnolo Superiore (AES), unità alluvionale prevalentemente grossolana costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide.

La struttura stradale ricade precisamente nella propaggine settentrionale del settore classificato come Unità di Niviano (AES7a, Pleistocene sup.), che passa verso valle e lateralmente al "Subsistema di Ravenna" (AES8, Pleistocene sup.-Olocene; post circa 18.000 anni B.P.). Nell'area in esame, l'Unità di Niviano consiste di depositi alluvionali indifferenziati costituiti da ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi a grado di alterazione molto elevato (spessore del fronte di alterazione da 4 a 10 m, suolo del Pleistocene medio – Paleolitico inf.-medio) mentre il Subsistema di Ravenna consiste di depositi di conoide e terrazzo costituiti da ghiaie e sabbie con fronte di alterazione moderato (spessore del fronte di alterazione da 1,5 a 3 m, suolo del Pleistocene superiore – Paleolitico sup.-Mesolitico).

Ancora più in particolare, l'Unità di Niviano consiste in ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati (depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati) e limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie (depositi di interconoide). Lo spessore massimo dell'unità è di poche decine di metri, con profilo di alterazione dell'unità molto evoluto (raggiunge e supera i 4-5 m di profondità) e diffusa copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri (loess).

Il recente intervento di modifica dell'intersezione tra la S.P. n° 654R di Val Nure e la viabilità comunale per Turro, nel centro abitato di Gariga, ha consentito di verificare le suddette caratteristiche litostratigrafiche nei primi 4 m di profondità. In particolare, gli scavi effettuati hanno messo in evidenza, per tutto lo spessore indagato, limi e limi argillosi.

Da indagini condotte su terreni analoghi posti a breve distanza dalla zona in esame deriva che la copertura limo-argillosa si presenta frequentemente sovraconsolidata ma comunque variabile in funzione dello stato di alterazione, mentre i corpi ghiaiosi sottostanti, ad elementi arrotondati, risulterebbero a vario grado di addensamento nei primi metri, in dipendenza dello stato di alterazione e dell'eventuale presenza di interstrati più fini, dopodiché risulterebbero definitivamente addensati.

Cautelativamente, si può attribuire alla coltre loessica peso di volume $\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$, angolo di attrito interno $\phi = 0^\circ$ e coesione non drenata $c_u = 0,6 \text{ Kg/cm}^2$ (parametri comunque variabili in funzione dello stato di alterazione) e al sottostante orizzonte ghiaioso peso di volume $\gamma = 2,00 \text{ t/m}^3$ e angolo di attrito $\phi = 35^\circ$.

Da evidenziare l'assenza di livelli idrici sotterranei significativi fino alla profondità di almeno 30 m dal p.c..

Peraltro, è necessario evidenziare che le alluvioni, per le loro caratteristiche deposizionali¹, spesso presentano significative variazioni litologiche laterali.

4 - INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Il suolo, essendo l'ambiente di contatto tra litosfera, atmosfera e biosfera, è soggetto all'azione integrata di numerosi processi fisici, chimici e biologici, a loro volta condizionati dal tempo (durata dei processi pedogenetici), dal clima, dalla morfologia (rilievo), dalla roccia madre e dagli organismi viventi (fattore biotico).

In riferimento all'ampia gamma di fattori che influenzano i processi pedogenetici, nelle zone di specifico interesse è utilizzata la metodologia di analisi introdotta dalla Regione Emilia Romagna ne "I suoli dell' Emilia Romagna".

La classificazione e la zonizzazione dell'areale pedologico, di conseguenza, è basata sui caratteri di pendenza, rocciosità, pietrosità superficiale, profondità, disponibilità d'ossigeno, tessitura, scheletro, calcare totale, reazione e salinità.

Nell'ambito territoriale in esame il quadro pedologico è caratterizzato essenzialmente da una tipologia di suolo denominata "Confine franca argillosa ghiaiosa". Si tratta di suoli molto profondi aventi le seguenti caratteristiche:

- orizzonti superficiali da non calcarei a scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura franca argillosa o franca argillosa sabbiosa con scheletro ghiaioso da comune a frequente;
- orizzonti profondi da non calcarei a molto scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura da media a moderatamente fine con scheletro ghiaioso da abbondante a molto abbondante;
- Classificazione Soil Taxonomy (Chiavi 1994): loamy skeletal, mixed, mesic Udic Ustochrepts;
- Legenda FAO: Chromic Cambisols.

I suoli "Confine franca argillosa ghiaiosa" sono tipici delle antiche superfici della piana pedemontana, in prossimità dei principali corsi d'acqua appenninici. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 al 3%. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose.

I caratteri per il riconoscimento locale sono:

- **zolle di aratura** di medie dimensioni, moderatamente coesive allo stato secco;
- **tessitura** franco argilloso limosa nell'orizzonte superficiale;
- presenza di **scheletro** nel profilo a partire dall'orizzonte lavorato;
- **colore** dell'orizzonte di superficie da bruno a bruno scuro; (riconoscibili nella pagina o 10YR o 7,5YR delle tavole Munsell) e colore degli orizzonti profondi bruno rossastro scuro (riconoscibile nelle pagine 7,5YR e 5YR delle tavole Munsell);
- **effervescenza** all'HCl in soluzione acquosa al 10% da assente a debole fino a circa 90-100 cm di profondità.

¹ Generalmente si tratta di più eventi deposizionali messi in posto da flussi idrici con differenti caratteristiche di trasporto.

Il profilo di riferimento è il seguente (fonte "I suoli dell'Emilia-Romagna"):

Ap1 0-3 cm; franco ghiaioso; bruno molto scuro (10YR2/2), frammenti grumosi medi, nessuna effervescenza all'HCl; neutro, limite abrupto lineare.

Ap2 3-50 cm; franco ghiaioso, scheletro frequente con ciottoli alterati costituiti da arenarie e calcari; bruno scuro (7.5YR3/4); frammenti poliedrici subangolari medi; pori fini e medi da 0.5 a 2%; nessuna effervescenza all'HCl; neutro; limite chiaro lineare.

Bw 50-120 cm; franco argilloso sabbioso, ghiaioso; scheletro abbondante con ciottoli alterati costituiti da arenarie e calcari; bruno rossastro scuro (5YR3/4) allo stato umido e asciutto, molto debole effervescenza all'HCl; debolmente alcalino; limite chiaro lineare.

C 120-150 cm; sabbia estremamente ghiaiosa con ciottoli non alterati, costituiti da arenarie e calcari; bruno oliva (2.5Y4/4) e bruno giallastro scuro (10YR4/4); violenta effervescenza all'HCl.



Determinazioni analitiche relative al profilo di riferimento (fonte "I suoli dell'Emilia-Romagna").

Orizzonte	Profondità [cm]	Sabbia [%]	Limo [%]	Argilla [%]	pH in H ₂ O	CaCO ₃ totale [%]	CaCO ₃ attivo [%]	Mat. org. [%]	C.S.C. [meq / 100g]	Salinità [dS/m]	ESP
Ap1	0-35	22	50	28	7,6	0	0	2,3			
Ap2	35-60	21	47	32	7,6	2	1	1,9			
Bt	60-150	33	35	32	8,1	1	0	0,6			
C	150-180	56	24	20	8,4	9	2	0,6			

5 - INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area rispecchiano la sua appartenenza al principale sistema di conoidi alluvionali provinciali.

Dalla recente "Carta idrogeologica" allegata al Piano per le Attività Estrattive comunale (PAE, adottato con atto C.C. n.17 del 13.05.2005), si rileva l'andamento della superficie piezometrica della prima falda che mostra la consueta distribuzione Est-Ovest delle isopieze, con generale abbassamento delle altezze idrometriche verso Nord, caratterizzata però in questo settore da un marcato asse drenante orientato Nord-Sud incentrato all'incirca lungo l'asse stradale provinciale. Tale andamento rispecchia con tutta probabilità il forte sfruttamento delle acque sotterranee da parte degli insediamenti produttivi presenti tra Podenzano e I Casoni di Gariga.

Le misurazioni freaticometriche risalenti al Marzo del 1982 mostrano una profondità della falda di circa 26-28 m dal p.c.. Tale valore, seppure datato, risulta compatibile con la soggiacenza rilevata circa 10 anni dopo, nel Marzo 1991, durante la perforazione fino a 60 m di un pozzo idrico posto a soli 500 m di distanza (verso Est) il cui livello

statico si è attestato alla profondità di 29 m dal p.c.. E' possibile ipotizzare che nell'arco del decennio successivo all'ultimo rilievo si sia verificato un ulteriore e probabilmente più deciso abbassamento della falda, ciò sia per l'espansione industriale in atto sia per il generale periodo di siccità, con aumento del numero e dell'entità dei prelievi ad uso produttivo e irriguo. Il valore attuale dovrebbe quindi superare i 30 m di profondità dal p.c., con eventuali possibili orizzonti idrici "sospesi" a profondità inferiori.

L'acquifero che ospita la falda risulta comunque molto fruttifero in quanto costituito da corpi ghiaiosi in matrice sabbiosa o limoso-argillosa per lo più amalgamati, permeabili per porosità e trasmissivi, costituenti uno dei principali serbatoi idrici provinciali. In corrispondenza del pozzo idrico sopra citato le ghiaie si spingono con continuità fino ai 50 m di profondità ma esistono captazioni, nelle zone circostanti, che raggiungono i 140-150 m anche se, con la profondità, lo sviluppo degli orizzonti ghiaiosi tende a ridursi a favore degli orizzonti più fini e impermeabili.

Relativamente al reticolo superficiale, l'area in esame è caratterizzata dalla presenza del Rio Grazzano che si sviluppa in fregio alla viabilità provinciale. Detto collettore ha funzionalità di scolo ma anche irrigue ed è ampiamente artificializzato sia nel tratto oggetto d'intervento (completamente intubato in Loc. Due Case) sia a monte che a valle (intubato, alveo artificializzato, alveo spostato nel tratto dalla Loc. Gariga a Casoni di Podenzano, ecc.). Al fine di consentire la riqualificazione della viabilità e aumentare le condizioni di sicurezza della circolazione stradale, l'alveo del medesimo verrebbe spostato in direzione est per uno sviluppo di 1161 mt circa e, in parte intubato (per 616 mt circa). Nei tratti in cui è previsto lo spostamento del collettore l'alveo attuale verrà ritombato al fine di recuperare gli spazi necessari per effettuare gli allargamenti stradali previsti. Dette lavorazioni dovranno essere precedute da una preventiva bonifica del terreno dai depositi fini naturali e antropici attualmente presenti sul fondo alveo che altrimenti, potrebbero determinare lo sviluppo di cedimenti nei rilevati.

6 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO - LA NUOVA NORMATIVA -

Come noto in seguito all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 "Approvazione Nuove Norme tecniche per le costruzioni", gli interventi di trasformazione del territorio debbono rispettare i contenuti del medesimo con particolare riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale contenuta nell'O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i..

Quest'ultima normativa ha introdotto una differente classificazione del territorio nazionale, passando dalla suddivisione in 3 zone (D.M. 16-01-1996) alla divisione in 4 zone. In particolare, il territorio del comune di Podenzano, precedentemente non

classificato ai fini sismici, rientra nella zona 3 - a bassa sismicità -. I valori di riferimento di accelerazione massima orizzontale, su substrato rigido ($V_s > 800$ m/s), per le 4 zone sono:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

Sono state definite 5 categorie principali di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (considerato al di sotto del piano di posa delle fondazioni):

- **A** – *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m;
- **B** – *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa);
- **C** – *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa);
- **D** – *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa);
- **E** – *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

Alle cinque categorie principali si aggiungono altre due categorie per le quali vengono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- **S1** - *Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza*, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa);
- **S2** - *Depositi di terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive*, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La classificazione viene effettuata sulla base del parametro V_{s30} che rappresenta la velocità delle onde di taglio S riferita a 30 m di profondità e calcolata con l'espressione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito deve essere classificato sulla base del valore di VS30, se disponibile, altrimenti sulla base del valore di NSPT e/o ρ_{cu} sempre riferito ai primi 30 m di profondità.

Per definire il valore dell'accelerazione orizzontale di progetto, il valore dell'accelerazione orizzontale massima di riferimento per ogni "zona sismica" andrà moltiplicato per un coefficiente S in base alla tipologia del suolo di fondazione.

Uno dei principali contenuti innovativi della disciplina antisismica è la definizione del rischio sismico. Il rischio deriva dall'incrocio di due fattori: (1) pericolosità dell'evento e (2) vulnerabilità/danno.

Il primo fattore è determinato dal moto sismico atteso nell'area e dagli effetti locali di tale azione sismica mentre il secondo si basa sulla vulnerabilità delle opere e/o sul potenziale danno economico e sociale dell'evento.

Il moto sismico atteso può essere espresso in termini di picco di accelerazione massima orizzontale su sito rigido che nell'area d'interesse, assume il valore di $0,15g$, ossia di $1,47 \text{ m/s}^2$ ($0,15 \times 9,81 \text{ m/s}^2$). Tale valore corrisponde, ai sensi del D.M. 16/01/1996, al grado di sismicità $S = 6$ con un coefficiente di intensità sismica $C = 0,04$ ($=(S-2)/100$). Secondo le altre metodologie in uso, si definiscono valori di Magnitudo non superiori a 5.50 e Intensità massime macrosismiche in scala MCS $\leq$ VI-VII grado.

La massima intensità macrosismica registrata in tale ambito è pari a $I_{max} \leq 6$ ("Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA" - Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise con la collaborazione di C. Meletti, S. Miredda, G. Monachesi, G. Morelli, L. Peruzza, A. Zerga - Marzo 1996).

Per quanto riguarda gli effetti locali, ossia gli effetti in superficie di un terremoto, occorre esaminare le caratteristiche del sito e stimare la loro interazione con l'onda sismica in ingresso.

In linea generale, a seguito di un sisma possono verificarsi effetti diretti, ossia rotture o deformazioni permanenti della superficie direttamente correlabili alle faglie generatrici, oppure effetti secondari, cioè deformazioni risultanti dalla propagazione delle onde sismiche a partire dalla zona di rottura. Gli effetti diretti hanno una scarsissima probabilità di verificarsi, soprattutto nelle nostre zone. Le valutazioni più

attente devono essere rivolte ai possibili effetti secondari, considerando innanzitutto le situazioni che già di per sé presentano uno stato di equilibrio instabile che potrebbe, a certe condizioni, creare problemi durante o dopo uno scuotimento sismico. E' il caso dei dissesti già attivi o comunque potenzialmente attivabili, come movimenti franosi, crolli, ecc., oppure delle aree che conoscono o possono conoscere fenomeni di erosione, alluvionamento, subsidenza (principalmente per addensamento), liquefazione, fessurazione, ecc.

Sulla base delle indicazioni contenute nella Circolare Regionale n. 1288 dell'11/2/1983 "Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre a corredo dei piani urbanistici comunali", dato l'assetto geomorfologico, stratigrafico, idrologico e idrogeologico riscontrato nell'area in oggetto, si ritiene che sia da considerarsi poco probabile il verificarsi delle fenomenologie sopra elencate.

La valutazione degli effetti locali può essere effettuata anche in termini quantitativi ("risposta sismica locale"). E' noto, infatti, che nel passaggio dal bedrock alla superficie le onde sismiche subiscono modificazioni che generalmente comportano un'amplificazione del moto vibratorio associato a certe frequenze. In altre parole, a partire dalla curva rappresentativa dell'input sismico al suolo di categoria A ("accelerogramma di riferimento"), il sito induce sull'onda in ingresso trasformazioni caratteristiche che possono essere quantificate e graficizzate ("spettri di risposta"). Non vanno trascurate, inoltre, le modalità di vibrazione proprie dei manufatti rispetto a quelle del sottosuolo sede delle fondazioni, in considerazione dei possibili effetti di amplificazione determinati dalle eventuali coincidenze dei periodi di vibrazione (risonanza).

Senza entrare nel dettaglio delle formule di calcolo, si evidenzia che in via di prima applicazione il Decreto 2008, così come l'Ordinanza 2003, propone lo schema-tipo di classificazione del sito basato sul profilo stratigrafico, sul valore di V_{s30} , se disponibile, oppure sul valore dei parametri geotecnici che normalmente vengono acquisiti (principalmente i valori medi di NSPT e c_u). Ciascuna categoria di suolo modifica in modo caratteristico la risposta sismica definita, per ognuna delle 4 Zone sismiche, con riferimento al sito rigido di categoria A.

Rispetto allo spettro di risposta del suolo A, le maggiori deviazioni (in peggioramento, cioè amplificazioni) si hanno quanto minori sono i valori delle V_s e dei parametri geotecnici, e cioè su materiali via via meno compatti, e quanto maggiori sono gli spessori delle coperture sulla roccia in posto. Ulteriori fattori potenzialmente negativi sono i possibili contrasti di impedenza al contatto tra differenti litotipi e, come

prima accennato, i possibili effetti di risonanza indotti dalle vibrazioni caratteristiche delle opere.

La risposta sismica locale effettiva potrebbe essere calcolata in modo più realistico attraverso opportune indagini strumentali al fine di verificare che gli spettri "normativi" risultino sufficientemente cautelativi per l'area in studio.

In assenza di indagini specifiche, sulla base della sola stratigrafia rilevata, si può attribuire all'area in oggetto la categoria di suolo C descritta in precedenza.

Tale individuazione consente di ridefinire l'accelerazione massima del sito incrementando il valore riferito al sito rigido di categoria A per la Zona 3 (0,15) di un fattore pari a 1,25, dunque l'azione sismica orizzontale di progetto risulta pari a $(0,15 \times 1,25)g$, ossia **$a_g = 0,1875g$** .

In merito al secondo fattore indicato, e cioè la valutazione del possibile danno, va considerato che l'infrastruttura stradale assume un valore primario per la circolazione provinciale tuttavia non essendo presenti manufatti particolarmente significativi lungo il tratto oggetto d'intervento e per la moderata azione sismica attesa sul sito esaminato, considerando poi informazioni di carattere storico e di esperienza locale, si ritiene di poter escludere una minaccia diretta per la pubblica sicurezza o un danno strutturale alle opere tale da interrompere, nell'immediato, la circolazione stradale.

7 - CONCLUSIONI

I rilievi e le indagini eseguite lungo la S.P. n° 654R di Val Nure, consentono di affermare che non sussistono elementi di pregiudiziale incompatibilità tra il prospettato intervento e le caratteristiche geologico - morfologiche dell'area d'impasto del medesimo.

Anche dal punto di vista sismico, le valutazioni condotte sui potenziali effetti di sito non hanno evidenziato alcuna criticità che possa determinare la locale amplificazione di un'onda sismica.