



ECOGIS

studio associato di geologia

Gianluca Nascimbene
Giuseppe Zuffada

Sede legale e Uffici :

Via A. Moro, 5

27028 S. Martino Siccomario (PV)

Tel. 0382/1750334 - Fax 0382/1752557

Email : ecogis@ecogis.it

P.Iva/C.F. 02300900186

REGIONE: Lombardia

PROVINCIA: Pavia

COMUNE: Cervesina

AMPLIAMENTO PISTA CIRCUITO

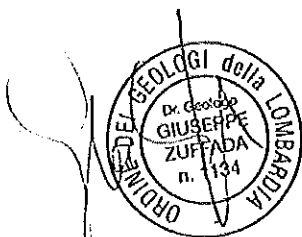
TAZIO NUVOLARI TRAMITE PROCEDURA

SUAP NEI COMUNI DI CERVESINA E CORANA

A CURA DI:

Dott. Geol.
GIUSEPPE ZUFFADA

*Iscritto all'Ordine dei
Geologi della Lombardia
N° 1134*



RELAZIONE GEOLOGICA

6 MARZO 2018

COMMITTENTE
Sig. Traversa Giorgio

Indice

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
2.1 Aspetti geografici	3
2.1 Aspetti geologici-geomorfologici.....	4
2.2 Aspetti idrografici e idrogeologici.....	6
3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA, VINCOLISTICA E CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	9
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	13
5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SITO.....	18
7. INTERVENTO IN PROGETTO	19
8. SCAVI.....	20
9. TERRE E ROCCE DA SCAVO	21
10. CONCLUSIONI	22

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e sismica è stata redatta a supporto del progetto presentato dal Sig. Traversa Giorgio per l'ampliamento del circuito automobilistico "Tazio Nuvolari" di Cervesina.

Il sito corrisponde ad un ambito di cava di sabbia e ghiaia abbandonato recuperato nel tempo dagli stessi committenti nell'ottica della successiva realizzazione dell'impianto sportivo.

Lo studio ha comportato un rilievo geomorfologico di dettaglio della zona interessata dal progetto e di un suo significativo intorno al fine di definire l'assetto geologico e geomorfologico dei luoghi nei confronti delle opere in progetto. Per la caratterizzazione geomeccanica e sismica dei terreni, in previsione delle nuove strutture in progetto, si è fatto riferimento a dati pregressi eseguiti all'interno del circuito consistiti in prove penetrometriche ed uno sismogramma per la definizione della categoria di sottosuolo (MASW).

Tale indagine è stata suffragata inoltre, da una ricerca bibliografica per la consultazione di studi pregressi e da un confronto con indagini geognostiche condotte in aree limitrofe.

NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

- ✓ D.M.LL.PP. 11/03/88 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, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ D.M. 9 Gennaio 1996 Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi
- ✓ D.M.16 Gennaio 1996 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.05.2003)
- ✓ Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003 Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
- ✓ OPCM 3 maggio 2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (Ordinanza n. 3431)- (G.U.n.107del10 maggio2005-Suppl.Ord.n. 85)
- ✓ D.M. 14 gennaio 2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni 2008
- ✓ Eurocodice 7 Progettazione geotecnica
- ✓ Eurocodice 8 Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- ✓ D.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/5001 Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 Aspetti geografici

Il sito è ubicato in linea d'aria circa 2 km a NO dall'abitato di Cervesina e 2 km a NE da quello di Corana; provenendo da Corana ad esso si accede direttamente dalla S.P. 12, svoltando a sinistra circa 400 m prima dell'abitato di Cervesina e percorrendo una strada privata di proprietà della committenza che giunge fino ai terreni interessati.

L'area è situata ad una quota topografica media di circa 66 m s.l.m. su un'area a morfologia pianeggiante. Nella cartografia ufficiale è ubicata sulla Carta Geologica d'Italia al Foglio n. 71 "Voghera" e sulla Carta Tecnica Regionale A8e1

L'area è posta immediatamente all'esterno dell'argine maestro di II categoria del F. Po il cui alveo dista 1 km circa in direzione NNE. Ad 1 Km in direzione NO è presente l'asse della autostrada Milano-Genova.

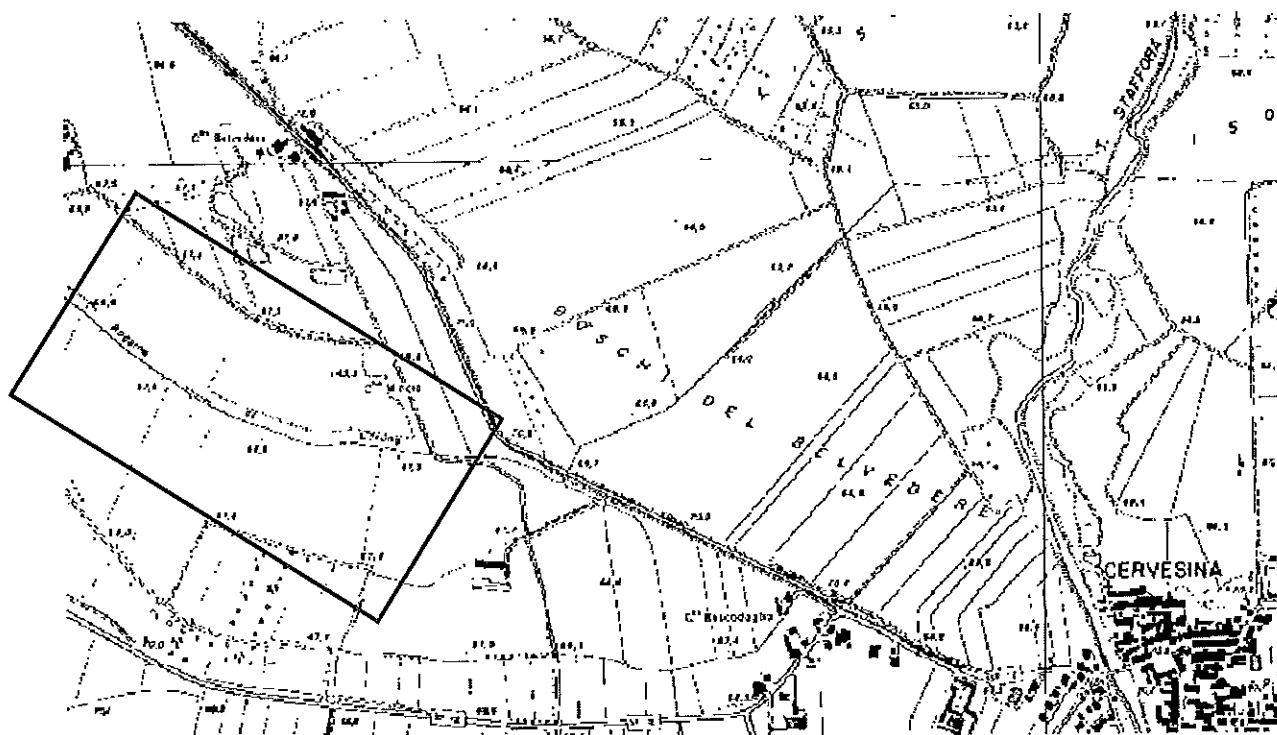


Fig.1 - Ubicazione della zona oggetto di ampliamento - CTR sezione A8e1

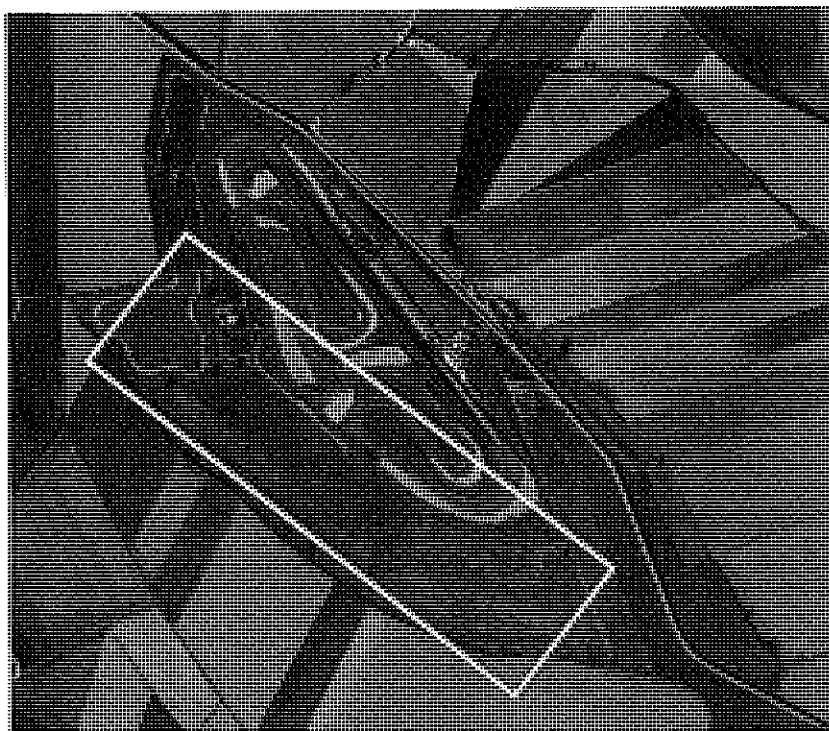


Fig.2 - Ubicazione area d'indagine (immagine satellitare Google Earth)

2.1 Aspetti geologici-geomorfologici

Il territorio oggetto di studio dal punto di vista geologico è posto all'interno di un vasto ripiano alluvionale che costituisce parte della Pianura Padana a sud del Fiume Po.

Le sue origini sono riconducibili al Quaternario antico (Pleistocene inferiore), quando una serie di intense mutazioni climatiche caratterizzata dall'alternarsi di periodi di espansione dei ghiacciai alpini ed appenninici (glaciazioni) a periodi di ritiro degli stessi (intervalli caldi) ha dato luogo ad intensi fenomeni di erosione dei rilievi montuosi.

A livello locale è possibile identificare un primo ripiano (il più esteso ed elevato altimetricamente) su cui insistono i centri abitati e la parte centro meridionale del territorio comunale (Q2'); è costituito da una coltre superficiale di alluvioni prevalentemente limo-argillose, di spessori compresi tra i 4 ed i 12 metri, poggianti su materiali più grossolani (ghiaie e sabbie) e depositate dal Fiume Po e dai suoi affluenti appenninici nel tardo Pleistocene (Fluviale recente).

Tale ripiano è delimitato verso Nord dalla ampia fascia di divagazione fluviale del Po, costituita dalle "alluvioni medie e recenti" – Q2r - (Olocene), rappresentate prevalentemente da depositi sabbiosi con locale e limitata copertura limosa.

Più in particolare l'area di studio si trova su un terrazzamento intermedio tra i depositi pleistocenici del Livello Fondamentale della Pianura e le alluvioni recenti del Fiume Po e litologicamente è costituito da sabbie e limi sabbiosi con intercalazioni ghiaiose.

Questi depositi (materasso alluvionale) presentano spessori assai variabili e sono costituiti da un'alternanza di orizzonti semipermeabili/impermeabili (argille o depositi sabbiosi- limosi – argillosi) e di orizzonti a permeabilità medio alta (sabbia – ghiaia), sede di falde acquifere di buona potenzialità. A seguito di tale origine prettamente fluviale, la zona risulta complessivamente pianeggiante, con blanda inclinazione verso Nord per il progressivo avvicinamento alla zona di scorrimento del F. Po.

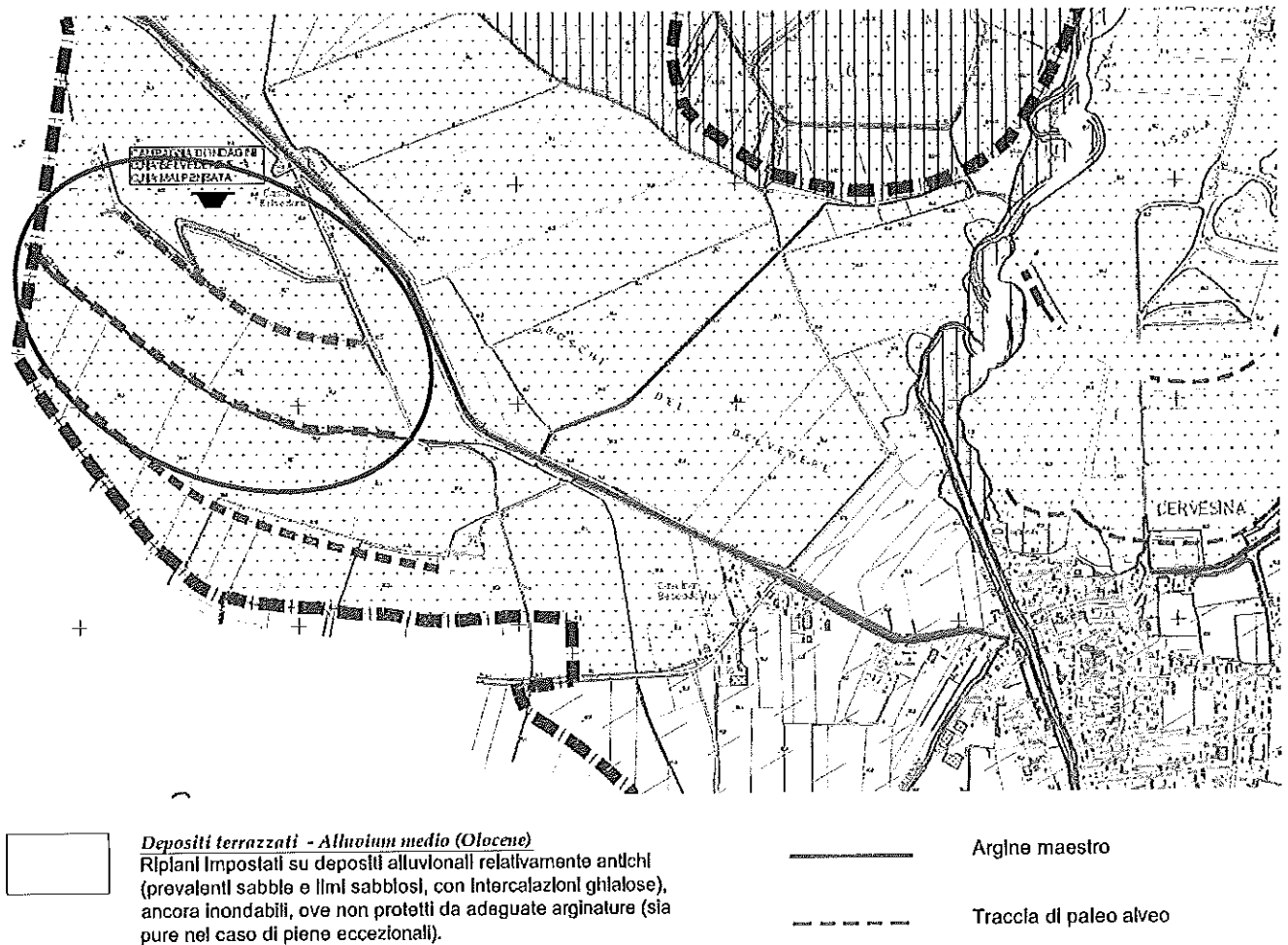


Fig. 3 – Stralcio della Carta geologica allegata al PGT Comunale

L'area sulla quale si estende l'area di interesse ricade nella fascia di divagazione del F. Po ed è pertanto caratterizzata da tracce evidenti di meandri abbandonati (paleo alvei come quello su cui si è impostata la Roggia Dicorana), da lanche e dalla disposizione planimetrica tipicamente arcuata del reticolo idrico minore e delle successive linee di scarpata che richiamano l'andamento di antichi tracciati del Fiume. La fascia di meandreggiamento è costituita da ripiani alluvionali sub pianeggianti, interrotti da scarpate di erosione fluviale di altezza limitata (1 – 2 metri) che, nel nostro caso, permettono di separare i depositi dove ricade l'area di interesse, costituiti da sabbie e limi sabbiosi, con intercalazioni ghialose e inondabili (ove non protetti da arginature) dai soprastanti depositi pleistocenici, costituiti da depositi relativamente

antichi formati da limi e limi argillosi con intercalazioni sabbioso ghiaiose che aumentano con la profondità.

Una significativa emergenza morfologica è rappresentata anche dal solco di incisione valliva del Torrente Staffora che, nel tratto a monte di Cervesina, ha un andamento marcatamente rettilineo e con scarsi caratteri di naturalità, mentre nella parte terminale del suo corso si allarga dando luogo ad un andamento di tipo meandriforme anche se limitato.

In generale il territorio è stato, per la maggior parte, modificato dall'intensa opera di antropizzazione del paesaggio (pratiche agricole, livellamenti, urbanizzazione) che ha portato anche ad alterazioni morfologiche del territorio dovute all'esercizio dell'attività estrattiva, come quella individuate immediatamente ad Ovest dell'area di interesse (ATE G 72), che a livello comunale viene svolta sia in falda che all'asciutto, nelle alluvioni limoso argillose per la produzione di laterizi e, in area golenale, in sedimenti sabbioso ghiaiosi.

In ultimo si segnala la presenza a Nord dell'area dell'autodromo dell'argine maestro eretto a protezione delle inondazioni del Fiume Po.

2.2 Aspetti idrografici e idrogeologici

L'elemento idrografico principale è dato dal Fiume Po che scorre con direzione Est.Ovest a circa 1,2 km più a Nord dell'area in esame. Localmente l'assetto idrogeologico del territorio di Cervesina risente anche dell'azione drenante del Torrente Staffora che scorre proprio in corrispondenza dell'urbanizzato cittadino a circa 1,6 km dall'area di interesse. Inoltre si segnala nelle immediate vicinanze dell'area di studio la presenza della Roggia Dicorana che, come accennato in precedenza, scorre con direzione Est-Ovest proprio a confine con la parte meridionale della zona di ampliamento ed è impostata su un antico paleo alveo del Fiume Po.

Nell'ambito del territorio comunale (e dei comuni limitrofi ricadenti all'interno della "Superficie principale della pianura a sud del Po") si trovano depositi continentali quaternari aventi uno spessore medio che va progressivamente assottigliandosi verso Sud, fino ai primi rilievi collinari, dove affiora il substrato marino pliocenico; tali depositi sono sede di acquiferi più o meno in comunicazione fra di loro secondo un sistema multifalda.

Gli strati fino ad 80 - 90 metri di profondità, identificabili con i depositi fluviali pleistocenici, sono, tranne che nella Superficie principale della pianura ove esiste una copertura superficiale impermeabile di spessori compresi tra i 4 ed i 12 metri, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con rari livelli limosi e argillosi mentre i depositi sottostanti sono caratterizzati da potenti bancate limoso-argillose intercalate a livelli non continui di materiale sabbioso e ghiaioso (cfr. sezione idrogeologica a seguire).

Si delinea pertanto una situazione generale che vede, a livello superficiale, una netta divisione del territorio in due fasce, quella delle aree golenale, più a nord, che insiste su depositi olocenici, a permeabilità da media ad elevata, e quella centro meridionale, che comprende anche gli abitati principali, con permeabilità da bassa a nulla fatta eccezione per l'alveo di Staffora e le aree limitate dove interventi estrattivi hanno portato a giorno la sottostante falda.

L'acquifero superficiale tende a dirigersi verso Nord, ovvero verso l'asse principale del Fiume Po che funge, a scala regionale, da asse drenante per tutte le acque di questa fascia di pianura. In particolare la falda risulta in diretta comunicazione con la falda di sub alveo del Po e dello Staffora nelle aree golenale, mentre risulta semiconfinata nella restante superficie comunale.

In corrispondenza della zona di studio la falda dovrebbe attestarsi ad una profondità maggiore di 3 m, mentre più a Nord, in corrispondenza dell'area golenale del Po e delle allucioni recenti, è prossima al piano campagna.

Con un maggior grado di dettaglio, analizzando le stratigrafie dei pozzi ed i profili di alcuni sondaggi è possibile sintetizzare per il territorio di studio la seguente successione stratigrafica di massima:

- a) primo livello superficiale al di sotto del suolo agrario rappresentato da argille limose prevalenti, con locali lenti limose, più fitte alla base dello strato, dove iniziano ad affiorare orizzonti limo-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi a matrice limosa; questo livello, presente nella fascia centro meridionale della superficie comunale, risulta di potenza compresa tra i 4 ed i 10 metri e presenta deboli caratteri di artesianità;
- b) Al letto del primo livello, impermeabile, (e direttamente al di sotto del terreno agrario nella fascia golenale) affiorano sedimenti a granulometria decisamente più grossolana, costituiti da sabbie miste a ghiaietto e/o ciottoli con locali livelli limosi, a permeabilità più bassa, e che si estendono fino ai 70-80 m. da piano campagna. A tali depositi, su cui ricade l'area di studio, è stata attribuita una vulnerabilità medio-alta.
- c) A profondità superiori si riscontra un banco impermeabile costituito da argille compatte e marnose di potenza indicativa superiore ai 15 metri (16 metri nel pozzo comunale di Cervesina, 30 metri in quello di Silvano Pietra); tale livello è identificato anche nella sezione geologica interpretativa a quote intorno al livello del mare.

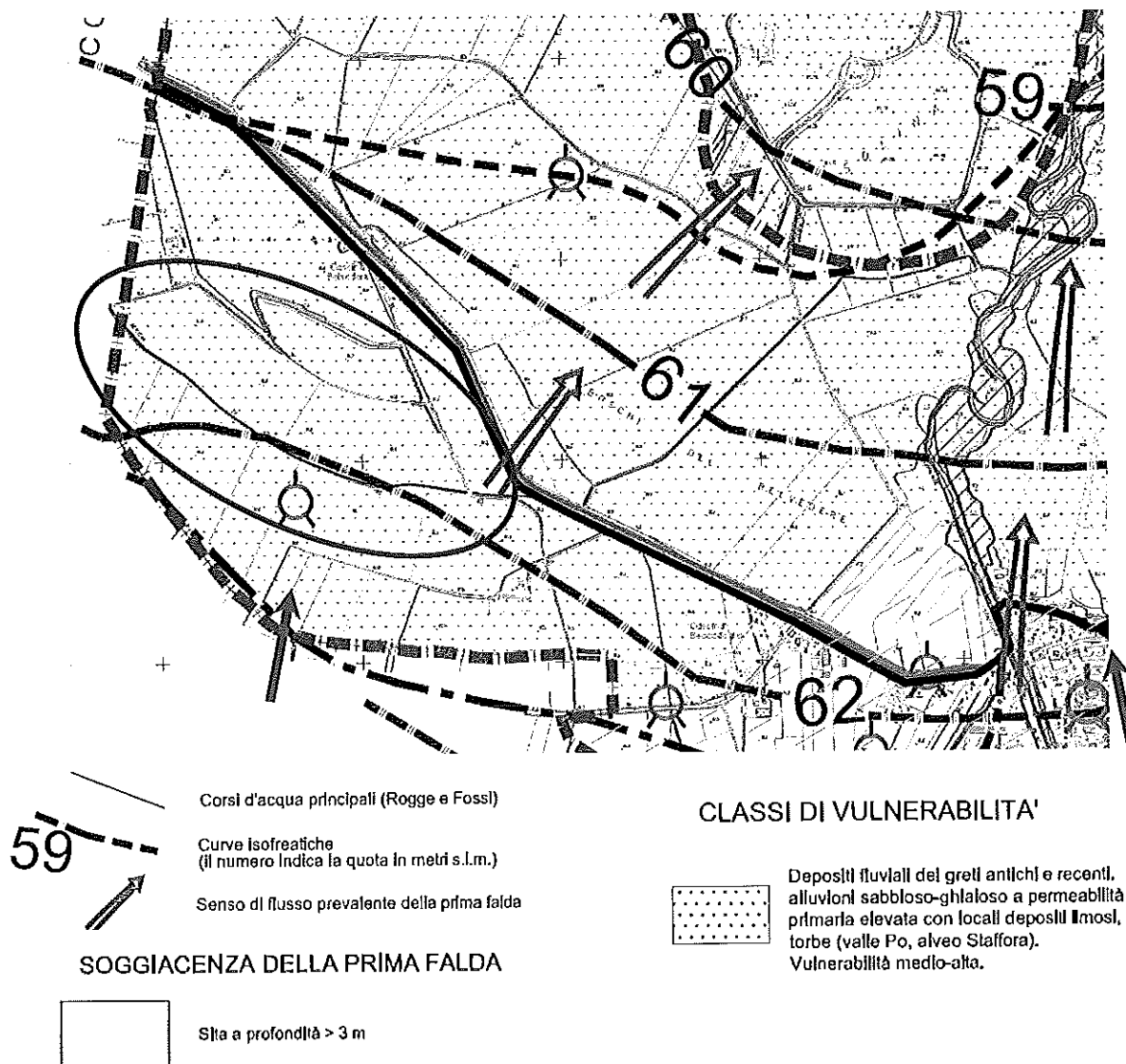
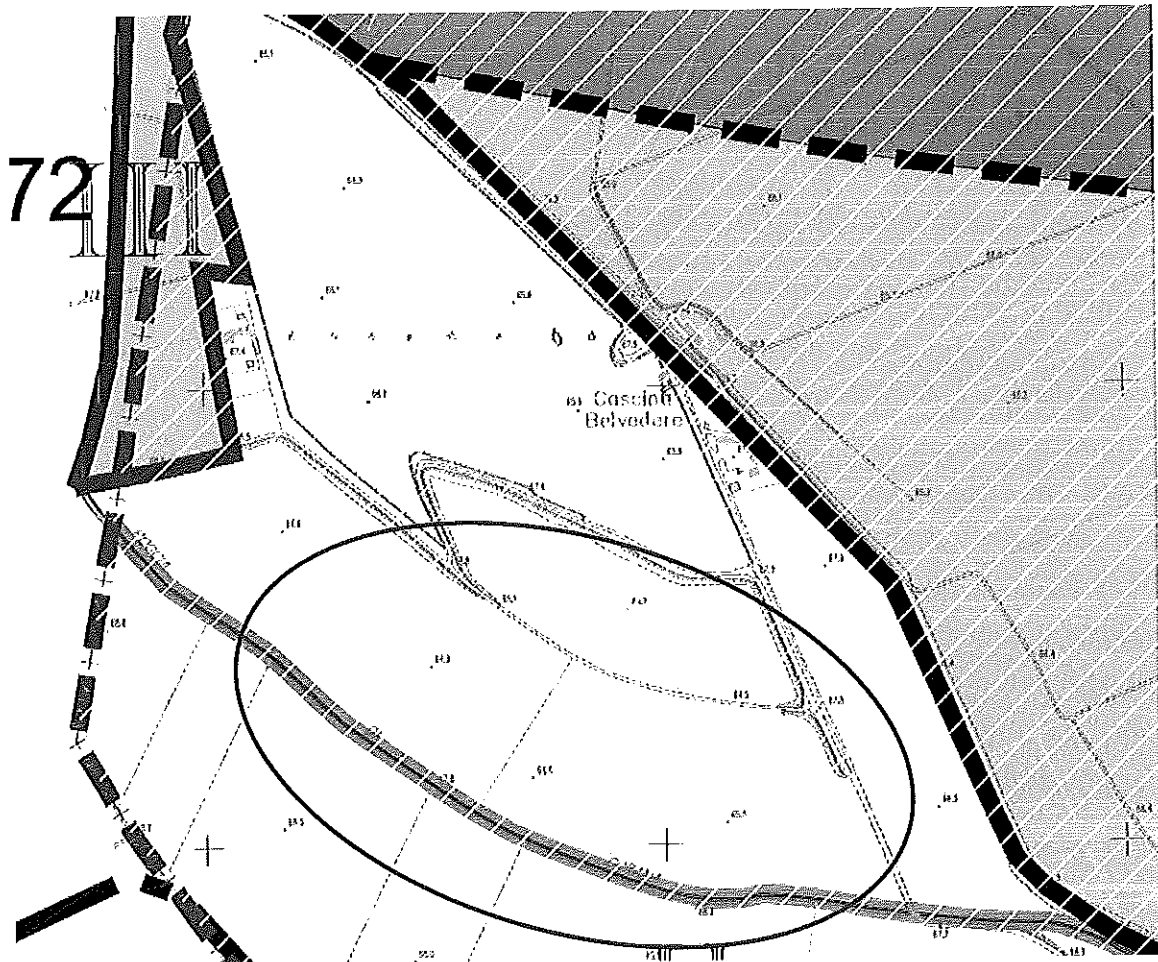


Fig. 4 – Stralcio della Carta idrogeologica allegata al PGT Comunale

Nell'area di studio è possibile attribuire ai terreni sabbioso-ghiaiosi una permeabilità primaria elevata ($K=10^{-3} - 10^{-4}$ m/s); in superficie localmente tuttavia possono essere presenti locali depositi limosi a permeabilità minore ($K=10^{-6} - 10^{-7}$ m/s), come confermato dalle prove penetrometriche pregresse a diaposizione, che rallentano la capacità di infiltrazione dell'acqua in profondità.

3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA, VINCOLISTICA E CARTA DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Dall'analisi dello studio geologico allegato al PGT del comune di Cervesina, risulta come l'area in esame ricade in classe 2 di fattibilità geologica - fattibilità con modeste limitazioni



CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

- II** CLASSE II - Fattibilità con modeste limitazioni
 Classe che comprende aree con condizioni limitative dovute alla presenza di terreni limosi-argillosi compressibili e/o a limitata soggiacenza della falda acquifera (sospesa) e di terreni sabbioso-ghiaiosi ad elevata permeabilità (vulnerabilità medio-alta).
 Si richiedono approfondimenti di carattere geotecnico e idrogeologico e la verifica puntuale della soggiacenza di falda. E' obbligatorio uno studio geologico-geotecnico in ottemperanza al D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e indagini come indicato in relazione - **PRESCRIZIONI GEOTECNICHE e INDAGINI ORIENTATIVE** -).
 Tali aree sono caratterizzate da:

- Grado di protezione della falda medio-alto (Vulnerabilità medio-bassa)
- Classificazione geotecnica : "Zona C"/ "Zona A"

Fig.5 - Stralcio di "Carta della fattibilità geologica" allegata al PGT - Comune di Cervesina

In tali aree si ha presenza di locali condizioni limitative dovute alla presenza di terreni superficiali limoso argillosi comprimibili; in tali zone rientra la gran parte delle aree agricole e del centro abitato.

Si richiedono approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico, al fine di verificare eventuali disomogeneità areali dei terreni di fondazione e di identificare le corrette tipologie fondazionali adottabili in relazione all'entità dell'intervento; va inoltre verificata puntualmente la soggiacenza della falda (per possibile presenza di falde "sospese" – temporanee) per la realizzazione di locali seminterrati e/o in sotterraneo (Box, cantine).

Sono richieste, prima di ogni nuovo intervento edificatorio, indagini dettagliate (studio geologico – geotecnico) in ottemperanza al D.M. 11/03/88 (e succ. mod. int.) ed alle direttive regionali.

Per le opere ricadenti in questa classe valgono le seguenti prescrizioni:

Nuovi fabbricati di qualsiasi destinazione d'uso: studio geologico e geotecnico, come prescritto dal D.M. del 11/03/1988 e s.m.i., generalmente limitato al singolo progetto edilizio e all'immediato intorno con eventuali prescrizioni per la salvaguardia idro-geologica dell'area.

Le indagini geognostiche da svolgersi in fase preliminare alla stesura del singolo progetto, dovranno essere finalizzate alla definizione dei seguenti elementi:

- **successione litostratigrafica locale**
- **caratteristiche geotecniche dei terreni individuati**
- **posizione della falda freatica**
- **interazione strutture terreno di fondazione.**

La scelta delle metodologie di indagine deve essere effettuata in rapporto alle litologie prospettate nel Piano e verificate nel corso dell'indagine stessa che sarà effettuata mediante l'esecuzione di prove penetrometriche di tipo statico CPT e/o dinamico o per mezzo di trincee esplorative con prelievo di campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Analogamente, per le fondazioni su pali, la caratterizzazione geotecnica dovrà essere rilevata lungo l'intero fusto del palo fino ad una profondità definita, mediante l'esecuzione di prove penetrometriche di tipo statico CPT e/o dinamico e/o sondaggi a carotaggio continuo con posa di piezometri per il controllo ed il monitoraggio del livello di falda.

Ristrutturazione di edifici esistenti di qualsiasi destinazione d'uso, esclusa la demolizione e ricostruzione in loco: non saranno necessarie indagini geologiche e geotecniche solo se una dichiarazione del tecnico progettista accerti che siano verificate le condizioni indicate nel D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 (e s.m.i.) di seguito riportate:

- *nella costruzione non sono presenti dissesti strutturali attribuibili a cedimenti delle fondazioni; gli interventi di ristrutturazione non comportano sostanziali alterazioni dello schema statico del fabbricato*
- *gli stessi interventi non comportano rilevanti modificazioni dei carichi e dei sovraccarichi verticali e orizzontali esistenti*
- *i carichi trasmessi dalla nuova costruzione sono inferiori o pari a quelli esistenti e non sussiste la possibilità di cedimenti differenziali fra le strutture di vecchia e nuova realizzazione*
- *non si sono manifestate modificazioni dell'assetto geostatico e/o idrogeologico della zona che possano influenzare la stabilità delle fondazioni.*

Ristrutturazione, con demolizione e ricostruzione in loco, di edifici esistenti di qualsiasi destinazione d'uso: studio geologico e geotecnico come prescritto dal D.M. LL.PP. del 11/03/1988 e s.m.i. limitato al singolo progetto edilizio e all'immediato intorno con eventuali prescrizioni per la salvaguardia idrogeologica dell'area.

Le indagini geognostiche da svolgersi in fase preliminare alla stesura del singolo progetto, dovranno essere finalizzate alla definizione dei seguenti elementi:

- **successione litostratigrafica locale**
- **caratteristiche geotecniche dei terreni individuati**
- **posizione della falda freatica**
- **interazione strutture terreno di fondazione.**

In considerazione della prevalente natura geologica del territorio comunale le metodologie di indagine dovranno essere articolate preferibilmente sull'esecuzione di prove penetrometriche di tipo statico CPT e/o dinamico e/o l'apertura di trincee esplorative con prelievo di campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Ampliamenti edifici esistenti di qualsiasi destinazione d'uso: sarà necessaria una verifica geotecnica di fattibilità dell'intervento che dovrà essere supportata da indagini geognostiche puntuali qualora il progetto preveda l'aggiunta di nuovi corpi di fabbrica in adiacenza agli esistenti.

I progetti dovranno inoltre essere supportati dallo svolgimento preliminare di uno studio geologico-tecnico nei seguenti casi:

- *scavi sotterranei per l'esecuzione di locali interrati*
- *scavi e sbancamenti a ridosso o nelle vicinanze di costruzioni esistenti*

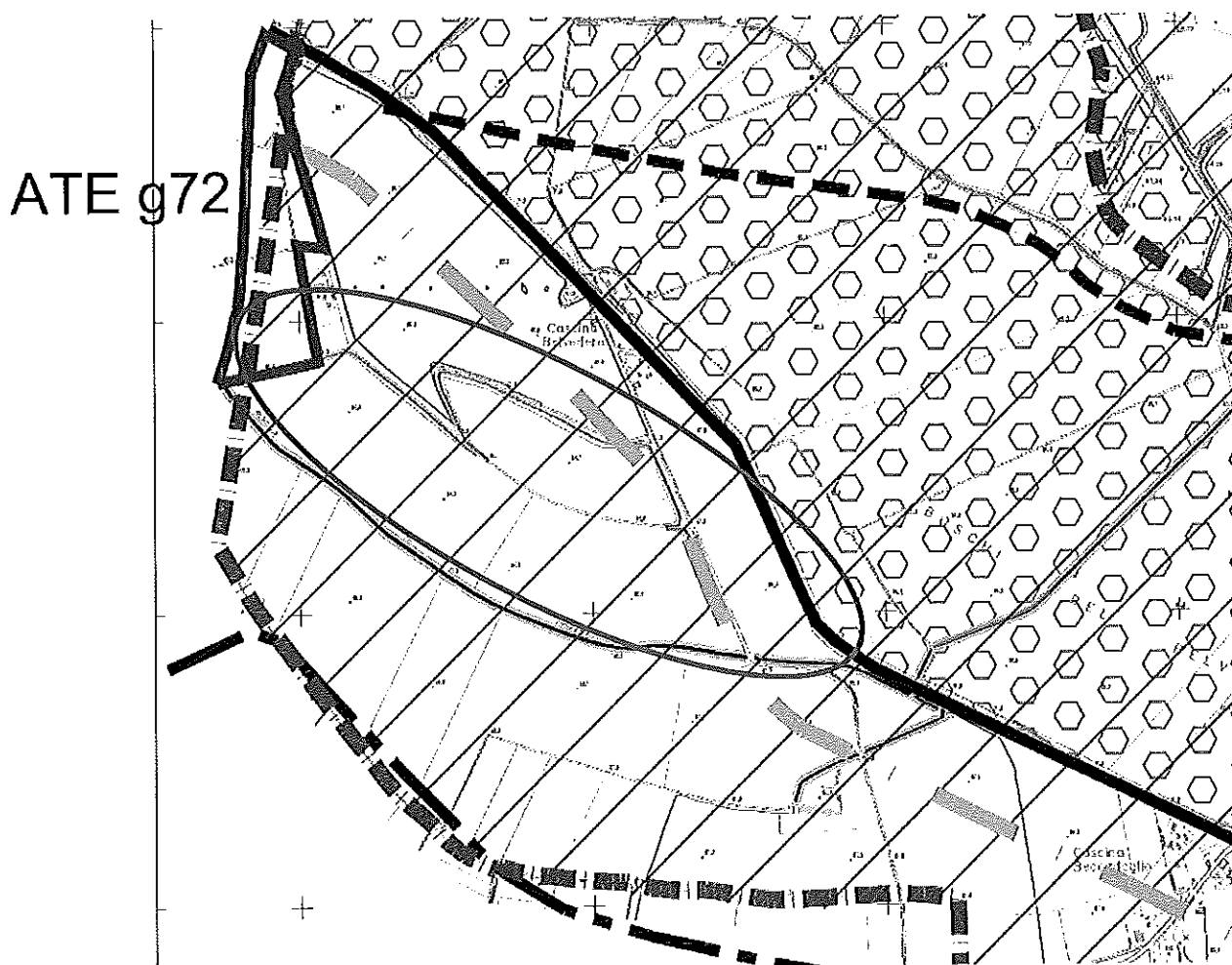
In considerazione della prevalente natura geologica del territorio comunale le metodologie di indagine dovranno essere articolate preferibilmente sull'esecuzione di prove penetrometriche di tipo statico CPT e/o dinamico o per mezzo di trincee esplorative con prelievo di campioni di terreno da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Manufatti o interventi di modesta o modestissima rilevanza tecnica (garage in lamiera, autorimesse in muratura se isolate con superficie max di 18 m² e altezza al colmo di 3,0 m, porticati con altezza al colmo di 3,0 m, muri di recinzione ad esclusione dei muri di sostegno a qualsiasi titolo, esclusi gli incastrati di derivazione dei cavi e gli attraversamenti pedonali delle rogge): non saranno da pre-vedere indagini geologiche e geotecniche ad esclusione di quelle opere la cui realizzazione potrebbe condizionare sia la stabilità dell'area circostante che quella di manufatti presenti nell'immediato intorno (es. sbancamenti o riporti significativi)

Dal punto di vista dei vincoli ambientali il sito non presenta particolari limitazioni; una piccola parte dell'area potrebbe ricadere tuttavia all'interno della fascia vincolo paesaggistico di fiumi e torrenti (150 m dalle sponde dall'argine di Po).

Osservando la carta dei vincoli comunale è possibile osservare come la zona ricada in fascia C del PAI, corrispondente all'area di inondazione per piena catastrofica come definita dal Piano Stralcio Fasce Fluviali del P.A.I. (2001). Inoltre l'area è ricompresa in una zona individuata nel PGT dal punto di vista litologico come area interessata sa "Sabbie e Ghiaie" – Zona A:

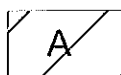
"Zona A - Area in cui per la natura dei terreni superficiali e quelli posti nell'immediato sottosuolo i processi di consolidazione sono rapidi: ad essa corrispondono i terreni sabbiosi e ghiaiosi e quando lo spessore un'eventuale coltre limosa è talmente di modesta da essere praticamente trascurata"



DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI RELATIVE AL PRPGETTO
"PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO" (PAI)
ai sensi della L.R. 183/1989 (approvata con DGPM 8 agosto 2001)

- - - - Limite tra la fascia A e la fascia B del PAI
- Limite tra la fascia B e la fascia C del PAI
- · - · Esterno della fascia C del PAI

LITOLOGIA SUPERFICIALE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA



Sabbie e ghiaie (Zona "A")



Limite fascia di rispetto fluviale Fiume Po e
Torrente Staffora (150m ex D.Lgs.42/2004)

Fig. 6 - Stralcio della Carta dei Vincoli allegata al PGT – Comune di Cervesina

Dall'analisi della carta della pericolosità sismica locale allegata al PGT comunale, l'area in esame risulta compresa nello scenario di pericolosità sismica locale Z4a, definita come: "zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

La parte del centro urbano del Comune di Cervesina ricade pertanto in questa zona di depositi fluvio-glaciali appartenenti al Livello Fondamentale della Pianura.

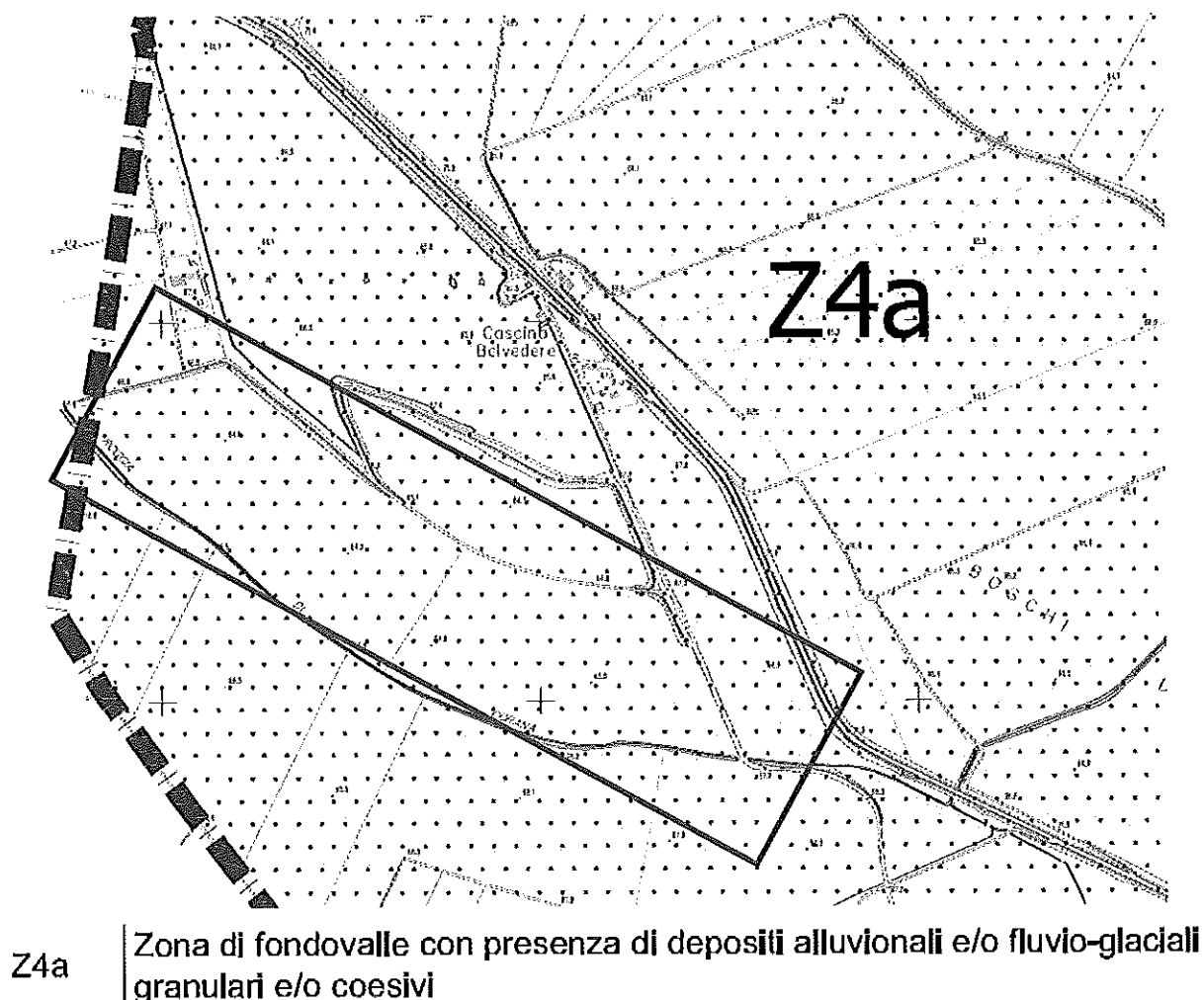


Fig. 7 – Carta della Fattibilità geologica e relativa legenda tratte dal PGT comunale di Cervesina

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La normativa sismica (D.M. 16 Gennaio 1996) in Italia, anteriormente al Marzo 2003 suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa). Per ciascuna categoria sono assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica ($C=(S-2)/100$). Lo spettro di progetto $S_a(T)$ si ottiene moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g - 0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale $R(T)$ indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Queste normative sismiche non tengono conto del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione e che di regola è unitario, salvo che per "terreni particolarmente compressibili" per i quali si consiglia di incrementare e fino a 1.3.

Si specifica che a seguito della D.G.R 11 Luglio 2014 – n. X/2129 – "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", il Comune di Cervesina è passato dalla "classe sismica 4" alla "classe sismica 3".

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Già l'Ordinanza PCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di a_g sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di CERVESINA nella sottozona caratterizzata da valori di a_g compresi tra 0.075 e 0.100 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

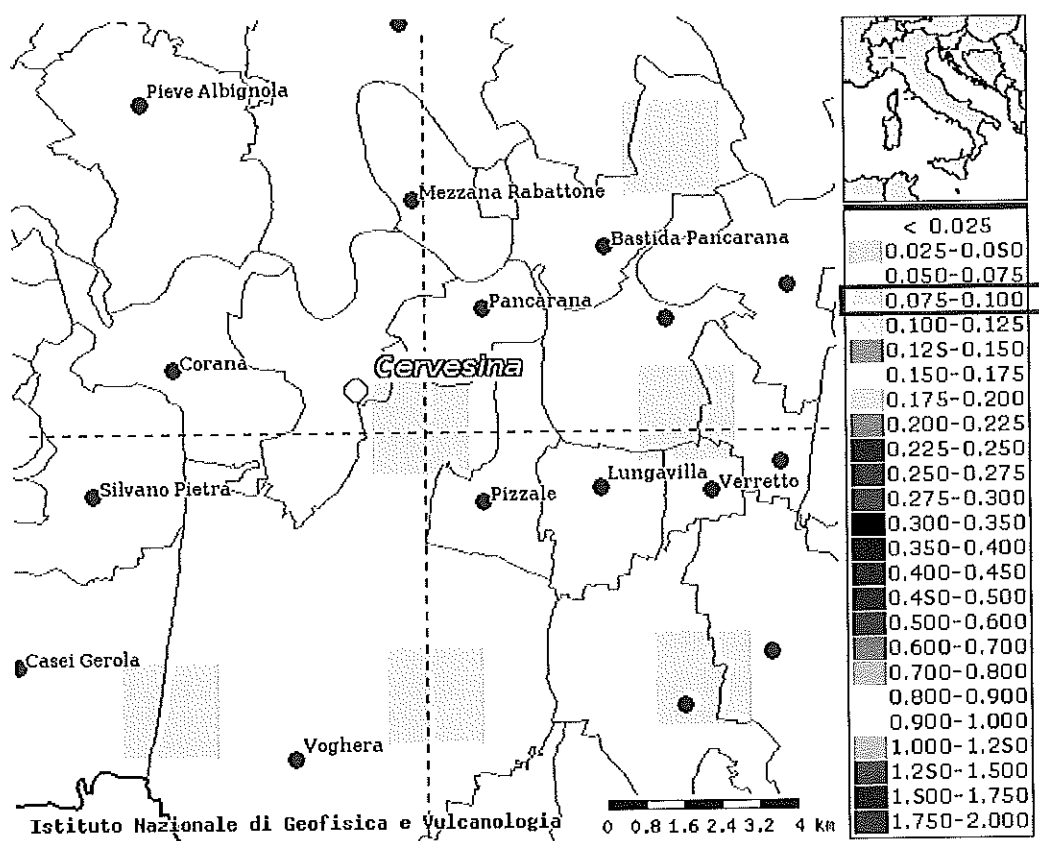


Fig. 8 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

Più recentemente nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008 (punto 1.4.3) che "la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria" e specifica altresì che "ai sensi del D.M.

14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'All. B al citato D.M.". I dati riportati nell'All.B del D.M. 14/01/2008 coincidono per lo più con quelli riportati nell'Ord. 3519/2006, e sono in ogni caso determinabili mediante le coordinate geografiche e l'utilizzo di programmi applicativi.

Nelle definizioni precedenti $V_{s,30}$ è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità.

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [\text{m/s}]$$

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo
 V_i = velocità dell'onda di taglio i-esima
 N = numero di strati

Secondo tale ordinanza, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono definite 5 categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

Suolo	Descrizione	$V_{s,30}$ (m/s)	$C_{u,30}$ (kPa) (terreni a grana fine)	$N_{spt,30}$ (terreni a grana grossa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m	$V_{s,30} > 800$		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$360 < V_{s,30} < 800$	$C_{u,30} > 250$	$N_{spt,30} > 50$
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$180 < V_{s,30} < 360$	$70 < C_{u,30} < 250$	$15 < N_{spt,30} < 50$
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà	$V_{s,30} < 180$	$C_{u,30} < 70$	$N_{spt,30} < 15$

	meccaniche con la profondità			
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento	$V_{S,30} > 800$		
S1	Depositi di terreni che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{S,30} < 100 \text{ m/s}$	$10 < C_{u,30} < 20$	
S2	Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo

Per la definizione delle V_{s30} è stato preso in considerazione uno stendimento sismico eseguito direttamente all'interno dell'area di futura espansione del circuito, tramite la realizzazione di una MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) con modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde Rayleigh.

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità del suolo.

Al fine di pervenire alla categoria di sottosuolo era stato predisposto uno stendimento sismico lineare avente una lunghezza pari a 50 m con 12 geofoni a distanza intergeofonica di 5,0 m che aveva permesso di appurare come il profilo M.A.S.W., sulla base dei modelli medi, indicasse una V_{s30} pari a 274,00 m/s.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come:

suolo tipo "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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

L'elaborazione ha permesso di suddividere il terreno dal punto di vista sismico nei seguenti orizzonti sismici fino alla profondità di 30 m.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.99	3.99	1800.0	0.3	355.0	189.8
2	6.98	2.99	1800.0	0.3	354.1	189.3
3	11.23	4.25	1900.0	0.3	444.5	237.6
4	20.75	9.52	1900.0	0.3	587.6	314.1
5	30.00	9.25	1900.0	0.3	707.2	378.0

Tabella 2 – Suddivisione del terreno dal punto di vista sismico

5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SITO

Al fine di ottenere utili informazioni tecniche destinate ad una corretta definizione delle caratteristiche reologiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame, si è fatto riferimento a due prove penetrometriche eseguite in corrispondenza del circuito.

Modello litostratigrafico

In particolare le indagini sono consistite nella esecuzione di n. 3 prove penetrometriche spinte sino al rifiuto a profondità comprese tra un minimo di 5,60 m dal p.c. locale e 9,30 m dal p.c. locale.

Le prove hanno consentito di valutare, oltrechè la successione litologica e geotecnica del sottosuolo interessato dall'imposta delle fondazioni, anche la presenza di livelli acquiferi sotterranei.

Dalla risultanza delle tre prove è stato possibile caratterizzare da un punto di vista geotecnica il terreno fino ad una profondità di 9,30 m dall'attuale piano campagna.

I risultati emersi dalle prove eseguite consentono di confermare una sostanziale omogeneità a scala areale delle successioni rinvenute puntualmente nelle tre verticali investigate, evidenziando terreni a prevalente litologia limoso-sabbiosa nei primi 5 m di profondità dal p.c., caratterizzati da discrete proprietà fisico-meccaniche alla presunta profondità di imposta delle fondazioni, ovvero alla profondità di 1,5 m dal p.c. locale.

Nello specifico le prove hanno evidenziato la presenza di una successione alluvionale caratterizzata dalla presenza, nel primo metro di profondità dal p.c., di limi argillosi mediamente addensati passanti verso il basso, sino alla profondità di circa 5/5,5 m dal p.c., a sabbie limose e limi sabbiosi da sciolti a mediamente addensati cui si intercalano livelli decimetrici di sabbie ghiaiose da sciolte a mediamente addensate. A partire dalla profondità di 5-5,5 m dal p.c. sino a 9.3 m si rinvengono prevalenti sabbie ghiaiose addensate.

PROFONDITA' (m da p.c.)	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO	MODELLO GEOMECCANICO
da 0 a 0,60/1 m dal p.c.	Limi argillosi sciolti	orizzonte A
da 0 a 0,60/1 a 4,60/5,50 m dal p.c.	sabbie limose e limi sabbiosi da sciolti a mediamente addensati con livelli sabbioso ghiaiosi decimetrici (in falda)	orizzonte B
da 4,60/5,50 m a 9.3 m dal p.c.	sabbie e sabbie ghiaiose da mediamente addensate a dense	orizzonte C

7. INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto in esame prevede l'ampliamento del circuito automobilistico "Tazio Nuvolari" di Cervesina che comporterà un prolungamento dell'attuale tracciato automobilistico, attualmente di 2,8 km, portandolo a 4,6 km complessivi.

Nella figura seguente si vede l'attuale tracciato del circuito e, nell'ovale arancione, l'area che sarà oggetto di ampliamento.

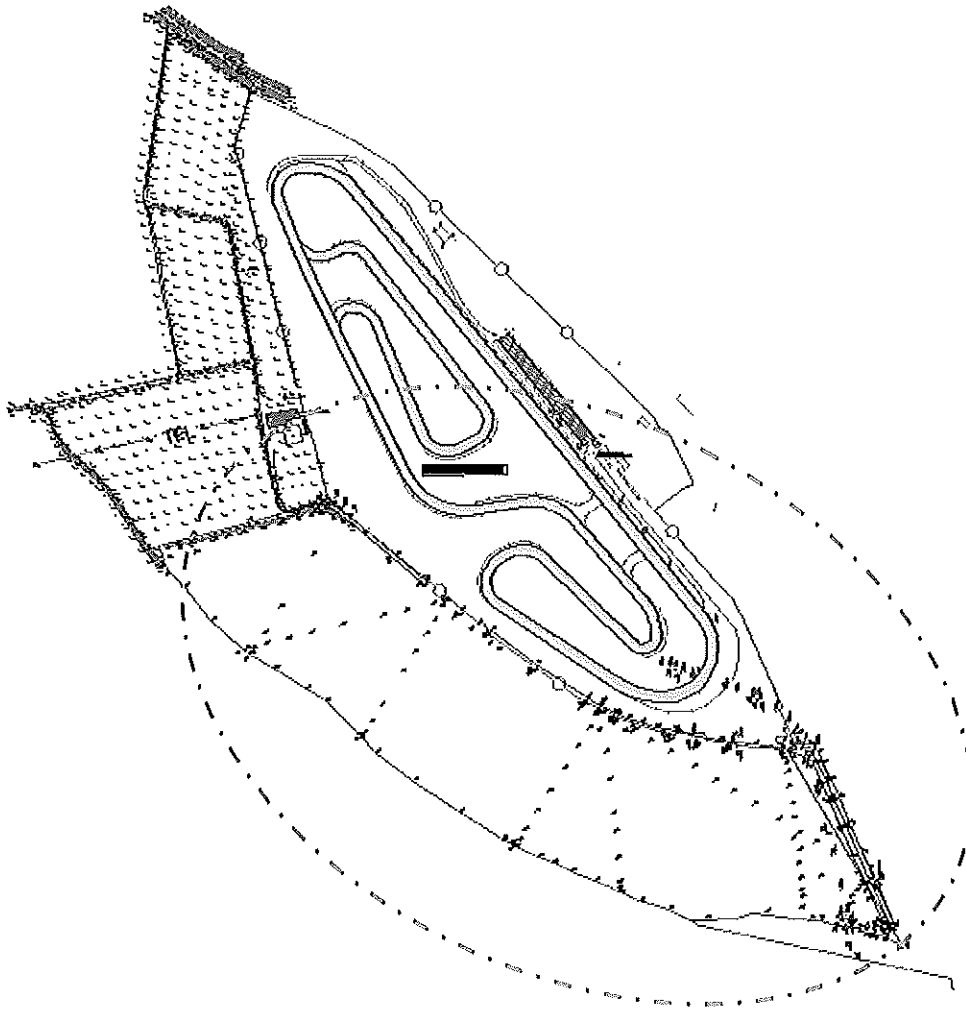


Fig. 9 – Planimetria che mostra l'area in ampliamento

8. SCAVI

In considerazione del fatto che il progetto possa prevedere sbancamenti di terreno per la realizzazione della nuova pista, si rende necessaria (oltreché obbligatoria per Norma) la protezione degli sbancamenti aventi altezza del fronte di scavo superiore a 1,50 m; tale accorgimento impedirà che possano verificarsi cedimenti nei terreni sul fronte di scavo e permetterà di poter lavorare all'interno dello scavo in assoluta sicurezza, come previsto dal *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e del Decreto Ministeriale 14 gennaio 08 "Norme tecniche sulle costruzioni"*.

Si riportano di seguito gli articoli più significativi.

- *D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di*

attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

- *D.Lgs 81/2008, art. 118: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.*
- *D.Lgs 81/2008, art. 120: E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.*

DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo): Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Al fine di evitare il franamento e/o spostamento dei terreni di scarpata si consiglia di ricorrere ad una delle seguenti soluzioni da dimensionare in fase progettuale :

- scavo tradizionale con angolo di sbancamento adeguato tale da garantire le condizioni di massima sicurezza (da definire in fase progettuale). Questa soluzione potrà essere completata dalla formazione di gradoni utili alla diminuzione della pendenza e dell'altezza di fronti di scavo verticali molto estesi.

Al termine delle operazioni di scavo si dovranno adottare adeguate protezioni necessarie per prevenire eventuali fenomeni di dilavamento da parte delle acque piovane.

- utilizzo di opportune strutture di sostegno (paratie, berlinese di micropali, ecc)

9. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Con la pubblicazione (S.O. n° 63 della G.U. n° 194 del 20 agosto 2013) della legge n° 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto legge 21 giugno 2013, n° 69, recante "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (cd"decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013, sono state introdotte diverse modifiche nella normativa ambientale, tra cui alcune particolarmente rilevanti in tema di terre e rocce da scavo.

L'art. 41bis modifica nuovamente, dopo neanche due mesi, la normativa in materia, abrogando l'art. 8bis del decreto legge n° 43/2013 convertito, con modifiche, nella legge n° 71/2013 (che aveva, per alcune casistiche, risuscitato il già abrogato art. 186 del d.lgs. 152/06).

La situazione che si viene a delineare in tema di gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti è la seguente:

- applicazione (come previsto dall'art. 41, comma 2, della nuova norma) del Regolamento di cui al DM 161/2012 per i materiali da scavo derivanti da opere sottoposte a VIA o ad AIA;
- applicazione dell'art. 41bis in tutti gli altri casi, quindi non solo per i cantieri inferiori a 6.000 mc, ma per tutte le casistiche che non ricadono nel DM 161/2012.

La nuova norma prevede che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei quattro punti (comma 1 dell'art. 41bis) che consentono di considerare i materiali da scavo come sottoprodotti e non rifiuti mediante una "autocertificazione" (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) **da presentare all'Arpa** (comma 2) territorialmente competente.

Le attività di scavo devono essere autorizzate dagli enti competenti in quanto attività edilizie e quindi il processo di autocertificazione dovrà comunque essere coordinato con l'iter edilizio. Il produttore (comma 3) deve inoltre confermare l'avvenuto utilizzo alle Arpa in riferimento al luogo di produzione e di utilizzo. Il trasporto (comma 4) avviene come bene/prodotto.

La dichiarazione deve contenere sufficienti indicazioni sulla quantità e qualità dei materiali da scavo e sui siti interessati (produzione, deposito e utilizzo), al fine di permettere la verifica del rispetto delle quattro condizioni (indicate nel comma 1 dell'art. 41bis) indispensabili per poter classificare il materiale come sottoprodotto.

10. CONCLUSIONI

Il progetto in esame prevede l'ampliamento del circuito automobilistico "Tazio Nuvolari" di Cervesina che comporterà un prolungamento dell'attuale tracciato automobilistico, attualmente di 2,8 km, portandolo a 4,6 km complessivi.

Per quanto esposto in questa relazione, da un punto di vista geologico, idrogeologico, sismico ed in relazione alla vincolistica di carattere geologico ed idrogeologico presente nell'area, tenuto conto anche della classe di fattibilità a cui l'area è stata ascritta (classe II di Fattibilità Geologica, fattibilità con modeste limitazioni), non si ravvedono controindicazioni di carattere geologico alla realizzazione delle opere di ampliamento in progetto.

San Martino Siccomario, Maggio 2017

dott. geol. Giuseppe Zuffada
ordine dei geologi della Lombardia n.1134