

SC ENERGIA SOLARE

P.IVA IT07131720489
C.F.: 07131720489
PIAZZA DELLA VITTORIA, 6
50129 - FIRENZE (FI) - IT
PEC: sc-energiasolare@pec.it

Impianto fotovoltaico Serramanna 43,868 MWp

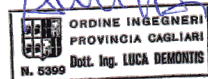


00	08/2023	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	ACME S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTA



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)
Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)
Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica)
Dott. Agr. Francesco Matta (consulenza agronomica)
Archeol. Maria Luisa Sanna (consulenza archeologica)

TITOLO:

RELAZIONE GEOTECNICA

NOTE:

IDENTIFICAZIONE ELABORATO
R.04

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 PREMESSA.....	3
1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
2. INQUADRAMENTO DEL SITO	5
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO	7
4. METODOLOGIA DI INDAGINE	10
5. ANALISI GEOTECNICA	11
5.1. MODELLO GEOTECNICO LOCALE	11
5.2. ESCAVABILITA'	13
6. CONCLUSIONI	14

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, nato a Cagliari il 26/07/1971, residente in via Antonio Pacinotti n° 12 – 09047 – Selargius, C.F. SRRNDR71L26B354F, P. IVA 02814940926, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n° 542, è il soggetto incaricato della redazione della Relazione geologica nell'ambito del progetto "Impianto fotovoltaico Serramanna" proposto dalla società SC ENERGIA SOLARE S.R.L., da realizzarsi nel Comune di Serramanna (SU), in un'area agricola. La potenza nominale installata sarà pari a 43.868,72 kWp per una superficie complessiva, comprese le opere accessorie, di circa 53,93 ha, distribuita in 3 aree: lotto A (36,85 ha), lotto B (6,28 ha) e lotto C (10,80 ha).

Nelle more delle proprie competenze lo scrivente Dott. Geol. Andrea Serreli, in osservanza a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC), nella fattispecie ai sensi del disposto al Capitolo 6 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA, paragrafo 6.1 – DISPOSIZIONI GENERALI, paragrafo 6.1.1 – OGGETTO DELLE NORME e al Capitolo 3 – AZIONI SULLE COSTRUZIONI, paragrafo 3.2 – AZIONE SISMICA, a supporto della progettazione geologica e geotecnica delle opere da realizzarsi nel Piano di lottizzazione del Comparto G1.4, è incaricato relazione geotecnica ai sensi del paragrafo 6.2.1 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO, del paragrafo 6.2.2 – INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.

In quest'ottica la Relazione Geotecnica, secondo quanto indicato nella Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018, contiene i risultati derivanti dalle indagini e dalle prove geotecniche, descrive, facendo riferimento al modello geologico, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con le opere in progetto e riassume i risultati delle analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni del sistema geotecnico.

In riferimento al modello geologico (allegato R.03 Relazione geologica), la presente Relazione Geotecnica, in funzione delle scelte progettuali e della localizzazione degli interventi previsti, definisce i parametri geotecnici caratteristici dei terreni che verranno interessati dalle opere in progetto, determinando il modello geotecnico locale preliminare a supporto della progettazione definitiva ed esecutiva delle opere con determinazione dei parametri geotecnici di progetto e calcolo delle resistenze di progetto Rd.

Data la natura geologica dei litotipi rilevati, in base alle risultanze delle indagini condotte in situ, in questa fase di caratterizzazione geotecnica, non si è ritenuto necessario effettuare analisi di laboratorio o altre prove per la valutazione del modello geotecnico ipotizzato nel presente studio.

Le indagini eseguite hanno consentito di acquisire informazioni stratigrafiche, idrogeologiche, geomeccaniche finalizzate alla qualificazione e quantificazione delle proprietà geotecniche dei materiali che interagiranno con le opere in progetto.

Tali informazioni sono state utilizzate per la definizione del modello geotecnico, attraverso la specificazione dei parametri geotecnici caratteristici e quindi dei parametri geotecnici di progetto (D.M. 17/01/2018).

1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Come accennato in premessa il principale riferimento normativo è rappresentato da:

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC);
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019 n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Norme di Tecniche di Attuazione del PAI della Regione Autonoma della Sardegna.

Altra normativa di riferimento è rappresentata da:

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 09 Gennaio 1996, N. 218/24/3, Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;
- D.M. 11/03/1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 Settembre 1988, N. 30483, 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. Istruzioni per l'applicazione;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

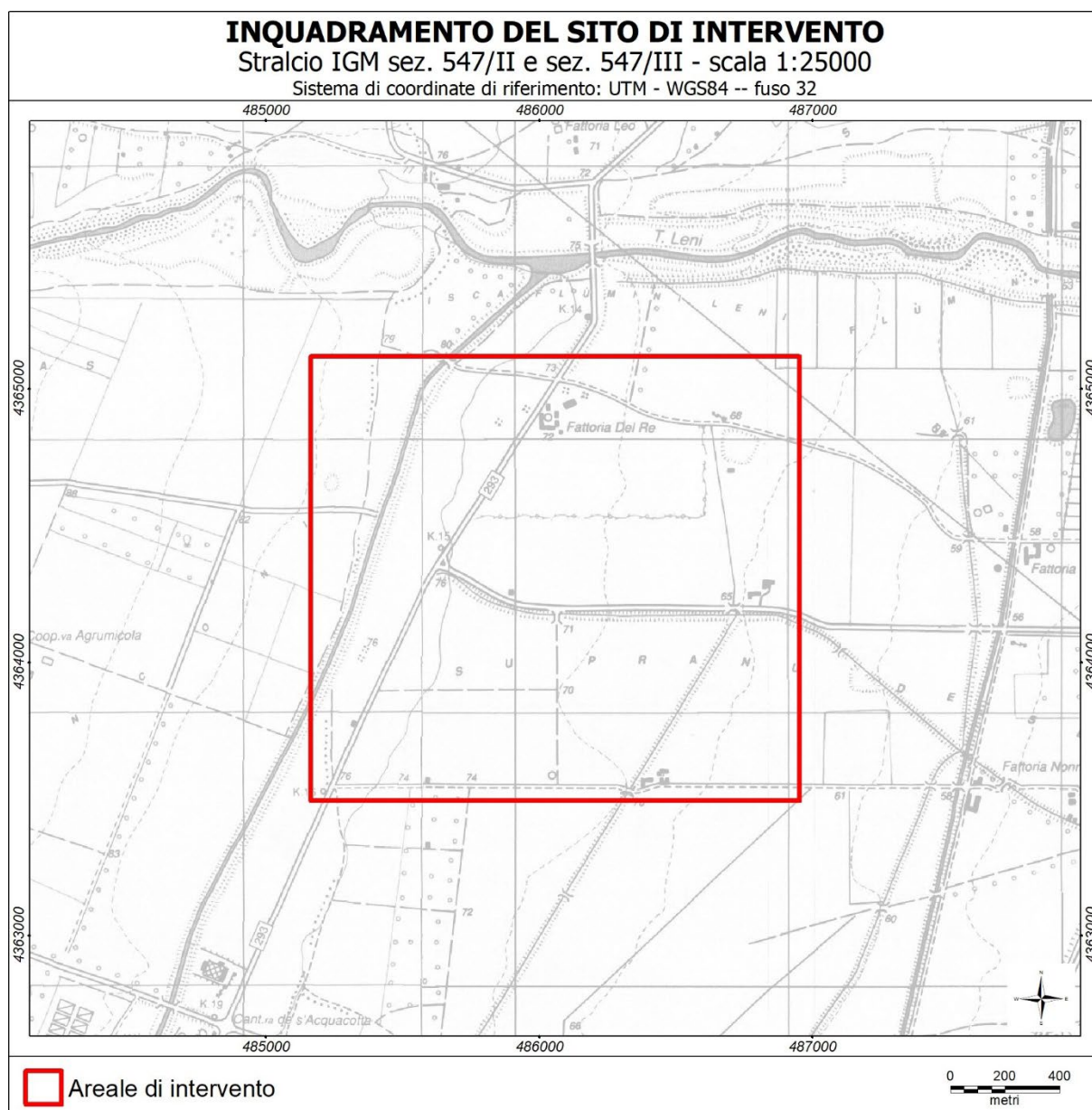
2. INQUADRAMENTO DEL SITO

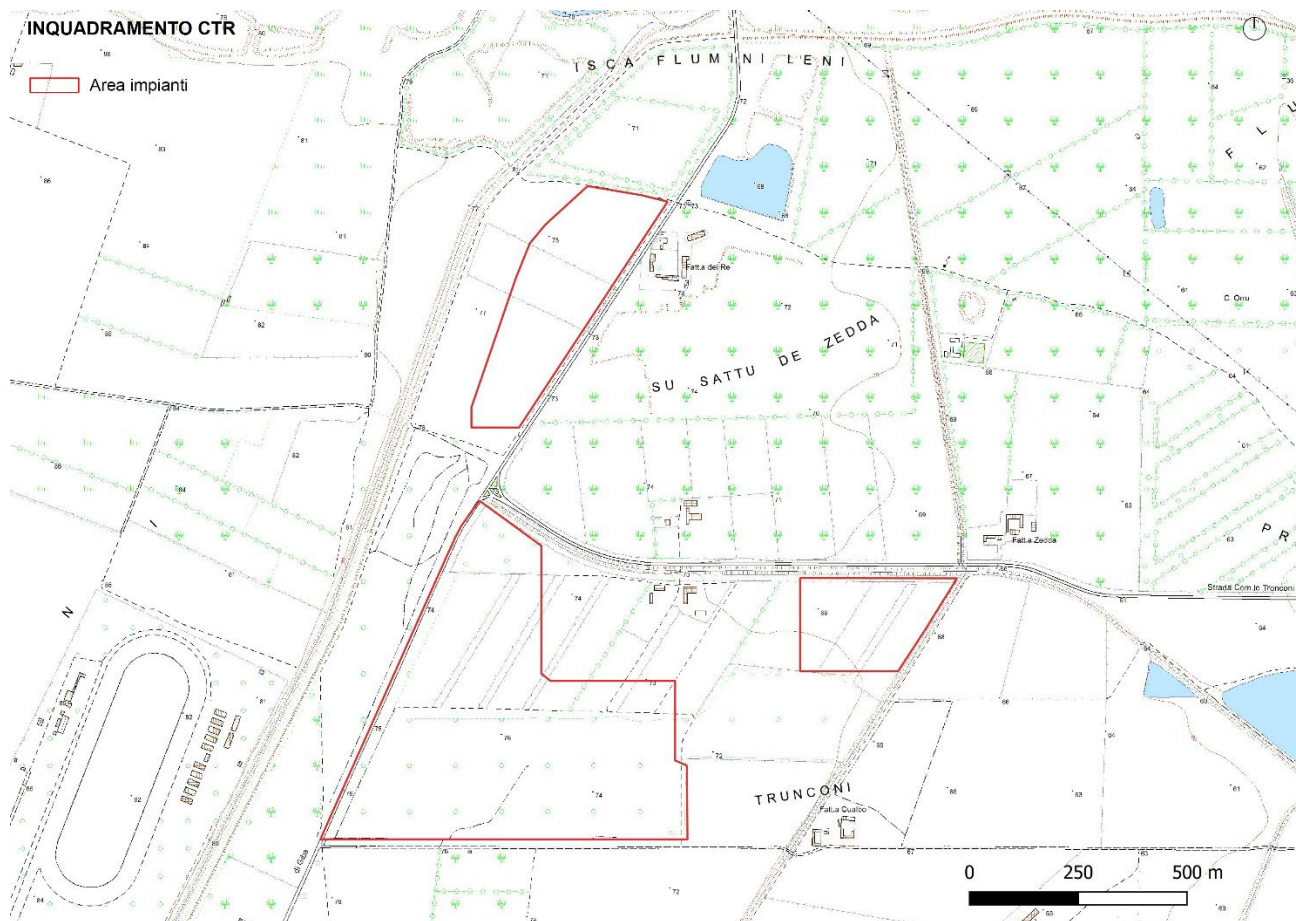
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di interesse si inquadra tra la sez. 547/II e la sez. 547/III della Carta Topografica d'Italia (I.G.M. 1994) in scala 1:25000 e tra la sez. 547.140 e la sez. 547.150 della C.T.R. numerica in scala 1:10000 a W del nucleo urbano di Serramanna (SU), in località Truncone - Su Sattu de Zedda; in una zona agricola sostanzialmente pianeggiante, attraversata dalla S.S. 293 proprio in prossimità del confine con il territorio comunale di Villacidro.

L'areale che verrà interessato dall'impianto fotovoltaico si estende su circa 53,93 ha complessivi, distribuiti su tre comparti separati; nell'insieme la quota varia tra circa 77 m slm e circa 74 m slm; la pendenza media distribuita in tutto il settore è pari a circa 0.5 %.

Dal punto di vista urbanistico tutte le aree sono inquadrate nel Piano Urbanistico Comunale del Comune di Serramanna in zona omogenea E, zona con destinazione d'uso agricola.





3. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

L'Impianto Fotovoltaico sarà realizzato in un'area di circa 53,93 ha e sarà installato a terra secondo una geometria ben definita e illustrata in modo preliminare negli elaborati grafici progettuali e nella relazioni tecniche.

L'inserimento architettonico e geometrico dell'Impianto Fotovoltaico è stato studiato relativamente alla morfologia esistente nell'area. Si tratta di un impianto non integrato, ovvero con pannelli posizionati a terra tramite apposite strutture di sostegno, ancorate al terreno senza l'utilizzo di strutture di fondazione, compatibilmente con le caratteristiche geotecniche del suolo e ai risultati delle eventuali "prove a strappo" che si rendesse necessario in fase esecutiva, pur tenendo presente la natura specifica e ben determinata del terreno.

L'Impianto Fotovoltaico è progettato considerando l'impiego di materiali e componenti di Fornitori di primaria importanza, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

I principali componenti dell'impianto fotovoltaico sono costituiti da: moduli fotovoltaici, tracker, cabine inverter, cabine di trasformazione e impianto a terra.

Le "cabine inverter" di sottocampo saranno costituite da due parti principali affiancate, una costituita da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 6,10x2,45x2,50 ml e da una seconda costituita da un monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni (esterne) pari a circa m. 6,70x2,46x2,46 ml.

I passaggi, previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso sarà previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio potrà essere ridotta a 50 cm.

La cabina sarà posata su fondazione realizzata in opera o prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

Oltre alle cabine elettriche, sono previste due cabine servizi del tipo prefabbricato monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 contenenti rispettivamente.

Il progetto prevede la realizzazione di opere civili che consistono in tutte quelle opere e manufatti connessi all'impianto fotovoltaico in progetto.

Le strade di accesso al sito saranno quelle presenti praticamente lungo i confini dei lotti interessati.

L'opera in progetto prevede in ogni caso la realizzazione di una viabilità circolare perimetrale ai filari di pannelli (principale) ed una minima viabilità interna di raccordo degli stessi (secondaria), esclusa al traffico civile, comunque percorribile anche da autovetture ed utilizzata anche per la fase di cantiere.

La viabilità, almeno quella perimetrale, sarà realizzata in modo da consentire la circolazione anche in caso di maltempo (salvo neve e/o ghiaccio); a questo scopo il fondo della carreggiata avrà sufficiente portanza, ottenibile mediante la formazione di una massicciata o inghiaatura (l'asfaltatura è da escludere) ed attraverso il costipamento dello strato costituito da granulare misto stabilizzato con macchine idonee.

La realizzazione della viabilità principale e secondaria comprende:

- il compattamento del piano di posa della fondazione stradale (sottofondo) nei tratti in trincea per la profondità e con le modalità prescritte dalle norme tecniche, fino a raggiungere in ogni punto un valore della densità non minore del 95% di quella massima della prova AASHTO modificata, ed una portanza caratterizzata in superficie da un modulo di deformazione $M_d \leq 50 \text{ N/mm}^2$ in funzione della natura dei terreni e del rilevato;
- la posa di geotessile non tessuto costituito esclusivamente da fibre in 100% polipropilene a filamenti continui spunbonded, stabilizzato ai raggi UV;
- la massicciata stradale eseguita con tout-venant da impianti di recupero rifiuti derivanti dall'attività di costruzione/demolizione a distanza non superiore ai 20 km. Granulometria 0/63 mm, limite di fluidità non maggiore di 25 ed indice di plasticità nullo, portanza espressa da un modulo di

deformazione M_d non inferiore a 80 N/mm^2 ricavato dalle prove con piastra avente diametro di 30 cm.

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici avranno ampiezza variabile tra 30 e 100 cm e profondità massima di 200 cm. La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche (terne di cavi) che dovranno essere posati. Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. I materiali in eccedenza rinvenuti per la realizzazione delle fondazioni e degli scavi potranno essere utilizzati per l'appianamento dell'area di installazione.

I tracker hanno la caratteristica di poter essere infissi attraverso i pali nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

I pali, che avranno un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno - la cui profondità di posa dipende dal tipo di terreno - saranno infissi nel terreno per mezzo di apposito "battipalo". I moduli fotovoltaici saranno adagiati sulle strutture di supporto dei tracker ed a queste fissate per mezzo di appositi sistemi di bloccaggio a vite.

Per la realizzazione dei cavidotti verranno eseguiti degli scavi a sezione obbligata, per mezzo di scavatori cingolati, avendo cura di sistemare temporaneamente il materiale inerte su uno dei due bordi di scavo, in modo da lasciare l'altro libero per la posa dei corrugati e/o dei cavi elettrici che verranno posati all'interno dello scavo.

Qualora si attui la posa diretta del cavo, senza la protezione di cavidotto in apposito corrugato, si dovrà predisporre un letto di posa in sabbia, atto a proteggere i cavi da danneggiamenti meccanici.

La sabbia andrà stesa entro lo scavo prima e subito dopo la posa del cavo stesso.

Sopra il secondo strato di sabbia, dovrà essere predisposta apposita bandella di guardia, atta a segnalare la presenza del cavidotto in tensione.

Contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto si prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro di confine allo scopo di proteggere l'impianto. Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione dell'area di accesso in cui sono presenti dei pilastri a sostegno della cancellata. La recinzione sarà realizzata con una rete grigliata in acciaio zincato, rivestita in PVC, di 2,10 m di altezza, direttamente infissa nel terreno, sorretta da pali metallici.

Le opere di recinzione sul fronte stradale in particolare saranno realizzate a giorno o con siepi verdi, prevedendo, quando possibile, anche alberature. Lungo i margini del lotto adiacenti ai confinanti, la recinzione verrà realizzata lungo il confine stesso, mentre sui fronti stradali verrà arretrata di alcuni metri e verrà realizzata una fascia alberata di schermatura.

Sarà previsto anche un impianto di illuminazione, attivabile solo in caso di emergenza, oltre ad un sistema di allarme e videosorveglianza.

Le opere civili relative alle cabine elettriche consistono nelle casseforme e nel calcestruzzo di fondazione.

Le casseforme sono in legname grezzo per getti di calcestruzzo semplice o armato per opere in fondazione con armature di sostegno.

La rete elettrosaldata è costituita da barre di acciaio B450C conformi al DM 14/09/2005 e successive modifiche, a aderenza migliorata, in maglie quadre in pannelli standard, con diametro delle barre FI 8, maglia cm 15x15.

Il calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali in fondazione avente classe di consistenza S4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm, confezionato con cemento 32,5 e gettato entro le apposite casseforme, avente resistenza caratteristica RCK pari a 30 N/mm^2 e classe di esposizione XC1 - XC2 norma UNI EN 206-1.

Tali tipologie saranno realizzate con pali zincati, verniciati, in grado di portare il corpo illuminante e le telecamere, e verranno disposti ad una distanza di 20 m intervallando un palo di illuminazione ed uno di illuminazione con due telecamere e rilevatore di movimento.

L'intervento comprende la messa a dimora di specie arbustive od arboree autoctone in fitocella nel perimetro esterno dei lotti, nonché messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio di specie coerenti con gli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito nelle fasce lungo strada.

Per ogni maggiore dettaglio si rimanda integralmente alla documentazione tecnica di progetto.

4. METODOLOGIA DI INDAGINE

L'ampiezza dell'indagine è stata ponderata sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche della zona indagata acquisite con gli studi geologici, reinterprestando il modello geologico in chiave geotecnica, facendo riferimento ad indagini e prove eseguite in siti geologicamente e stratigraficamente analoghi, sulla medesima categoria di terre ed in relazione alle finalità applicative dello studio eseguito ed in relazione alla tipologia di opere previste.

5. ANALISI GEOTECNICA

L'analisi geotecnica, a supporto della progettazione geotecnica delle opere di progetto, è svolta ai sensi del D.M. 17/01/2018, NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC), nella fattispecie ai sensi del disposto al Capitolo 6 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA, paragrafo 6.1 – DISPOSIZIONI GENERALI, paragrafo 6.1.1 – OGGETTO DELLE NORME, ai sensi del paragrafo 6.2.2 – INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.

Lo studio geotecnico descrive, facendo riferimento al modello geologico, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con le opere in progetto e riassume i risultati delle analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni del sistema geotecnico.

Infatti, in riferimento al modello geologico, lo studio geotecnico, in funzione delle scelte progettuali e della localizzazione degli interventi previsti, definisce i parametri geotecnici caratteristici dei terreni che verranno interessati dalle opere in progetto, determinando il modello geotecnico locale a supporto della progettazione esecutiva delle opere.

Per la definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione si fa riferimento, trattandosi di una zona conosciuta dal punto di vista geologico e geomeccanico, alle informazioni di carattere geologico tecnico e ad indagini specifiche condotte in contesti litostratigrafici del tutto simili a quelli del sito di progetto (Capitolo 6, sottopar. 6.2.2 delle NTC).

5.1. MODELLO GEOTECNICO LOCALE

L'analisi geologica, sintetizzata nel modello geologico locale, consente di indicare che nella zona di intervento la stratigrafia è composta da coperture detritiche alluvionali quaternarie, costituite da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie limose, variamente e irregolarmente stratificate, con potenza decametrica e la cui composizione litologica e petrografica deriva dalle originarie rocce metamorfiche del Paleozoico.

Il modello geotecnico locale compete pertanto a depositi detritici quaternari di copertura, ovvero terre ghiaioso sabbiose da poco o nulla addensate superficialmente e con grado di addensamento crescente nei livelli più profondi.

Le terre granulari che compongono i depositi alluvionali, abbondantemente indagate in contesti geologici e stratigrafici analoghi a quello di progetto, sono terre incoerenti (sabbie, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie) per le quali la correlazione possibile con dati di prove penetrometriche consente di ricavare alcuni parametri geotecnici caratteristici utili per la determinazione della capacità portante o carico ammissibile di un complesso fondazione terreno.

La tabella seguente riassume tali caratteristiche di massima per diverse tipologie di terreni.

Consistenza terreni	Molto sciolti	Sciolti	Mediamente densi	Addensati	Molto addensati
DPM30 N ₁₀	<4	4 ÷ 10	10 ÷ 35	35 ÷ 60	60
SPT N ₃₀	<4	4 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 50	>50
Densità relativa Dr%	<15	15 ÷ 35	35 ÷ 65	65 ÷ 85	85 ÷ 100
Peso di volume secco KN/m ³	<14	14 ÷ 16	16 ÷ 18	18 ÷ 20	>20
Angolo di attrito interno φ	<30	30 ÷ 35	35 ÷ 40	40 ÷ 45	>45

Tabella 1. Campi sperimentali per la definizione di alcune caratteristiche fisiche dei terreni in relazione all'addensamento.

In questa fase di studio si ritiene, analizzando la casistica riportata nella Tabella 1 e valutando i risultati di indagini geotecniche eseguite su terre del tutto analoghe a quelle rilevate nei siti di progetto, che si possa definire tali materiali come terre mediamente addensate, a prevalente granulometria grossolana: ghiaie medie prevalenti con subordinate sabbie, limitatamente stratificate, talvolta a struttura clastosostenuta e con grado di addensamento crescente con la profondità.

La Tabella 2 consente di inquadrare le terre secondo il metodo proposto con la NT CNR UNI 10006, ad una analisi preliminare di caratterizzazione, basata anche su esperienze pregresse le terre alluvionali possono inquadrarsi nel Sottogruppo A1-b e/o nel Sottogruppo A2-4.

In genere per quanto detto si tratta di terre con buone o molto buone caratteristiche meccaniche quali terreni di fondazione e con valori di attrito elevati.

Classificazione generale	Terre ghiaia - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%						Torbe e terre organiche palustri
	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7		A 8	
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	–	–	–	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	–	N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve			Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media			
Ritiro o rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve			Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elev.			
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa			Scarsa o nulla						
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.			Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.					Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

Tabella 2. Classificazione delle terre CNR UNI 10006.

Per quanto detto, ai fini della determinazione del modello geotecnico si ritiene che i terreni nel volume significativo appartengano ad un unico corpo sedimentario alluvionale, mal stratificato, costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie con grado di saturazione crescente in profondità per la presenza di un acquifero sub -superficiale, variamente, ma generalmente poco addensate, a comportamento attritivo con coesione nulla, classificabile come terreno con buone caratteristiche di resistenza alla compressione e comportamento meccanico omogeneo, in senso verticale ed orizzontale.

Limitatamente all'opportunità di escludere questi depositi quali terreni di fondazione, o comunque ai fini della progettazione geotecnica delle opere previste, la definizione dei parametri caratteristici di progetto per il volume significativo nelle alluvioni quaternarie è preliminarmente riassunta nella Tabella 3.

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL VOLUME SIGNIFICATIVO		
Parametro	Simbolo	Valore caratteristico
Angolo di attrito interno	φ_k	33°
Modulo di deformazione	E'_k	50000 kN/m ²
Densità relativa	D_{r_k}	30%
Peso di volume secco	γ_k	15 kN/m ³

Tabella 3. Parametri caratteristici dei terreni all'interno del volume significativo nelle alluvioni quaternarie.

Il modello geotecnico elaborato consente di osservare che i parametri geotecnici caratteristici del volume significativo, da cui derivare i parametri di progetto, presentano valori sufficientemente elevati per garantire la progettazione delle opere previste.

Per quanto concerne questa fase di analisi, rimandando alle indispensabili indagini geognostiche e geotecniche, considerando anche l'entità delle opere, si può escludere la necessità di provvedere ad opere di miglioramento della qualità dei terreni di fondazione e di provvedere alla esecuzione di fondazioni profonde.

Ad ogni modo si rimanda ad una indagine geognostica, sismica e geotecnica maggiormente dettagliata nella fase di progettazione esecutiva per specificare il modello geotecnico e quindi elaborare le verifiche di progetto, soprattutto in riferimento alle caratteristiche idrogeologiche per la presenza della falda superficiale

che potenzialmente può interessare il volume significativo, condizionando le metodologie di calcolo delle resistenze di progetto in termini di stati limite ultimi e le verifiche geotecniche agli stati limite di esercizio, sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

5.2. ESCAVABILITA'

La predisposizione delle opere in progetto prevedrà lo scavo dei terreni in situ a profondità variabili, ma presumibilmente non superiore a 1.5 metri.

Considerati i risultati della modellazione geologica, considerate le analisi geotecniche e anche sismiche condotte in contesti geologico stratigrafici analoghi e considerato il modello geotecnico delle terre alluvionali, si conclude che i terreni da escavare possono considerarsi da molto teneri a teneri.

In questo frangente si ritiene in generale che l'escavazione sia per la maggior parte praticabile con mezzi meccanici convenzionali, infatti nella fattispecie si è in presenza di ghiaie la cui escavazione può relativamente complicarsi per la presenza di orizzonti ghiaioso ciottolosi addensati o grossi ciottoli e blocchi. Altra complicazione potrebbe derivare dalla presenza della falda che in alcuni settori presenta soggiacenza inferiore ai 2 metri che può ridursi in funzione delle oscillazioni stagionali.

6. CONCLUSIONI

In questa fase di progettazione, l'analisi geotecnica, non supportata da indagini specifiche, ma derivata dalla interpretazione del modello geologico dei luoghi e da altre indagini condotte in contesti geologico stratigrafici analoghi a quello di progetto, consente di individuare le caratteristiche stratigrafiche e litotecniche dei terreni superficiali e del substrato e di stimare i parametri geotecnici caratteristici.

In linea generale si può dedurre che i terreni che costituiscono il volume significativo interessato dalle opere, con particolare riferimento a quelle strutturali, sono caratterizzati da buone a ottime qualità meccaniche, trattandosi di terre alluvionali, ghiaioso sabbiose.

Ad ogni modo nelle fasi di progetto successive sarà indispensabile una campagna di indagini geognostiche e geotecniche e sismiche, con cui definire il modello geotecnico definitivo anche in funzione della scelta definitiva delle tipologie di opere da realizzare, finalizzato alla definizione dei parametri geotecnici caratteristici, alla determinazione dei parametri di progetto indispensabili per la progettazione geotecnica e per le verifiche prestazionali delle singole opere e dell'intervento nel suo complesso.

Geol. Andrea Serrelli
firmato digitalmente