



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessoradu de s'indùstria - Assessoradu de sos traballos pùblicos

Assessorato dell'industria - Assessorato dei lavori pubblici

Ente acque della Sardegna



SARDEGNA RICERCHE

ACCORDO DI COLLABORAZIONE TRA L'ASS.TO DELL'INDUSTRIA, L'ENAS E SARDEGNA RICERCHE DEL 29/07/2011



Consorzio Industriale Provinciale • Nuoro

ACCORDO DI COLLABORAZIONE TRA L'ENAS E IL CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE DI NUORO DEL 01/04/2010

**PROGETTO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI
ENERGIA RINNOVABILE SOLARE
NELL'AREA INDUSTRIALE DI OTTANA**
Stralcio del Progetto Definitivo Generale 1° Lotto - 1° Comparto

Parte A - PARTE GENERALE

Rapporto geologico

Relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica

Tavola

A 5.1

scala:

Redatto dai Servizi: Studi - Progetti e Costruzioni

- Progettisti: Ing. Dina Cadoni
Ing. Bruno Loffredo
Ing. Francesco Serra

- Geologo: Dott. Maria Rita Lai

- Collaborazione ingegneristica: Ing. Nicoletta Sale - Ing. Francesco Caturano

- Collaborazione specialistica: Ing. Giancarlo Pusceddu
Per. Ind. Fabrizio Pedditzi

- Collaborazioni tecniche: Geom. Paolo Atzori, Geom. Corrado Balistreri,
Geom. Bruno Caredda, Geom. Osvaldo Carta, Geom. Pierpaolo Corona,
Per. Ind. Salvatore Melis, Geom. Luigi Usala

CON IL CONTRIBUTO SCIENTIFICO

Università degli Studi di Cagliari
Dipartimenti di ingegneria meccanica
e di ingegneria elettrica ed elettronica

Prof. Giorgio Cau

Prof. Daniele Cocco

Prof. Alfonso Damiano

Il Direttore del Servizio Studi
Ing. Dina Cadoni

Il Direttore Generale
Ing. Franco Ollargiu

**Il Direttore del Servizio Progetti
e Costruzioni**
Ing. Bruno Loffredo

Aggiornamento ottobre 2012

RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	Descrizione del progetto	2
1.2	Riferimenti normativi e tecnici	2
1.2.1	Normativa tecnica	2
1.2.2	Documenti di progetto	3
2	CONSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE	4
3	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA	5
3.1	Caratteri Geologico-Strutturali generali	5
3.1.1	Litostratigrafia e composizione dei terreni	6
3.1.1.1	Paleozoico	6
3.1.1.2	Terziario	6
3.1.1.3	Quaternario	7
3.2	Caratteri Geomorfológicos	8
3.3	Caratteri idrogeologici	9
4	CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA E USO DEL SUOLO	11
4.1	Caratteri pedologici	11
4.2	Uso del suolo	12
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA	14
5.1	Caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area dell'impianto	14
5.2	Le opere in progetto – Modello Geologico e Geotecnico	16
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	17
7	ALLEGATO FOTOGRAFICO	18

1 PREMESSA

Nella presente relazione viene illustrato il risultato dello studio geologico e geotecnico, geomorfologico e idrogeologico, eseguito per il progetto definitivo di un impianto fotovoltaico sito in località *S'Abba sa Mandra*, nel territorio comunale di Noragugume a circa 6,0 km est dal centro abitato e a circa 4 km ad ovest rispetto all'abitato di Ottana; l'area ricade all'interno dell'Area di Sviluppo Industriale di Ottana, appartenente al Consorzio Industriale Provinciale di Nuoro

Il sito scelto per ospitare le installazioni dell'opera in progetto comprende una superficie di circa 36 Ha ed è ubicata nella cartografia IGMI in scala 1:25.000 (edizione 1992) Foglio 498 Sez. II, Foglio 499 Sez. III e nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 Foglio 499 Sezione 130 e Foglio 498 sezione 160.

1.1 Descrizione del progetto

L'intervento prevede la realizzazione di un centro di produzione di energia elettrica da fonte solare composto da:

- un Parco Fotovoltaico di potenza complessiva pari a 15,85 MWp, che occuperà una superficie di 31,02 ettari, costituito da un impianto fotovoltaico fisso di potenza pari a 14,68 MWp e da un impianto fotovoltaico a concentrazione e inseguimento biassiale della potenza di 1,17 MWp;
- un Parco Solare Sperimentale di potenza complessiva pari a 1 MW, che occuperà una superficie complessiva di 4,00 ettari, di cui circa 3,00 ettari saranno dedicati all'impianto solare termodinamico per una potenza d'impianto di 600 kW e la restante area sarà dedicata all'impianto fotovoltaico a concentrazione su inseguitori biassiali di potenza pari a 0,40 MWp

Il Parco Fotovoltaico è finalizzato alla produzione di energia elettrica ed in particolare, attraverso l'impianto a concentrazione, è finalizzato all'acquisizione da parte dell'Ente del know how tecnologico nella gestione di impianti fotovoltaici di nuova generazione.

Il Parco Sperimentale Solare è finalizzato alla produzione di energia secondo determinati profili programmati, anche in condizioni sfavorevoli quali ore notturne e avverse condizioni meteo, sperimentando così la possibilità di utilizzare impianti di produzione di energia elettrica da fonte solare per coprire le attività di servizio ancillari delle reti di distribuzione.

Completano l'intervento le opere complementari quali viabilità, recinzioni, edifici di servizio (uffici, officina), linee elettriche, condotte idriche e fognarie, opere di sistemazione idraulica.

1.2 Riferimenti normativi e tecnici

1.2.1 Normativa tecnica

La presente relazione viene redatta ai sensi delle seguenti norme:

- Legge 2 febbraio 1964 n. 74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (art. 1).
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 – Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla 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 LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 – Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla 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.

- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n. 163.
- D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni.

1.2.2 Documenti di progetto

Gli elaborati di progetto di carattere geologico cui si farà riferimento nel seguito sono rappresentati dalla **Carta Geologica (Allegato A5.1.2)**.

2 CONSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSTICHE

Per lo studio geologico e geotecnico, relativo al territorio nel quale deve essere realizzato l'intervento in progetto, sono state utilizzate informazioni dedotte dalla bibliografia geologica esistente sull'area. In particolare sono stati consultati i seguenti documenti:

- ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI FINANZE ED URBANISTICA – Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza urbanistica – ASSESSORATO ALL'INDUSTRIA – Servizio Partecipazioni Industriali – PROGEMISA SpA (2009) - *Carta Geologica di base della Sardegna*, scala 1:25.000
- ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE – Servizio SAVI – Settore del Sistema Informativo Ambientale: Studio denominato: *“Interventi di indagine preliminare del sistema di Monitoraggio Siti Inquinati: Aree industriali di Assemini, Sarroch, Ottana e Porto Torres”* – *Area Industriale di Ottana* – POR SARDEGNA 2000-2006 – Asse I – Misura 1.7 – Dati su piezometri, pozzi, stratigrafie e analisi chimico-fisiche e granulometriche
- PORCU A. (1983) – *Geologia del Graben di Ottana (Sardegna centrale)*. Rend. Del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari, Vol. LII, fasc. 2.
- PUSCEDDU E. (AA 1994-1995) – *“Ricerche geologiche sul settore occidentale nell'area d'invaso del Lago Omodeo con particolare riferimento riguardo all'interrimento e alla stabilità delle sponde”*. Tesi di Laurea inedita. Relatore Prof. G. Pecorini. Università degli Studi di Cagliari. Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Dipartimento di Scienze della Terra.
- PROGETTO NAZIONALE MURST 40% - Ricostruzione della storia eruttiva dei vulcani (1992) - *“Guida alle escursioni sui depositi piroclastici cenozoici sardi - Riassunti e comunicazioni”* – Riunione Scientifica 9-12 giugno 1992.
- ARU A., BALDACCINI P, VACCA A. (1991) – *Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna*. RAS, Assessorato della Programmazione Bilancio e Assetto del Territorio. Università degli Studi di Cagliari.

A supporto della progettazione per il presente progetto, sono state eseguite le seguenti attività:

- inquadramento del sito nel contesto geologico regionale e locale;
- rilevamento geologico-tecnico di superficie, cui ha fatto seguito la restituzione cartografica delle caratteristiche litologiche dell'area in cui verranno realizzate le opere previste;
- integrazione e confronto delle informazioni acquisite tramite il rilievo di superficie con i dati ricavati dalle precedenti indagini eseguite in aree limitrofe;
- redazione della presente relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica e della cartografia geologica.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA

3.1 Caratteri Geologico-Strutturali generali

La zona oggetto dello studio è ubicata nella Sardegna centrale all'interno della Piana di Ottana, si sviluppa per circa 130 kmq ed è attraversata dal fiume Tirso che la divide circa a metà con andamento NE-SW. Dal punto di vista geologico-strutturale si tratta di un vasto graben di origine tettonica, costituito essenzialmente da sedimenti terziari di origine vulcano-sedimentaria, che hanno colmato la fossa apertasi probabilmente durante il Terziario tra i complessi paleozoici del Goceano a nord e del Marghine a nord-ovest e della Barbagia di Ollolai a sud-est, e dai successivi depositi quaternari.

Nella parte settentrionale la delimitazione della pianura è definita da un brusco passaggio dai rilievi terziari, abbastanza dolci e con quote intorno ai 200-300 m, alle pareti scoscese e incise profondamente della Catena del Marghine-Goceano, che sopra l'abitato di Lei possono raggiungere anche i 1.000-1.200 m (Monte Palai).

Il limite orientale è meno pronunciato, essendo formato essenzialmente da vulcaniti terziarie che ricoprono i rilievi granitici paleozoici.

Il limite occidentale è definito dal vasto altopiano basaltico quaternario di Abbasanta - Borore, definito da cornici con scarpate spesso subverticali e caratterizzato da una serie di incisioni fluviali ad andamento NW-SE che mettono in luce i sedimenti terziari sottostanti.

Infine il limite meridionale è definito dal contatto, di natura tettonica, tra le vulcaniti oligo-mioceniche e il basamento paleozoico.

Gli eventi tettonici che hanno determinato l'origine della fossa (o graben) tra il Marghine-Goceano e la Barbagia di Ollolai si possono ricondurre alla tettonica distensiva terziaria in atto tra l'Oligocene e l'Aquitano, responsabile dell'apertura del rift sardo. Il graben di Ottana, che è simile ad altri piccoli graben paralleli, rappresenta uno dei rami laterali di questo rift principale. Verso nord il graben è delimitato da una soglia paleozoica, nota come soglia di Illorai, che separa il graben di Ottana, e quindi la Piana di Ottana, da quello dell'alta Valle del Tirso.

Tali eventi hanno portato alla messa in posto delle vulcaniti appartenenti al complesso vulcanico oligo-miocenico e alla deposizione della sequenza terrigena sedimentaria oligo-miocenica del bacino del Tirso, in facies fluvio-deltizia passante a litorale.

Il limite settentrionale della fossa è segnato da un sistema di faglie trasversali orientate tra E-W e ESE-WNW, una di queste faglie, ubicata a sud degli abitati di Bortigali, Lei e Bolotana, segna il limite tra il complesso paleozoico del Marghine e la fossa colmata dai depositi vulcano-sedimenti terziari e quaternari. Tale faglia è intersecata da faglie perpendicolari, in direzione N-S e NW-SE, che frammentano le litologie paleozoiche in blocchi traslati.

Durante il Miocene superiore e fino al Pliocene, si è verificata una intensa erosione di tutte le litologie preesistenti, con il trasporto e la deposizione di accumuli alluvionali anche di notevole spessore, visibili nel settore occidentale a nord di Noragugume, lungo la SS 129 Macomer - Nuoro e sulla Provinciale Dualchi-Silanus.

Durante il Pliocene, una nuova fase tettonica distensiva, causa la riattivazione delle fratture del graben, favorendo la messa in posto del complesso basaltico con diversi centri di emissione, sia lineari che puntiformi, riconosciuti nella zona compresa tra Bortigali e Silanus, le cui lave hanno colmato la complessa morfologia creata a seguito dei processi erosivi precedenti.

Lungo il bordo meridionale si trova un altro sistema di faglie simile per direzione a quella settentrionale che delimita anch'essa blocchi traslati e basculati.

Tali lineazioni tettoniche hanno influenzato notevolmente l'attuale conformazione della zona, determinando dislocazioni e fratture nel complesso metamorfico paleozoico; la riattivazione in epoca quaternaria ha causato un ringiovanimento del rilievo, con un'ulteriore

erosione ed un approfondimento delle valli fluviali nei settori montani, la sedimentazione e la formazione dei depositi superficiali nelle zone pedemontane e pianeggianti, oltre alla citata messa in posto dei basalti.

3.1.1 Litostratigrafia e composizione dei terreni

La “Carta Geologica”, allegata alla presente relazione, evidenzia le litologie che costituiscono complessivamente l'area in cui dovranno essere inserite le opere in progetto. Tale carta rappresenta il risultato delle conoscenze bibliografiche sul settore in esame e dei rilievi diretti eseguiti sul terreno durante gli studi geologici effettuati per il presente progetto.

Le litologie presenti nell'area vasta della Piana di Ottana e nel sito interessato direttamente dalle opere in progetto, vengono qui di seguito sinteticamente descritte dalle più antiche alle più recenti.

3.1.1.1 Paleozoico

Le litologie paleozoiche sono rappresentate da un complesso metamorfico, affiorante a sud di Ottana costituite essenzialmente da micascisti e paragneiss indifferenziati (**mc**) attribuiti dubitativamente al Paleozoico, e da marmi e marmi dolomitici (**ma**) attribuiti anch'essi dubitativamente al Cambriano.

Nella Carta queste litologie sono state ricomprese in un'unica unità definita rocce metamorfiche paleozoiche (**Ms**).

Inoltre sempre nel settore ad est e sud-est dell'abitato affiorano i litotipi granitici (**Y**) appartenenti al Complesso intrusivo-filoniano tardo paleozoico, in particolare queste litologie sono ascrivibili a due complessi granitici: quello del Goceano-Bittese con i graniti dell'Unità Intrusiva di Benetutti affioranti a nord di Ottana, formati da granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari con K-feldspati biancastri molto grossi (Carbonifero sup. Permiano); quello del Nuorese, l'Unità di Nuoro con la sub unità intrusiva di Ottana, affioranti a sud dell'abitato, con granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio scure, a grana media (Carbonifero sup. Permiano).

3.1.1.2 Terziario

Il terziario è rappresentato da differenti litologie sia di origine sedimentaria che vulcanica. In particolare nell'area sono presenti affioramenti appartenenti alle seguenti successioni litostratigrafiche:

- a) Complesso vulcanico oligo-miocenico - Distretto Vulcanico di Ottana, comprende le Unità di Salto di Lochele, Unità di Mandra Puzzones, Unità di Nuraghe Zavos, Unità di Sedilo, tutte formate da depositi in facies ignimbrítica e da tufi.
- b) Successione sedimentaria oligo-miocenica post-ignimbrítica del bacino del Tirso: costituita da tre termini, dal basso verso l'alto: b1) Sabbioni conglomeratici grossolani continentali inferiori (Arenarie di Sedilo), b2) Tufi pomiceo-cineritici con intercalati livelli con resti silicizzati di piante (Tufi di Sedilo e Noragugume e depositi della Foresta fossile di Zuri), b3) Sabbioni continentali superiori (Arenarie di Dualchi).

Nella Carta geologica sono stati indicati nel seguente modo:

VOL - Depositi ignimbrici e tufacei: si tratta di un complesso formato da depositi piroclastici a chimismo sia riolitico che riodacitico, dovuto ad una intensa attività esplosiva (prodotti di nube ardente). I depositi rinvenibili nell'area sono costituiti sia da facies spiccatamente ignimbriche che tufacee. Le prime (**VOLi**) sono caratterizzate da strutture a fiamme, schiacciate ed allungate di colore rossastro-violaceo, con cristalli liberi di plagioclasio, quarzo, sanidino, biotite, con elementi litici rappresentati da litotipi paleozoici e vulcaniti cenozoiche; si osservano in bancate sub-orizzontali dure e lapidee, con frequenti diaclasi e fratture verticali, per lo più

dovute a contrazioni da raffreddamento e discontinuità orizzontali di ordine litologico-sedimentario.

I tufi pomiceo-cineritici (**VOLT**) di colore grigio-biancastro e grigio-verdastro sono composti da cineriti e pomici di varie dimensioni, spesso si presentano alterati ed argillificati. Localmente sono presenti intercalazioni di livelli sabbiosi o conglomeratici, teneri e alterati.

Lo spessore complessivo delle ignimbriti e dei tufi si aggira intorno ai 400 m.

L'età è attribuita all'AQUITANIANO ? – BURDIGALIANO.

Tf - Tufi di Sedilo e Noragugume: depositi piroclastici cineritici, abbastanza incoerenti di colore biancastro o grigio, stratificati, generalmente a grana fine. In questa formazione possono essere presenti intercalazioni di conglomerati tufacei a cemento poco coerente di spessore vario da 5 m a 30 m, e strati costituiti da tufi grigi o nocciola chiaro, contenenti grosse pomici bianche, privi di stratificazione, disposti in banchi, generalmente poco coerenti. Sono presenti anche livelli pisolitici e livelli contenenti localmente resti di tronchi silicizzati di alberi ad alto fusto ("Foresta fossile di Zuri"). La potenza complessiva è di qualche centinaio di metri.

Precedenti e in parte coeve ai Tufi sono anche le Arenarie di Sedilo che ricoprono localmente le litologie del Complesso vulcanico oligo-miocenico; sono costituite da sabbioni e conglomerati, caratterizzate da elementi di diametro da 2-3 mm fino a circa 1 cm, costituiti da feldspato rosa, quarzo, granito e metamorfiti, e grossi elementi di ignimbriti lapidee con blocchi che possono superare il metro di diametro, in matrice argillosa rossastra che conferisce un certo addensamento, la stratificazione può essere parallela o incrociata. Queste arenarie affiorano poco più a sud-ovest dell'area in esame.

L'età è attribuita al BURDIGALIANO INF.

ArD - Arenarie di Dualchi: alternanze di livelli conglomeratico-arenacei ed argillosi, in facies fluvio-deltizia passante a litorale, formate da sabbie medie e grossolane a ciottoli di metamorfiti, granito, quarzo e porfidi, con rari elementi vulcanici ignimbritici, di colore grigio o rosso-violacea. I livelli arenacei e i conglomerati sono piuttosto incoerenti, solo localmente si presentano in bancate compatte dello spessore di circa 50 cm – 1 m. Vengono attribuiti a depositi continentali quali alluvioni fluviali, depositi eolici, paleosuoli e detriti di falda, originatisi prima dell'ingressione marina miocenica, o comunque di ambiente passante a litorale come attestato dal rinvenimento di livelli fossiliferi ad Ostree, Pectinidi e Cardium. La potenza complessiva nell'area oscilla intorno ai 30 – 40 m.

L'età è attribuita al BURDIGALIANO INF.-MEDIO

3.1.1.3 Quaternario

at2- Alluvioni ciottoloso-sabbiose terrazzate: ciottolami e ghiaie arrotondate, sabbioni, a clasti, ciottoli e trovanti di rocce metamorfiche, di rocce granitoidi e di quarzo; dimensioni assai variabili da pochi cm fino a 20 cm in prevalenza, con trovanti fino a 30-40 cm, in matrice argilloso-limosa bruno rossiccia o giallastra. Spessore 2-6 m.. PLEISTOCENE MEDIO-SUP. ?

Affiorano alle quote più elevate sopra le litologie terziarie

at1 -Depositi alluvionali terrazzati: formati da ciottolami, ghiaie e sabbioni, con ciottoli del diametro da pochi cm fino a 20-25 cm, con trovanti di rocce metamorfiche, granito, ignimbrite, basalto ecc, anche di 30-40 cm; localmente possono essere presenti lenti argillose; debolmente addensati. Spessore circa 1-5 m. OLOCENE.

Affiorano lungo le sponde del Tirso e dei suoi affluenti principali

a - Depositi alluvionali recenti: formati da ghiaie da grossolane a medie, miste a sabbie e limi e subordinate argille, con sporadici trovanti in prevalenza di quarzo e granito, oltre a metamorfiti, ignimbriti, basalti, e altre litologie presenti nel bacino alimentatore sciolte. Spessore di pochi metri. OLOCENE

Affiorano in corrispondenza degli alvei attuali

c – Depositi eluvio-colluviali: formati da detriti minuti in matrice sabbioso-limosa o argillosa, talora misti a suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica; sciolti. Spessore assai esiguo. OLOCENE

Ricoprono le litologie terziarie

3.2 Caratteri Geomorfologici

Come precedentemente accennato la zona d'intervento è ubicata in una porzione della Piana di Ottana solcata dal fiume Tirso, che attraversa l'area per circa 4 km da nord-est a sud-ovest, interessando il settore orientale e meridionale della più ampia zona oggetto di indagine.

L'area in cui sarà ubicato l'impianto risulta ubicata sulla sponda destra del Fiume Tirso, in un contesto morfologico in cui si osservano zone per lo più pianeggianti o sub-pianeggianti e zone con piccoli rilievi a morfologia collinare di modesta altezza, i più elevati dei quali sono rappresentati dal *Monte Iscos* (187 metri s.l.m.), dal *Montrigu Abile* (181 metri s.l.m.) e dalla località *Serra Barzas* (202 metri s.l.m.).

Tali rilievi sono modellati su litologie vulcano-sedimentarie terziarie separate da modesti fondivalle a morfologia pianeggiante o leggermente depressa, costituite essenzialmente da depositi alluvionali e colluviali quaternari, entro i quali scorrono i corsi d'acqua. All'interno dell'area esaminata si snodano, infatti, dei corsi d'acqua e compluvi minori a regime prevalentemente torrentizio, tra essi quelli di maggior rilievo sono due corsi d'acqua, d'ordine minore, denominati Rio de Francischeddu e Rio S'Abba Sa Mandra, affluenti in destra idrografica del Tirso, che presentano uno sviluppo grosso modo in direzione nord-ovest-sud-est.

I versanti di tali rilievi non presentano forme particolarmente acclivi, né sono presenti fenomeni e processi geomorfologici che denotino segni di instabilità. L'intera zona circostante il sito prescelto per l'impianto in progetto è contraddistinta da una morfologia piana o terrazzata, in cui le uniche acclività sono rappresentate dalle modeste scarpate nord e nord-est del Monte Iscos. I processi in atto sono costituiti da un ruscellamento areale diffuso lungo i versanti, caratterizzato comunque da modesta erosione superficiale ad opera delle acque meteoriche stagionali, mentre la degradazione superficiale porta alla formazione di suoli poco profondi.

Le acque incanalate negli impluvi principali danno origine ad alvei scarsamente incisi, che ospitano occasionalmente corsi d'acqua a carattere temporaneo, contraddistinti da un trasporto solido di scarsa entità.

In alcune porzioni assai limitate dell'area esaminata sono presenti morfologie depresse, colmate da depositi colluviali, che favoriscono la presenza dell'acqua con ristagni idrici, anche per la presenza concomitante di suoli con difficoltà di drenaggio che ne agevolano l'accumulo momentaneo, soprattutto in periodo autunnale ed invernale.

Anche il settore ad est del Fiume Tirso, lungo la sponda sinistra, presenta caratteri morfologici simili.

Assetto geomorfologico e Piano di Assetto Idrogeologico

Nell'area non sono presenti zone a rischio di frana o soggette a fenomeni di dissesto di tipo geomorfologico.

Sono presenti aree a rischio idraulico perimetrale nel PAI e nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, tali aree sono state del tutto escluse dall'area di intervento.

Siti disinteresse geologico "Geositi"

Nell'area in esame non sono presenti siti di interesse geologico, geomorfologico, paleontologico, mineralogico, meglio definiti sinteticamente "geositi".

Unità di Paesaggio o Unità fisiografiche

Nel seguito vengono descritte le principali unità di paesaggio (o unità fisiografiche) riscontrate nell'area, ossia gli ambiti territoriali con specifiche, distintive e omogenee caratteristiche di caratteri litologici, di evoluzione morfologica e pedologica, e dei caratteri vegetazionali e di uso del territorio, con riferimento anche alle categorie fisico-ambientali e definite dal PPR "Componenti del paesaggio con valenza ambientale".

A) Ambiente collinare – Superfici strutturali di altopiano

Questa unità di paesaggio comprende i rilievi collinari costituiti da vulcaniti oligomioceniche essenzialmente di tipo piroclastico in facies ignimbritica o in facies tufacea (cineritico-pomicea); caratterizzate da morfologie pianeggianti o sub pianeggianti, collocati in posizione sommitale o rilevata all'interno di ambiti orografici collinari, e che costituiscono delle superfici strutturali, delimitate da scarpate subverticali di modesta altezza.

Sono contraddistinte da un'altimetria varia tra i 100 e i 250 m slm. e da locali avallamenti del terreno in corrispondenza di settori di compluvio; i processi geomorfologici sono rappresentati da ruscellamento areale di modesta entità in corrispondenza della superficie sommitale e ruscellamento concentrato lungo i versanti.

B) Ambiente collinare – Sistemi orografici di versante

Questa unità di paesaggio comprende i rilievi collinari costituiti da depositi piroclastici per lo più tufacei e da sedimenti continentali terziari, caratterizzati da morfologie a dossi e superfici lievemente ondulate, con pendenze modeste e privi, quasi del tutto, di scarpate nette o fortemente incise.

Sono contraddistinte da un'altimetria varia tra i 100 e i 200 m slm.; i processi geomorfologici in atto sono rappresentati dal ruscellamento areale di modesta entità.

C) Ambiente di pianura e fluviale – Piane alluvionali recenti dei corsi d'acqua

Questa unità di paesaggio comprende i terrazzi olocenici, gli alvei di piena ordinaria e straordinaria, i settori di colmata detritica recente e attuale in corrispondenza delle piane fluviali, quindi vi sono compresi i depositi quaternari sabbioso-ghiaiosi e sabbioso-limosi.

Sono contraddistinti da un'altimetria varia tra i 140 e i 165 m slm., comprende le sponde e le golene in destra e sinistra idrografica del Tirso, caratterizzate da morfologie pianeggianti o sub pianeggianti, con processi geomorfologici legati alle dinamiche fluviali di trasporto, erosione e sedimentazione dei materiali litoidi in occasione di piene.

3.3 Caratteri idrogeologici

L'area di intervento ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Tirso, nella sua sponda destra, tale fiume è ricompreso tra i corsi d'acqua classificati pubblici sulla base dell'elenco redatto ai sensi del "Testo Unico delle Disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici o superfici d'acqua a pelo libero" ai sensi del Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775, in ogni caso le opere non interessano le aree delimitate ai sensi del predetto Testo Unico.

Come detto precedentemente nell'area sono presenti due corsi d'acqua a carattere torrentizio ed occasionale: il Rio de Francischeddu e Rio S'Abba Sa Mandra, che comunque non saranno interessati dalle opere in progetto, se non per l'attraversamento in subalveo del primo, necessario per la posa di alcuni sottoservizi (condotte idriche e fognarie). Nell'area di sedime delle opere sono presenti anche dei compluvi minori e lievi depressioni del terreno con locali e temporanei ristagni idrici.

Le opere in progetto non coinvolgono ambienti lacuali o marini, né stagni costieri e bacini idrici artificiali.

Nella zona esaminata, in particolare lungo la sponda destra del Tirso, non sono state individuate sorgenti.

Gli acquiferi presenti nella zona circostante l'area di intervento sono riconducibili a tre tipologie:

A) Acquifero delle Vulcaniti Oligo-mioceniche e dei Tufi

Unità idrogeologica di modesta entità legata allo stato di fratturazione e alterazione della roccia ignimbratica. Queste vulcaniti, di natura essenzialmente impermeabile, sono caratterizzate da una scarsa permeabilità per porosità ed una certa permeabilità secondaria dovuta alla fratturazione medio-bassa che interessa generalmente la parte più superficiale, fino ad una profondità di circa 5-8 m di profondità dal p.c. Nella zona furono eseguite in passato delle prove di permeabilità su questi litotipi (AQUATER, 1987) che hanno fornito coefficienti di permeabilità dell'ordine di 10-7 cm/s. La falda che si riscontra sulle litologie ignimbriche può essere rinvenuta ad una profondità compresa tra i 15-20 m di profondità, con un letto impermeabile a circa 40-50 m di profondità, questo acquifero viene captato da alcuni pozzi utilizzati per scopi irrigui, ubicati in prevalenza lungo la sponda sinistra del Tirso, sia nei dintorni dell'area industriale che del centro abitato di Ottana.

Nei tufi pomiceo-cineritici, affioranti per lo più lungo la sponda destra del Tirso, si possono incontrare soltanto localmente delle modeste falde superficiali a circa 1-2 m dal p.c che interessano sedimenti permeabili; il letto impermeabile è costituito dagli stessi depositi vulcanici argillificati, riscontrabili fino a circa 5-10 m di profondità. Gli spessori e le granulometrie dei livelli permeabili sono assai differenti anche a breve distanza fra loro, pertanto è facile trovare sia livelli saturi che livelli non saturi; anche la potenza dei livelli permeabili è generalmente variabile ma sempre piuttosto limitata (pochi metri). I livelli permeabili sono dotati di scarsa continuità laterale, pertanto si tratta di un acquifero estremamente discontinuo, sia lateralmente che verticalmente. Lungo la sponda destra, in prossimità dell'area esaminata non sono stati osservati pozzi che attingono a queste falde.

B) Acquifero delle Formazioni detritiche mioceniche

Questa unità idrogeologica è di scarso rilievo in quanto ha una permeabilità medio-bassa. Per questo motivo la falda è quasi assente, solo localmente si possono osservare modeste falde superficiali, peraltro molto limitate arealmente. Nella zona esaminata non dovrebbero essere presenti falde freatiche.

C) Acquifero delle Formazioni alluvionali quaternarie:

Questa unità idrogeologica interessa principalmente le formazioni attuali o recenti che formano le aree pianeggianti adiacenti al Tirso e ai suoi affluenti principali; è caratterizzata da un'alta permeabilità per porosità, per la presenza di livelli ciottolosi-sabbiosi sciolti, a spessori comunque esigui. La falda freatica ha una modesta estensione a causa del ridotto spessore dei depositi, si tratta in pratica di una falda di subalveo alimentata dal corso d'acqua. Nell'area a valle dell'impianto verso il Tirso non sono presenti pozzi che attingono a questa falda.

4 CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA E USO DEL SUOLO

4.1 Caratteri pedologici

L'analisi dei suoli presenti nelle aree oggetto degli interventi ha riguardato in particolare la composizione chimico-fisica del suolo, la sua componente biotica e le relative interazioni, nonché la genesi, l'evoluzione e la capacità d'uso dei suoli.

Nel seguito vengono descritte le tipologie di suoli e di ambienti pedologici presenti nell'area oggetto dell'intervento

Unità A – Suoli su litologie vulcaniche di tipo riolitico e riodacitico (tufi e ignimbriti)

Si osservano su forme da ondulate a subpianeggianti, risultano poco profondi, la tessitura è da franco-sabbiosa a franco-argillosa; da permeabili a mediamente permeabili, con capacità di ritenuta dell'acqua modesta; la reazione è neutra. Presentano in prevalenza un profilo poco evoluto del tipo A-R o A-C, talvolta troncati dall'erosione. La fertilità è scarsa o debole, molto bassa risulta anche la capacità di ritenuta dell'acqua, la saturazione in basi può raggiungere in profondità il 50-60% e la sostanza organica presenta valori bassi. Tipo di Suoli: Rock Outcrop, Lithic Xerorthents, Typic Xerorthents.

Possono essere distinti in due unità: A1 per i suoli più erosi in corrispondenza di aree di culmine talvolta con roccia sub-affiorante, morfologie ondulate con pendenze > 15%, caratterizzate da erosione areale diffusa, rocciosità e pietrosità a tratti elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, pericolo d'erosione concentrata; Classe di capacità d'uso VII-VIII; A2 per i suoli meno erosi in corrispondenza di aree di culmine, morfologie ondulate con pendenze < 15%, erosione areale diffusa, rocciosità e pietrosità a tratti elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, pericolo d'erosione concentrata; Classe di capacità d'uso VI-VII.

Le limitazioni d'uso sono rappresentate dalla rocciosità e pietrosità a tratti elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo d'erosione anche per cause antropiche. Presentano quindi potenzialità d'uso agronomico assai basse.

Unità B – Suoli su depositi sedimentari di tipo sabbioso o conglomeratico

Si osservano su forme da ondulate a subpianeggianti, essi risultano da poco profondi a mediamente profondi, la tessitura è da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa; da permeabili a mediamente permeabili, con capacità di ritenuta dell'acqua modesta; la reazione è neutra. Presentano in prevalenza un profilo poco evoluto del tipo A-R o A-C, talvolta troncati dall'erosione, raramente A-Bw-C. La fertilità è scarsa o debole, molto bassa risulta anche la capacità di ritenuta dell'acqua. la saturazione in basi di questi suoli varia da saturi a desaturati e la sostanza organica presenta valori bassi; Classe di capacità d'uso VI-VII. Tipo di Suoli: Rock Outcrop, Lithic Xerorthents, Typic Xerorthents.

Le limitazioni d'uso sono rappresentate dalla scarsa profondità, eccesso di pietrosità superficiale e di scheletro interno, forte pericolo d'erosione anche per cause antropiche. Presentano quindi potenzialità d'uso agronomico piuttosto basse.

Unità C – Suoli su depositi eluviali- colluviali recenti

Si osservano su forme da pianeggianti o leggermente depresse, essi risultano da profondi a mediamente profondi, la tessitura è da sabbioso-franca a franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa con contenuto in scheletro assai vario ma che in alcuni casi può essere anche abbondante; da permeabili a mediamente permeabili, con idromorfia temporanea; la reazione è neutra, la sostanza organica è da scarsa a media, la saturazione è elevata. Presentano in prevalenza un profilo poco evoluto del tipo A-C, o raramente A-Bw-C. Sono caratterizzati da una profondità anche notevole, e da una tessitura assai varia in funzione della presenza degli elementi sabbioso-limoso-argillosi, pertanto anche la permeabilità risulta assai variabile; Classe

di capacità d'uso II-III. La loro fertilità può essere anche elevata per la presenza di una discreta quantità di sostanza organica. Tipo di Suoli: Typic Xerochrepts, Mollic Xerofluvents.

Le limitazioni d'uso sono dovute al rischio di esondazione ed alla eventuale presenza di un'alta percentuale di scheletro. Le potenzialità d'uso sono medio-alte.

Unità D – Suoli su depositi alluvionali recenti

Si osservano su forme da pianeggianti o leggermente depresse, Essi risultano da profondi a mediamente profondi, la tessitura è da sabbioso-franca a franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa, con contenuto in scheletro assai vario che in alcuni casi può essere anche abbondante; da permeabili a mediamente permeabili, con idromorfia temporanea; la reazione è neutra, la sostanza organica è da scarsa a media, la saturazione è elevata. Presentano in prevalenza un profilo poco evoluto del tipo A-C, o raramente A-Bw-C. Sono caratterizzati localmente da una profondità anche notevole e da una tessitura assai varia in funzione della presenza degli elementi sabbioso-limoso-argillosi, pertanto anche la permeabilità risulta assai variabile. La loro fertilità può essere anche elevata per la presenza di una discreta quantità di sostanza organica; Classe di capacità d'uso I-II. Tipo di Suoli: Typic, Aquic, e Mollic Xerofluvents.

Le limitazioni d'uso sono dovute al rischio di esondazione ed alla eventuale presenza di un'alta percentuale di scheletro interno. Le potenzialità d'uso sono medio-alte.

4.2 Uso del suolo

L'utilizzazione prevalente del suolo nelle aree esaminate, oltre alla destinazione industriale, è quella di aree pascoli naturali, con pascoli nudi e pascoli arborati, con specie erbacee spontanee (aree a pascolo naturale); in queste zone la vegetazione arborea è assai rada e costituita essenzialmente da sporadici elementi isolati di querce (*Quercus suber*) e perastri (*Pyrus spinosa*); molto scarsi se non del tutto assenti, nella maggior parte del territorio, sono gli esemplari arbustivi della macchia mediterranea, solo localmente nelle zone maggiormente umide si osservano esemplari di tamerici (*Tamarix africana*).

La zona agricola, adiacente alla zona industriale, è servita dalla rete consortile gestita dal Consorzio di Bonifica di Nuoro, pertanto gli agricoltori utilizzano questa risorsa come fonte di approvvigionamento per le aree irrigate, in prevalenza destinate alla produzione di erba medica e di colture foraggere destinate al bestiame (prati artificiali).

Alcune aree non molto estese sono occupate da aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti ad eucaliptus), mentre le zone con vegetazione arborea ed arbustiva naturale sono assai scarse e localizzate in prossimità del Fiume Tirso (oleandri, tamerici, rovi, canneti).

Assai scarse sono le superfici agricole destinate a vigneti, oliveti e le aree destinate a colture orticole.

L'area industriale è caratterizzata da impianti industriali chimici (in parte operativi e in parte chiusi), impianti di generazione elettrica convenzionali (centrale termoelettrica a olio combustibile) e a fonte rinnovabile (centrale termoelettrica a olio vegetale e impianti fotovoltaici) e piccole industrie manifatturiere molte delle quali in abbandono. In questa zona molte aree risultano fortemente degradate per la presenza di incolti, di aree soggette a scavi (vecchie cave ora abbandonate), o utilizzate come aree di deposito di materiali di risulta da scavi, oltre che per la presenza diffusa di discariche di rifiuti abbandonati un po' ovunque lungo le strade consortili e talvolta anche lungo le sponde dei fiumi che attraversano l'area industriale. L'aspetto di forte degrado è anche accentuato dalla presenza di molti stabilimenti chiusi per inattività, con recinzioni, finestre e altre strutture distrutte dall'incuria e dall'abbandono o vandalizzate.

Per quanto riguarda in particolare la zona di sedime degli interventi, l'utilizzazione del suolo è fortemente influenzata sia dalle attuali attività produttive umane (agro-zootecniche e industriali), sia dalle condizioni pedo-agronomiche. Infatti le originarie condizioni della vegetazione naturale sono state fortemente alterate e hanno modificato le condizioni di

naturalità, per la costante presenza dell'uomo. Inoltre le condizioni pedologiche condizionate da suoli a debole spessore e con alta pietrosità superficiale limitano fortemente l'uso agricolo-zootecnico.

Attualmente, pertanto, tutta la superficie che sarà occupata dall'impianto risulta un'area utilizzata a pascolo nudo, priva di irrigazione, la vegetazione arborea è costituita essenzialmente da sporadici elementi isolati di querce (*Quercus suber*) e perastri (*Pyrus spinosa*) piuttosto distanti tra loro (anche decine di metri) ed in uno stato vegetativo che mostra una evidente sofferenza in relazione alla scarsa fertilità del suolo ed alla scarsità di acqua e sostanza organica. Molto scarsi, se non del tutto assenti, nella maggior parte dell'area, sono gli esemplari arbustivi della macchia mediterranea, solo localmente nelle zone maggiormente umide, in relazione alla conformazione morfologica che favorisce il ristagno idrico o lungo gli impluvi naturali, si osservano esemplari di tamerici (*Tamarix africana*).

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

5.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area dell'impianto

Per lo studio delle caratteristiche geotecniche delle litologie interessate dalle opere di fondazione sono state seguite le indicazioni contenute nel D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nella Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483. La normativa prevede che debba essere valutata globalmente la stabilità dell'insieme manufatto-sottosuolo nelle varie fasi costruttive, pertanto in corrispondenza delle opere puntuali è indispensabile definire la stratigrafia, la litologia, le proprietà fisico meccaniche dei terreni di fondazione e le caratteristiche di eventuali falde idriche, inoltre devono essere note le proprietà geotecniche/geomeccaniche dei terreni e le condizioni al contorno dell'opera.

Sono state inoltre prese in considerazione anche le prescrizioni contenute nel recente D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

Poiché non è stato possibile eseguire specifiche indagini geognostiche in sito, mediante pozzetti e sondaggi, le seguenti caratterizzazioni sono state desunte dalla documentazione bibliografica esistente.

La descrizione delle caratteristiche geotecniche è riferita esclusivamente alle litologie direttamente interessate dalle opere in progetto.

Tufi di Sedilo e Noragugume - Tf

Si tratta di rocce di origine vulcanica formate in prevalenza da vulcanoclastiti rappresentate da brecce e tufi cineritico-pomici, da poco coerenti ad addensati o molto addensati. Le caratteristiche fisico-meccaniche sono pertanto quelle tipiche delle rocce semilapidee, variamente cementate e compatte.

Si tratta di un ammasso di notevole spessore (circa un centinaio di metri), generalmente interessato da una certa suddivisibilità secondo piani di stratificazione suborizzontali e caratterizzato da diaclasi e fratture in prevalenza subverticali.

La parte superficiale, a diretto contatto con gli agenti atmosferici, è spesso degradata, più o meno intensamente argillificata, con un evidente scadimento delle caratteristiche meccaniche del litotipo. Lo spessore di roccia interessata dai fenomeni di alterazione varia da pochi decimetri a qualche metro; a seconda delle condizioni locali si può spingere in profondità anche fino a circa 2-3 m, ma per effetto di acque circolanti nel sottosuolo può spingersi anche più in profondità (circa 10 m). Tale alterazione favorisce la formazione in superficie di accumulo di limi e limi argillosi misti a suoli, ben visibili lungo i fondovalle ed alla base dei rilievi.

In profondità il grado di alterazione e la degradazione diminuisce, di conseguenza verso il basso aumenta la compattezza e la resistenza dell'ammasso roccioso, che diviene via via sempre più duro e lapideo.

La roccia sana presenta un peso di volume naturale di 1,75-1,8 g/cm³, e una resistenza a compressione uniassiale tra 3-7 MPa (30-70 kg/cm²), con valori dell'angolo d'attrito variabile in funzione della granulometria tra 25°-33°.

Nel caso della roccia alterata e argillificata tali valori diminuiscono sensibilmente, si possono ipotizzare i seguenti valori: angolo d'attrito 24°-26°, coesione 0,2-0,3 kg/cm².

Le scarpate di scavo in questi litotipi in genere sono stabili anche con pendenze elevate.

Arenarie di Dualchi - ArD

Si tratta di rocce di origine sedimentaria a grana media o grossolana (livelli conglomeratici) formati in prevalenza da sabbie scarsamente coerenti, anche a causa della mancanza di un cemento che funga da legante. Le caratteristiche fisico - meccaniche sono pertanto quelle tipiche delle rocce semilapidee, più o meno cementate e consolidate.

Dal punto di vista tecnico si tratta di un ammasso di spessore medio (circa 30 – 40 m), complessivamente di consistenza semilapidea, generalmente interessato da una certa suddivisibilità secondo i piani di stratificazione suborizzontali. La parte superficiale è per lo più degradata, e talvolta si presenta friabile, mentre in profondità l'arenaria è sempre ben cementata e più compatta.

Pur non avendo eseguito su queste litologie specifiche prove di laboratorio, si possono fornire i seguenti valori dei parametri geotecnici principali, desunti dalla bibliografia consultata e ricavati da prove eseguite su campioni simili: angolo d'attrito interno 30° – 33° , peso di volume $1,8 - 2,0 \text{ g/cm}^3$, resistenza alla compressione non inferiore a 1 MPa.

Depositi alluvionali terrazzati - at1

Si tratta di terreni di origine sedimentaria formati da sabbie, ghiaie e ciottolami di rocce di varia natura, eterometrici, con una frazione interstiziale sabbioso-limosa.

Le caratteristiche fisico-meccaniche sono pertanto differenti in funzione della granulometria.

Nel caso delle ghiaie sabbiose le caratteristiche fisico-meccaniche sono quelle dei mezzi granulari a grana grossolana e media, contraddistinti da un grado di addensamento medio. Nei riguardi degli scavi il loro comportamento risulta assai instabile per mancanza di coesione, soprattutto in presenza d'acqua. Sulla base anche delle prove di laboratorio effettuate si possono fornire i seguenti valori dei parametri geotecnici: angolo d'attrito $30^{\circ} - 35^{\circ}$, peso di volume $1,9 - 2,0 \text{ g/cm}^3$, coesione $0 - 0,01 \text{ kg/cm}^2$. Nei riguardi degli scavi il loro comportamento risulta instabile per mancanza di coesione.

Nel caso delle sabbie limose le caratteristiche fisico-meccaniche sono quelle di terreni granulari a grana fine, più o meno plastici. Sono dotati di un medio o basso stato di addensamento, si presentano infatti quasi sempre sciolti o al più con una modesta coesione.. Sulla base anche delle prove di laboratorio effettuate si possono fornire i seguenti valori dei parametri geotecnici: angolo d'attrito 22° – 24° , peso di volume $1,8 - 1,9 \text{ g/cm}^3$, coesione $0,1 - 0,01 \text{ kg/cm}^2$. Nei riguardi degli scavi il loro comportamento risulta instabile per effetto di una modesta o scarsa coesione, soprattutto in presenza d'acqua

Questi terreni possono essere riutilizzati per rinfianchi e rinterri degli scavi.

Depositi eluvio-colluviali - c

Si tratta di terreni che si sono formati per effetto dei processi di alterazione ed erosione delle rocce dei rilievi circostanti e che successivamente hanno subito un trasporto misto, prevalentemente per effetto della gravità e dei corsi d'acqua presenti nell'area. Talvolta possono essere il risultato di processi pedogenetici sviluppatasi in sito su un substrato litoide o semilitoide.

Le caratteristiche fisico-meccaniche sono pertanto quelle di terreni granulari a grana fine, prevalentemente limoso-sabbiosi-argillosi più o meno plastici, localmente anche con percentuali variabili, ma sempre piuttosto scarse, di ciottoli e ghiaie di dimensioni minute.

Sono dotati di un medio o basso stato di addensamento, si presentano infatti quasi sempre sciolti o con una modesta coesione. Sulla base di dati di letteratura e di prove effettuate in terreni simili, si possono fornire i seguenti valori dei parametri geotecnici: angolo d'attrito 22° – 24° , fino a 30° per quelli più sabbiosi, peso di volume $1,7$ – $1,8 \text{ g/cm}^3$, coesione $0,1$ – $0,01 \text{ kg/cm}^2$.

Le pareti di scavo si presentano mediamente stabili se asciutte, più instabili se bagnate. Si deve tener presente che in alcune aree contraddistinte da morfologie concave, a causa delle scarse condizioni di drenaggio, nel periodo piovoso autunno-invernale, questi terreni possono essere soggetti a locali e temporanei ristagni idrici in relazione alla lunghezza della stagione piovosa, creando quindi condizioni sfavorevoli per la trafficabilità con i mezzi meccanici.

Questi terreni possono essere facilmente riutilizzati per rinterri e rinfianchi degli scavi, se molto umidi e molto argillosi possono creare qualche problema in fase di costipazione meccanica.

5.2 Le opere in progetto – Modello Geologico e Geotecnico

L'impianto in progetto sorgerà in una zona già oggetto di insediamenti industriali che per strutture e tipologie degli edifici possono essere assimilati a quelli in progetto. Pertanto non si ritiene che sussistano particolari problemi nella realizzazione delle opere di fondazione previste.

Le opere di fondazione sono previste con differenti tipologie a seconda del tipo di installazione: campo specchi, edificio turbina, aerotermi, serbatoio olio e bacino di contenimento, edificio controllo, uffici, sala convegni, officina-deposito, serbatoio acqua, cabine di connessione. Per questi sono previste fondazioni a platea, plinti o travi continue, la cui profondità di scavo non supera i 1,5-2,0 m dal piano di campagna.

Nel caso dei pannelli fotovoltaici invece sono previste due tipologie di ancoraggio:

- inseguitori biassiali a concentrazione: la struttura di sostegno sarà ancorata ad un plinto di fondazione delle dimensioni in pianta di 5mx5m e di spessore 0,80 m, la profondità di posa è di circa 1,50 dal p.c.
- pannelli fotovoltaici fissi a terra: la struttura di sostegno è costituita da quattro viti di fondazione, in acciaio con trattamento protettivo mediante zincatura a caldo, della lunghezza variabile da 1,25 m a 1,75 m.

La successione stratigrafica dell'area può essere divisa in differenti tipologie in base all'area di intervento: zona con affioramento di litologie appartenenti alle Arenarie di Dualchi (ArD), zona con affioramento dei Tufi di Sedilo e Noragugume (Tf), zona con affioramento dei Depositi eluvio-colluviali (c).

Nel caso del substrato costituito dalle Arenarie di Dualchi, su cui insiste sia il parco solare termodinamico sia una parte del parco fotovoltaico a concentrazione, la successione stratigrafica sarà la seguente:

- da m 0,0 a m 0,50 – Terreno vegetale con pietrosità elevata formata anche da ciottolami di dimensioni da 10 cm fino a 20-25 cm; caratteristiche geotecniche: peso di volume naturale del terreno 1,7 t/m³; angolo di attrito 15°, coesione 1 KN/m²
- da m 0,50 a m 3,00 – Arenarie e conglomerati piuttosto incoerenti e scarsamente cementate; caratteristiche geotecniche peso di volume 1,8 - 2,0 t/m³; angolo d'attrito interno 30°-33°, resistenza alla compressione non inferiore a 1 MPa

Nel caso del substrato costituito dai Tufi di Sedilo e Noragugume, su cui insiste una parte del parco solare a concentrazione sia la gran parte del parco fotovoltaico fisso, la successione stratigrafica sarà la seguente:

- da m 0,0 a m 0,20/0,30 – Terreno vegetale con zone di affioramento della roccia, caratteristiche geotecniche: peso di volume naturale del terreno 1,7 t/m³; angolo di attrito 15°, coesione 1 KN/m²
- da m 0,20/0,30 a m 1,50/3,00 – Depositi piroclastici piuttosto incoerenti, solo localmente più addensati e compatti; caratteristiche geotecniche della roccia tenera e argillificata: peso di volume naturale di 1,75-1,8 t/m³, angolo d'attrito interno 24°-26°, coesione < 1 KN/m²

Nel caso del substrato costituito dai Depositi eluvio-colluviali, su cui insiste una parte del parco fotovoltaico fisso, la successione stratigrafica sarà la seguente:

- da m 0,0 a m 0,20/0,30 – Terreno vegetale, caratteristiche geotecniche: peso di volume naturale del terreno 1,65 – 1,7 t/m³; angolo di attrito 15°, coesione < 1 KN/m²
- da m 0,20/0,30 a m 1,50/2,00 – Depositi colluviali formati da detriti minuti in matrice sabbioso-limosa o argillosa, spesso umidi o bagnati: peso di volume naturale di 1,7-1,8 t/m³, angolo d'attrito interno 22°-24°, coesione < 1 KN/m²

Alle quote previste per la realizzazione del piano di posa delle fondazioni non si prevede di intercettare la falda freatica.

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Riassumendo i risultati delle indagini e delle osservazioni svolte nei paragrafi precedenti sulle caratteristiche morfologiche, geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal presente progetto definitivo si possono esporre le seguenti considerazioni conclusive.

- Dal punto di vista geologico-strutturale: le opere previste ricadono in gran parte su vulcaniti appartenenti al complesso vulcanico oligo-miocenico e alla sequenza terrigena sedimentaria oligo-miocenica si tratta di rocce semilapidee o talvolta lapidee; solo localmente sono presenti depositi colluvio-eluviali e depositi alluvionali recenti e suoli per lo più poco coerenti o sciolti e di debole spessore.
- Dal punto di vista morfologico: prevalgono le forme collinari lievemente ondulate delimitate da scarpate con orli poco evidenti; sono presenti anche forme sub-pianeggianti o lievemente depresse; in generale le acclività assai modeste portano ad escludere del tutto, per i terreni di impianto ora citati, la presenza di frane e dissesti geologici in atto e potenziali.
- Dal punto di vista idrogeologico: le litologie formano un complesso per lo più a permeabilità medio-bassa, anche se l'alterazione, la fessurazione e la disgiunzione superficiale delle rocce possono dar luogo, localmente, ad una certa infiltrazione sotterranea. Nella zona di intervento non è stata evidenziata la presenza di falde freatiche o di emergenze idriche sotterranee che possano interferire con i lavori previsti.
- Dal punto di vista geotecnico-geomeccanico: i terreni costituenti il substrato di fondazione delle opere in progetto non appaiono interessati da discontinuità o fenomeni di degradazione che possano comprometterne la stabilità nel tempo delle opere in progetto; le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche consentono di affermare che i litotipi presenti possono ritenersi adeguati a sostenere i carichi e le sollecitazioni indotte dalle opere previste.
- Resistenza allo scavo: il grado di consistenza e la resistenza allo scavo dei litotipi interessati dai lavori varia tra valori medio-bassi per i terreni vulcanici e sedimentari terziari, a valori bassi per i terreni eluvio-colluviali e detritico-alluvionali.
- Materiali di risulta dagli scavi: i materiali derivanti dagli scavi potranno essere convenientemente riutilizzati nell'ambito del cantiere per la realizzazione di riempimenti, rinterri e rilevati, previa selezione delle pezzature, esclusione di eventuali materiali non adeguati e opportuno costipamento, dove previsto.

Ottobre 2011

Dr. Geol. Maria Rita Lai

7 ALLEGATO FOTOGRAFICO



Foto 1 – Area di intervento: in primo piano i conglomerati delle Arenarie di Dualchi e sullo sfondo il rilievo collinare del Monte Iscos formato dai Tufi di Sedilo e Noragugume (zona più chiara).

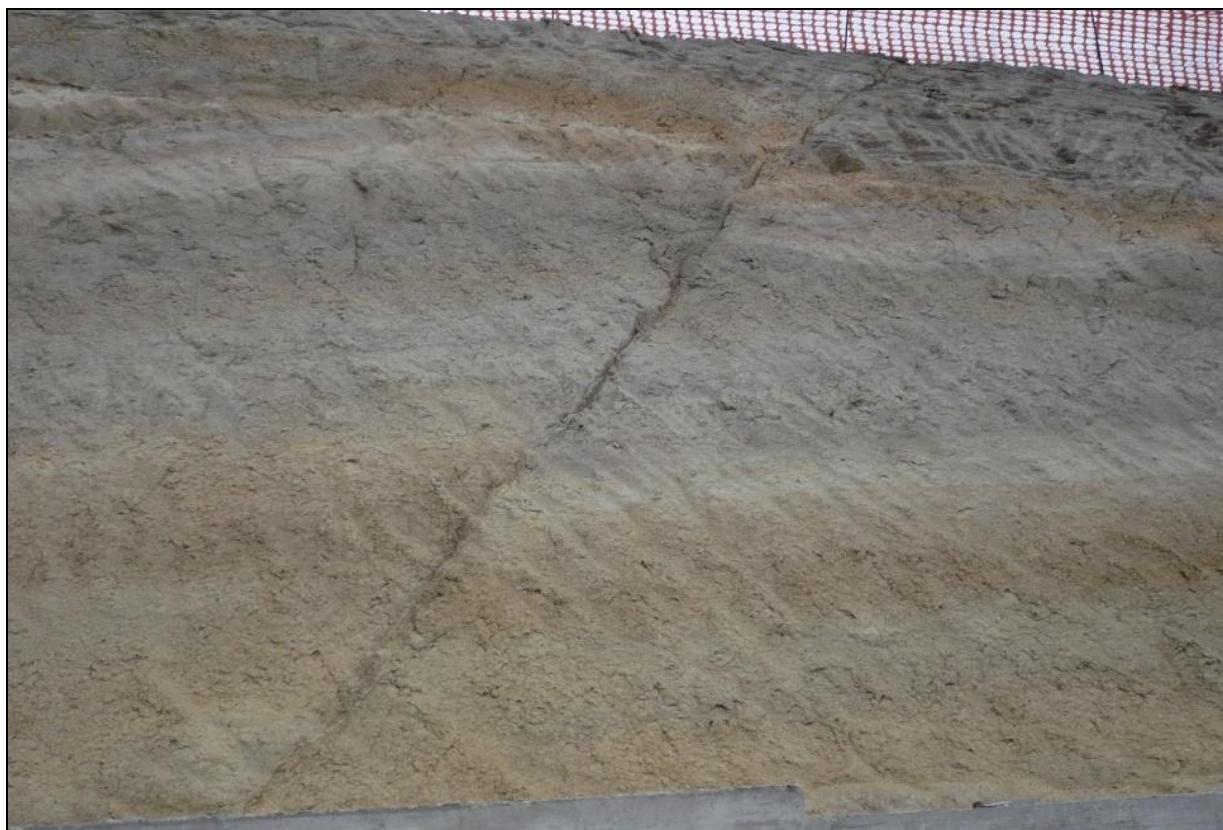


Foto 2 – Parete rocciosa in tufi pomiceo-cineritici attraversati da una faglia (zona SS 131 DCN)



Foto 3 – Parete rocciosa in tufi pomiceo-cineritici: sono evidenti i diversi livelli dovuti alle varie fasi deposizionali (zona SS 131 DCN)



Foto 4 – Affioramento di tufi pomiceo-cineritici: è evidente l'erosione differenziale dei livelli a differente competenza (svincolo dell'area industriale)



Foto 5 – Affioramento di arenarie e soprastanti livelli conglomeratici nelle Arenarie di Dualchi (svincolo dell'area industriale)