

COMUNE DI CARBONIA

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI
PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



Il sindaco
Pietro Morittu

L'assessore
Manolo Mureddu / Assessore ai Lavori Pubblici



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MISSIONE 5: INCLUSIONE E COESIONE

Componente 2 - Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore

Investimento 2.1: "Rigenerazione urbana DPCM 21/01/2021"

RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLA EX-CENTRALE ELETTRICA DELLA GRANDE MINIERA DI SERBARIU COME MUSEO DELLA CITTÀ DI FONDAZIONE E ARCHIVIO DEL NOVECENTO

Progettisti

UFFICIO TECNICO COMUNALE

Arch. Enrico Potenza / Progettista coordinatore

Ing. Mario Mammarella / Responsabile Unico del Procedimento

Supporto tecnico scientifico

Consulenza progettuale / Università di Cagliari

DICAAR Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Prof. Arch. Giorgio Peghin / coordinamento scientifico

Prof. Arch. Adriano Dessì / coordinamento progettuale

Arch. Anna Corda, Arch. Roberta D'Angelo / elaborazioni progettuali

Arch. Roberto Sanna, Arch. Gabriele Sanna, Arch. Luca Floris / collaborazione

Prof. Ing. Fausto Mistretta / strutture

Ing. Costantino Mastino / impianti

Indagini strutturali / Secured Solutions srl

Relazioni geologico-geotecniche / Geol. Fausto Pani

Livello progettuale

Fattibilità tecnica ed economica

Cod. identificativo pratica

22PRU01.00

Titolo elaborato: **ALLEGATI**

Relazione geotecnica

Scala: _____

A07

Data di prima emissione: marzo 2023

Data di verifica del progetto:

Data di validazione del progetto:

RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLA EX-CENTRALE ELETTRICA DELLA GRANDE MINIERA DI SERBARIU COME MUSEO DELLA CITTÀ DI FONDAZIONE E ARCHIVIO DEL NOVECENTO

Relazione geotecnica

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	INTRODUZIONE	6
4	GEOLOGIA DELL'AREA DI DETTAGLIO DI SERBARIU	7
4.1	STRATIGRAFIA DEL SEDIME DI PROGETTO	7
5	IL MODELLO GEOLOGICO	9
6	COMPATIBILITÀ GEOLOGICA	10
7	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
7.1	LA CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE SOTACARBO	12
7.2	TESTIMONI FOTOGRAFICI DELLE PERFORAZIONI	14
7.3	<i>PROSPEZIONE SISMICA</i>	19
7.4	BASI SISMICHE A RIFRAZIONE	20
7.5	ESECUZIONE DELLA LEVATA SISMICA	22
7.6	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	23
7.6.1	BASE "A"	24
7.6.2	BASE "B"	25
7.6.3	BASE "C"	26
7.7	INTERPRETAZIONE	27
7.8	CONCLUSIONI INDAGINI SISMICHE	29
8	MODELLO GEOTECNICO	30
8.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	31
9	CONCLUSIONI	33

1 PREMESSA

Il Comune di Carbonia in sopperimento alla necessità di predisporre la progettazione della RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLA EX-CENTRALE ELETTRICA DELLA GRANDE MINIERA DI SERBARIU COME MUSEO DELLA CITTÀ DI FONDAZIONE E ARCHIVIO DEL NOVECENTO, ha predisposto una gara d'appalto cui ha fatto seguito un incarico per lo svolgimento di attività di consulenza geologica, sismica e geotecnica di base per la predisposizione degli elaborati progettuali.



Mappa – La Miniera di Anselmo Roux alla fine dell'800 (Foto Besso da Sardinia Digital Library)

Al fine di ottemperare alla attività progettuale si è reso necessario predisporre una adeguata relazione geologica supportata da rilievi geologici e investigazioni di campo e di laboratorio sul sito di sedime proposto.



Foto – L'area di Bacu Abis nella foto RAF del 1943

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente documento è redatto secondo quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare, per quanto riguarda la sfera attinente la professionalità del geologo vengono richiesti all'interno della progettazione 3 documenti:

- relazione geologica
- relazione geotecnica
- relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.

La relazione geologica deve contenere le indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito in riferimento all'opera ed analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione architettonica o preliminare se l'opera si "può fare" e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

La relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo "volume significativo" e deve valutare l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento.

La relazione sulla modellazione sismica deve valutare la pericolosità sismica di base del sito, tale documento riveste importanza per la valutazione della "pericolosità" e quindi va inserito non solo nel livello di progettazione definitivo ma già fin dal livello di progettazione preliminare. Dato che tale documento specie per la trattazione degli effetti di sito assume un carattere prettamente "geologico", lo stesso può essere redatto in forma indipendente o essere inserito nella relazione geologica.

In particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" - Testo Unitario
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018. Circolare 2 febbraio 2019.
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- UNIEN 1998 5:2005 Eurocodice 8 (rev 2005)
Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- UNIEN 1997 1:2005 Eurocodice 7.1 (rev 2005)
Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali
- UNIEN 1997 2:2002 Eurocodice 7.2 (rev 2002)
Progettazione geotecnica – Parte I : Progettazione assistita da prove di laboratorio
- EC 1-20120 UNIEN 1997 2:2007 Eurocodice 7.2 (rev 2007)
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito
- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Piano di Assetto Idrogeologico (NTA agg. 08.03.2023)
- Piano delle Fasce Fluviali
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

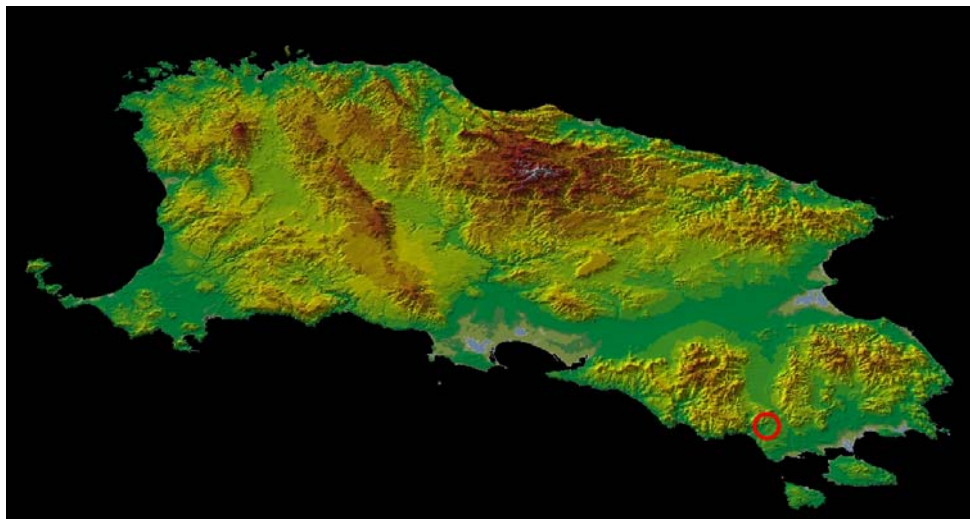
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale
- Piano Urbanistico di Carbonia e relativo Regolamento edilizio e Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 11.03.1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità e 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

3 INTRODUZIONE

Il comparto studiato in fase di progetto preliminare è parte integrante del territorio del Comune di Carbonia, che afferisce il sistema territoriale del Sulcis.

Il suo territorio, sostanzialmente immutato come indirizzi d'uso nel settore montano, è interessato da profonde trasformazioni operate nel secolo scorso ed ora in corso di "rinaturalizzazione".



Modello del rilievo – La posizione del territorio di Carbonia nella Sardegna

Il processo di progettazione in atto riguarda l'edificio della Centrale storica al servizio della Grande Miniera di Serbariu.



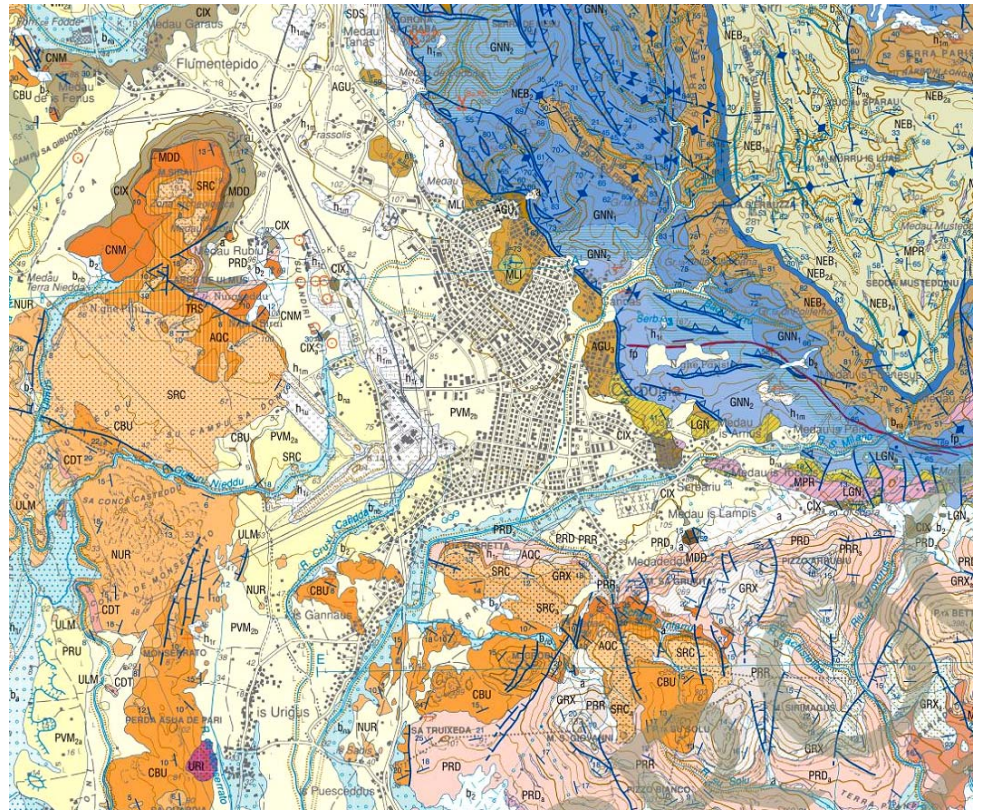
Ortofoto – Raffronto tra la situazione attuale di Serbariu a sinistra 1940 ed a destra il 2016

4 GEOLOGIA DELL'AREA DI DETTAGLIO DI SERBARIU

4.1 STRATIGRAFIA DEL SEDIME DI PROGETTO

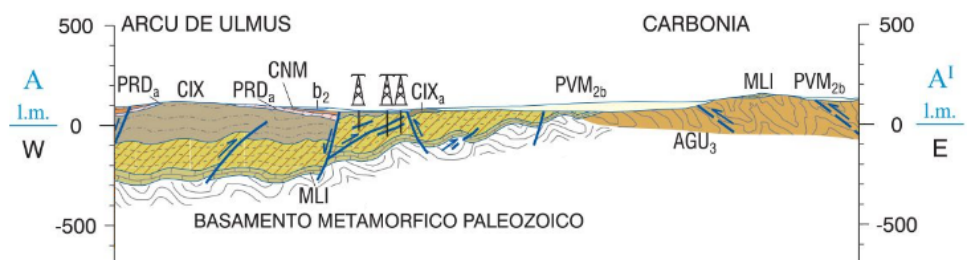
Nell'intera area studiata sono presenti litologie ascrivibili, per la maggior parte, al Quaternario mentre il settore NE è dominato dai rilievi paleozoici del Sulcis-Iglesiente. Sebbene nella zona ritroviamo affioramenti terziari, sono completamente assenti affioramenti relativi al Mesozoico.

Di seguito viene descritta la stratigrafia dell'area tenendo in particolare considerazione l'intorno del sito di interesse.



Mappa – La geologia dell'area circostante Serbariu

Il settore è caratterizzato dall'ampio affiorare di depositi detritici di origine antropica originati nel periodo dell'attività della miniera di carbone e dalla formazione PVM2b, Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME), costituita localmente da sole sabbie e arenarie eoliche datate al Pleistocene superiore.



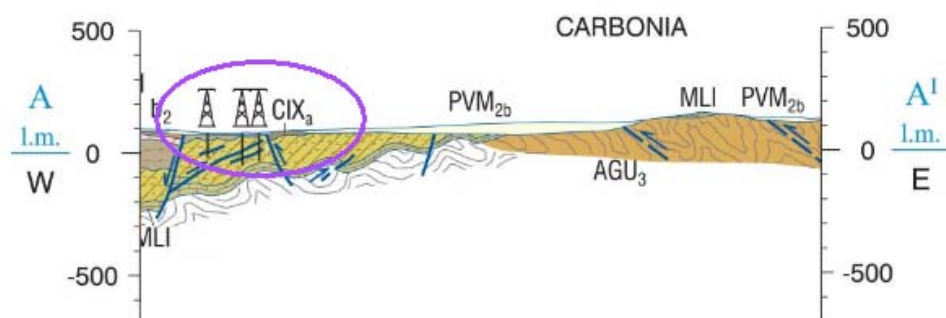
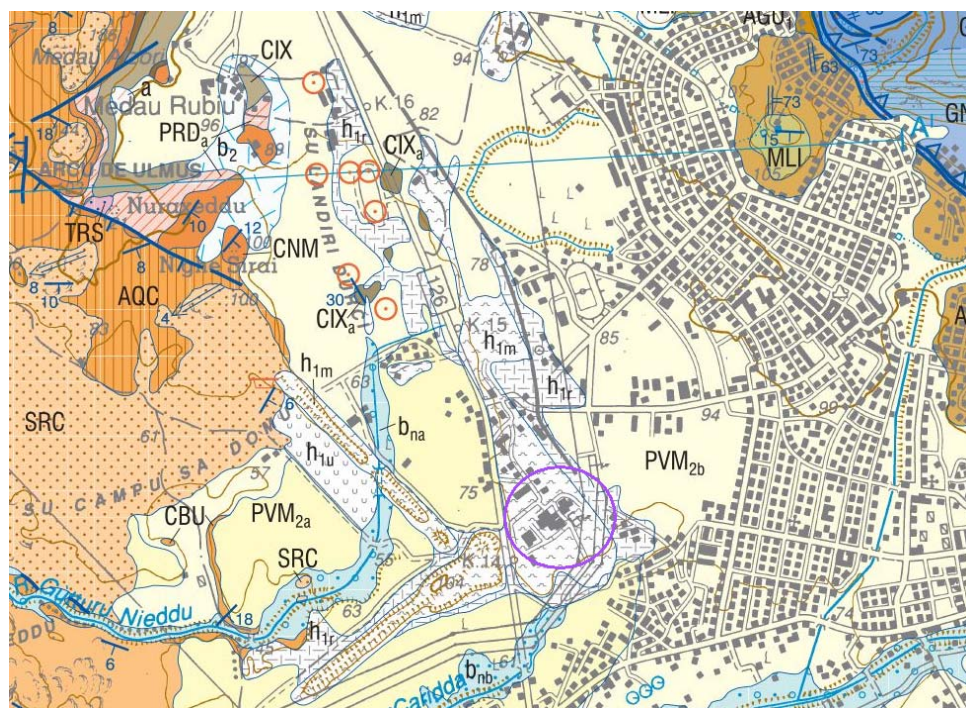
Sezione passante per l'area di progetto

Tale formazione poggia in discordanza sulla formazione del Miliolitico AA, costituita da calcari e calcari arenacei, generalmente ricchi in milioliti di

ambiente lagunare e datati Eocene inferiore, (Ypresiano), costituenti parte integrante della unità eocenica che ospita la formazione “produttiva del lignitifero, che sta alla base di esso.

Al di sotto di esse, in discordanza ulteriore è presente il basamento paleozoico, con la formazione di Portixeddu, PTX, FORMAZIONE DI PORTIXEDDU. Metasiltiti e metargilliti massive grigio-verdi scure, raramente rossastre. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC - ASHGILL INF.)

5 IL MODELLO GEOLOGICO



Il settore è caratterizzato dall'ampio affiorare di depositi detritici di origine antropica originati nel periodo dell'attività della miniera di carbone e dalla formazione PVM2b, Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME), costituita localmente da sole sabbie e arenarie eoliche datate al Pleistocene superiore.

Tale formazione poggia in discordanza sulla formazione del Miliolitico AA, costituita da calcari e calcari arenacei, generalmente ricchi in milioliti di ambiente lagunare e datati Eocene inferiore, (Ypresiano), costituenti parte integrante della unità eocenica che ospita la formazione "produttiva del ligniti fero, che sta alla base di esso.

Al di sotto di esse, in discordanza ulteriore è presente il basamento paleozoico, con la formazione di Portixeddu, PTX, FORMAZIONE DI PORTIXEDDU. Metasiltiti e metargilliti massive grigio-verdi scure, raramente rossastre. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC - ASHGILL INF.)

Il fondo della vallata del Rio Musso, a NE del sedime è occupata da depositi alluvionali frammisti a residui dell'attività mineraria (discariche, rilevati ferroviari etc....).

6 COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

L'area non ha evidenziato caratteristiche di natura geologica che la rendano incompatibile con il progetto proposto.

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di raggiungere un soddisfacente livello di conoscenza del sedime del sito di progetto sono state utilizzate le informazioni provenienti da due campagne di indagini adiacenti.

7.1 LA CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE SOTACARBO

Coerentemente con quanto ipotizzato nella fase di Progetto preliminare è stata svolta una campagna di indagini geognostiche miranti ad accertare le caratteristiche del sedime e delle strutture fondali.

Sulla base delle informazioni raccolte si ritiene necessario effettuare le seguenti indagini geognostiche:

- 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di circa 5 metri.
- 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di circa 14.70 metri.
- 2 SPT per singolo foro sui quattro fori da 5 metri
- 3 SPT nel foro S5, della profondità di circa 14.70 metri
- 1 campione indisturbato per classificare i terreni

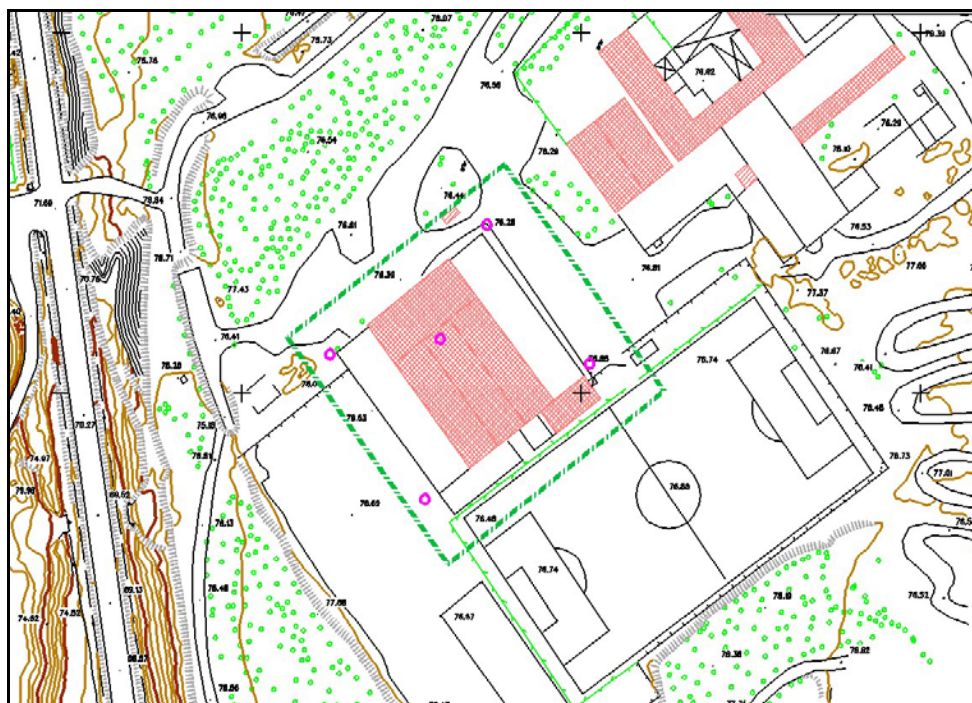


Figura – Posizionamento dei fori di sonda attorno ed all'interno del corpo di fabbrica

I parametri litologici risultanti dalle formazioni geologiche interessate dal sedime sono generalmente arealmente omogenei mentre non lo sono verticalmente.

La relazione di supporto alla progettazione esecutiva riporterà tutte le elaborazioni risultanti dai dati acquisiti in questa fase, allo scopo di consentire una precisa valutazione di dettaglio delle opere da eseguire.

I 5 sondaggi sono stati perforati a carotaggio continuo, a carotiere semplice e generalmente a secco. Solo nel tratto ove è stata incontrata la roccia è stata utilizzata la circolazione di fluidi per facilitare l'asportazione dei detriti.

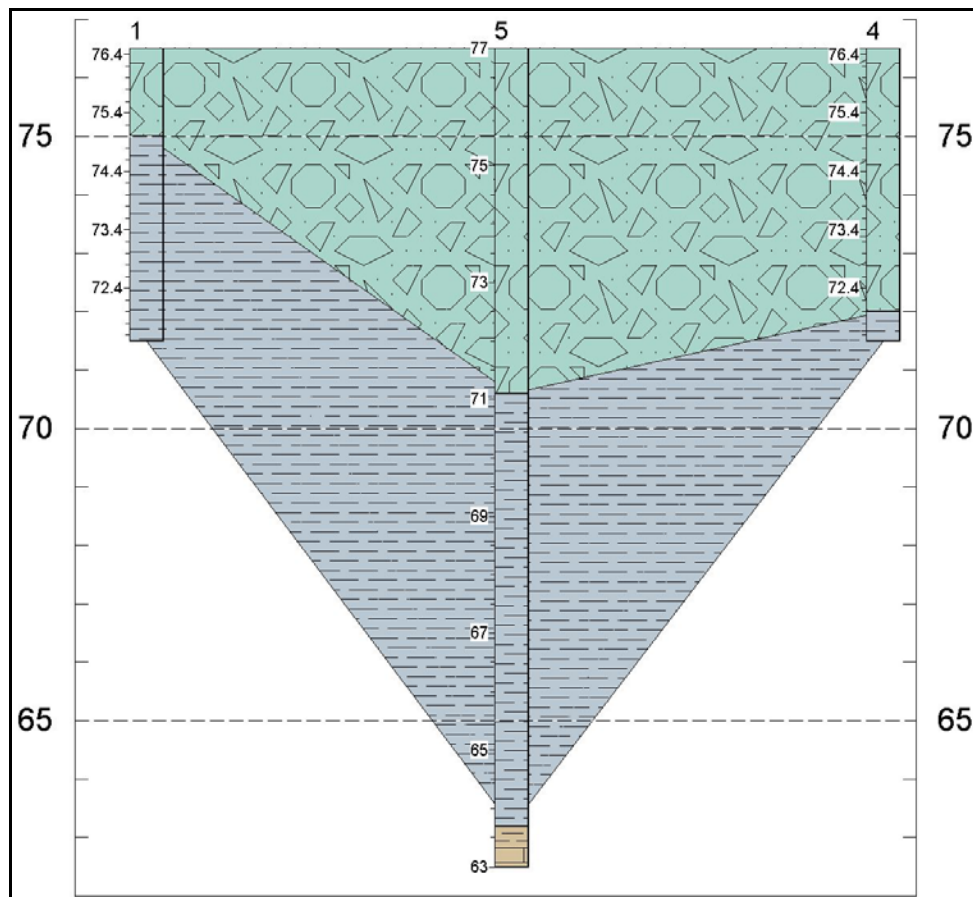


Figura – Correlazioni tra le stratigrafie dei Sondaggi S1, S5 e S4

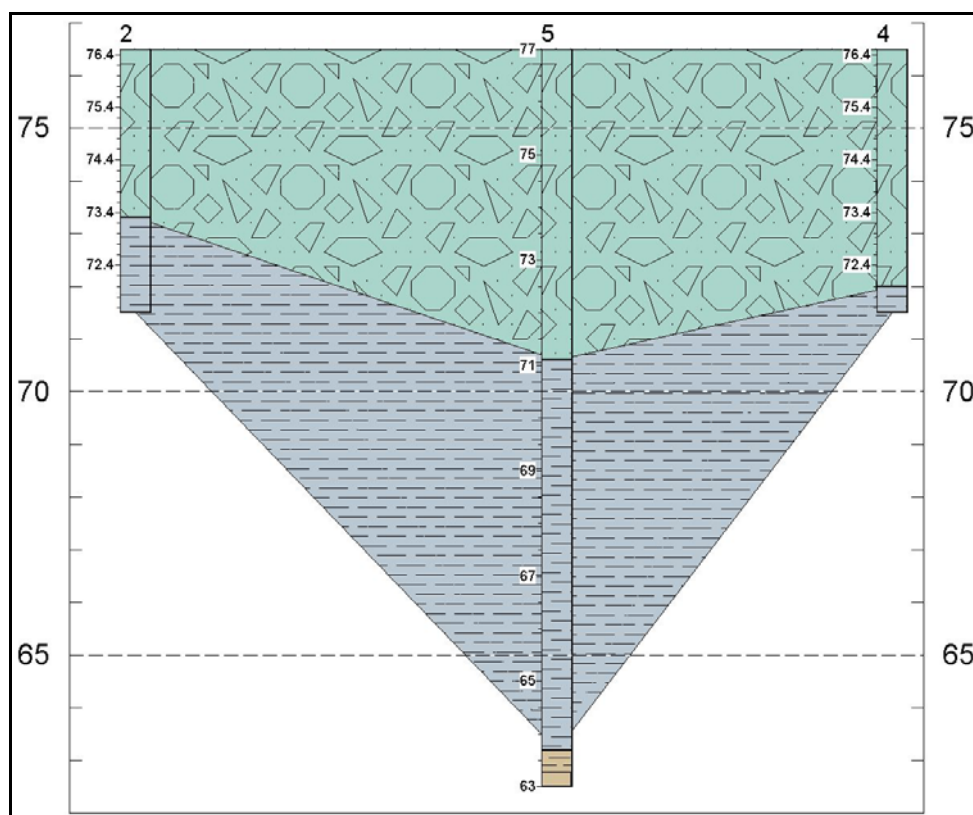
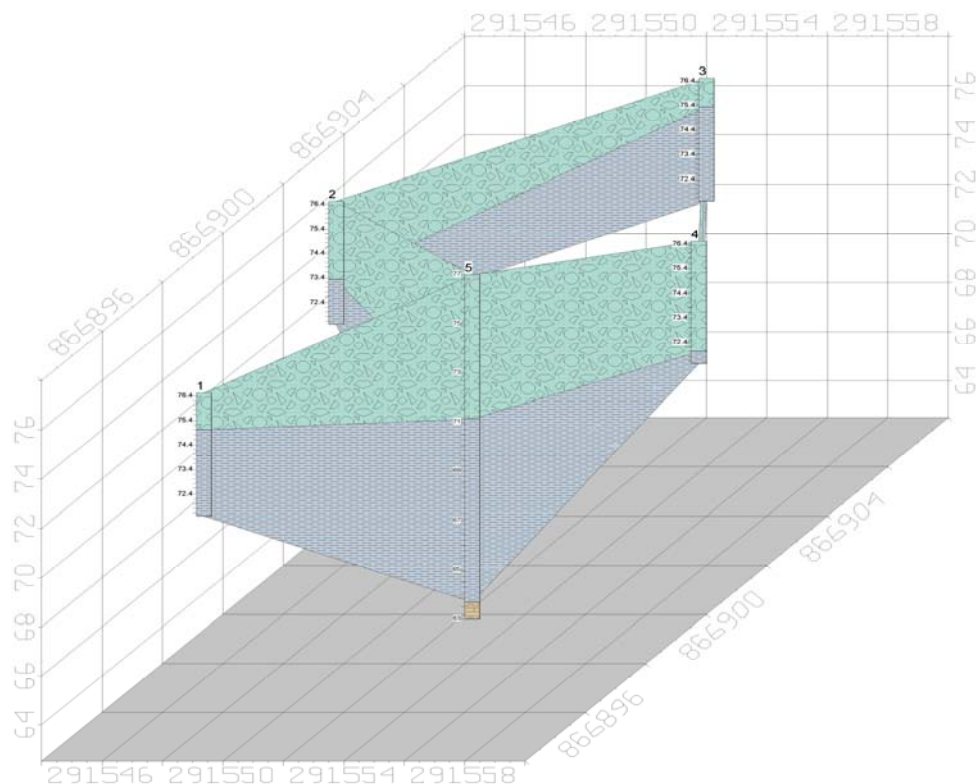


Figura – Correlazioni tra le stratigrafie dei Sondaggi S2, S5 e S4



Correlazione tridimensionale della geologia sotto il corpo di fabbrica

Nelle Figure precedenti viene mostrata la correlazione tra le stratigrafie relative alle perforazioni S1, S4 ed S5 e S2, S4 ed S5 e ed è possibile osservare come la coltre detritica, legata ad una originaria esigenza di livellazione delle superfici naturali presenti, sia di spessore variabile e legata all'utilizzo di materiali caotici di risulta, con tutta probabilità, costituite da risulite di scavi per la predisposizione delle attività di "coltivazione" della miniera.

7.2 TESTIMONI FOTOGRAFICI DELLE PERFORAZIONI



Foto della casse

Sondaggio 1



Sondaggio 2



Sondaggio 3



Sondaggio 4



Sondaggio 5



Foto della cassa e posizione del campione indisturbato prelevato

L'edificio del Magazzino



Nel corso della trivellazione dei sondaggi sono state effettuate le seguenti prove penetrometriche:

Sondaggio 1

- m -3 spt 3-5-4
- m -5 spt 6-6-7

Sondaggio 2

- m -2 spt 6-4-3
- m -4 spt 6-5-7

Sondaggio 3

- m -3 spt 3-4-4
- m -5 spt 3-4-4

Sondaggio 4

- m -3 spt 2-4-5
- m -4.5 spt 6-6-7

Sondaggio 5

- m -4 spt 5-6-5
- m -9.5 spt 11-16-18
- m -14 spt rifiuto

7.3 PROSPEZIONE SISMICA

La prospezione sismica è stata eseguita mediante la levata di n° 3 (due) profili sismici a rifrazione di lunghezza pari a 55 metri, disposti ad investigare l'area propiciente l'edificio lungo la sua facciata principale e le due facciate laterali.

L'acquisizione dei sismogrammi è stata in parte disturbata dalle avverse condizioni meteorologiche in quanto, sia il movimento delle radici della vegetazione, determinato dal forte vento, sia il battere della pioggia sul terreno hanno generato fenomeni di disturbo che hanno dovuto essere filtrati all'atto dell'interpretazione.



Foto - La strumentazione geofisica durante l'acquisizione dei sismogrammi

7.4 BASI SISMICHE A RIFRAZIONE

Ciascun profilo (base sismica a rifrazione) è stato realizzato predisponendo un allineamento di 12 ricevitori (geofoni) posti ad intervallo di 5 metri, per complessivi 55 metri di rilevamento. I dati sismici relativi a ciascuna base sono stati acquisiti mediante la levata di n° 5 (cinque) punti di energizzazione per la generazione delle onde elastiche.

Al fine di conseguire la massima profondità d'indagine i tiri esterni sono stati allontanati alla massima distanza consentita dalle condizioni locali.

Tutto il sistema energizzazione-ricezione, tramite apposito cavo sismico e relative prolunghe, è stato collegato all'apparecchiatura di visualizzazione e registrazione (sismografo) che ha provveduto all'analisi degli impulsi sismici provenienti dai geofoni e alla loro registrazione.

Per la levata sismica è stato impiegato un registratore sismografico EG&G Geometrics ES-1225 che consente la registrazione simultanea degli impulsi sismici su 12 canali nonché l'acquisizione di più segnali (sommatoria di segnale) per una migliore definizione dell'onda sismica ed un più facile riconoscimento dei disturbi occasionali.

La registrazione, della durata di 250 millisecondi, è avvenuta su carta termosensibile e, mediante un software dedicato, anche su un apposito supporto magnetico tramite un computer collegato al registratore.



Particolare dello stendimento della “base B”

La fonte di energia sismica è stata ottenuta mediante l'impiego di un apposito cannoncino (MINIBANG) che, tramite lo scoppio di cartucce del cal. 8 industriale, provvede alla generazione le onde sismiche necessarie allo studio, i cui tempi d'arrivo a ciascun apparecchio di ricezione sono registrati dal sismografo.

Nei disegni allegati, che costituiscono il prodotto finale dell'indagine, sono rappresentati i risultati dell'interpretazione di ciascun profilo sismico, con rappresentazione in scala variabile secondo la profondità dell'ultimo rifrattore.

Più precisamente, sono illustrati, dall'alto verso il basso:

- la tavola con le dromocrone;
- il profilo topografico e quello dei rifrattori, con individuazione dello spessore del 1° e, se riconoscibile, anche del 2° strato;
- la tavola con le variazioni della distribuzione delle velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali lungo il profilo investigato.

Le velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali (V_p), rilevate durante l'investigazione, sono espresse in metri il secondo.

7.5 ESECUZIONE DELLA LEVATA SISMICA

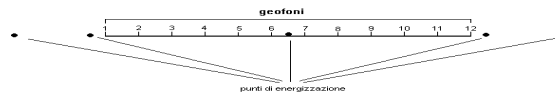
La levata sismica è stata effettuata, secondo lo stendimento tipo di seguito descritto.

Ciascuna base è costituita da un allineamento di 12 geofoni.

Come già detto l'energia sismica è stata ottenuta mediante lo scoppio di cartucce industriali del cal. 8 in 5 differenti posizioni lungo l'allineamento dei geofoni secondo il seguente schema:

- 1 scoppio centrale tra i geofoni 6 e 7;
- 2 scoppi alle estremità, simmetrici, esterni, rispettivamente a 2.50 metri dai geofoni 1 e 12;
- 2 scoppi esterni, simmetrici, posti ad una distanza di 27.50 m dai geofoni 1 e 12.

Per la "base A" il geofono n° 1 è posto verso la parte sx per chi osserva il fronte dell'edificio; per la "base B" e la "base C" il geofono n° 1 è posto verso il fronte dell'edificio.



La disposizione degli scoppi è stata prescelta in maniera tale da investigare gli orizzonti più superficiali con gli scoppi interni e quelli via via più profondi con quelli esterni.

7.6 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I dati della levata sismica sono stati utilizzati per la costruzione delle dromocrone.

L'interpretazione è stata effettuata mediante l'impiego di un apposito software che, opportunamente guidato, nella misurazione automatica dei tempi di arrivo dell'onda sismica a ciascun geofono ha provveduto alla costruzione delle dromocrone.

Sulla base delle variazioni di pendenza delle dromocrone individuate all'atto della interpretazione, l'elaborazione ha fornito, per ciascuna base sismica, gli atti interpretativi allegati al presente studio dove, nei tre differenti quadri sono rappresentati:

- le dromocrone costruite sulla base della misurazione dei tempi d'arrivo dell'onda sismica a ciascun geofono;
- lo spessore e la velocità di propagazione dell'onda sismica per ciascun orizzonte individuato dall'indagine;
- le differenti velocità individuate.

Di seguito è data descrizione delle caratteristiche geofisiche dei litotipi interessati da ciascuno stendimento, dove con il termine "coltre superficiale" s'intende la porzione di materiale più prossima alla superficie topografica mentre con il termine di "rifratore" sono indicate le discontinuità determinate dalle variazioni della densità del materiale investigato.

7.6.1 BASE "A"

E' posta parallela alla facciata principale dell'edificio, ad una distanza di circa 1.00 m dalla muratura; il geofono n° 1 è posto verso la parte sx della facciata.

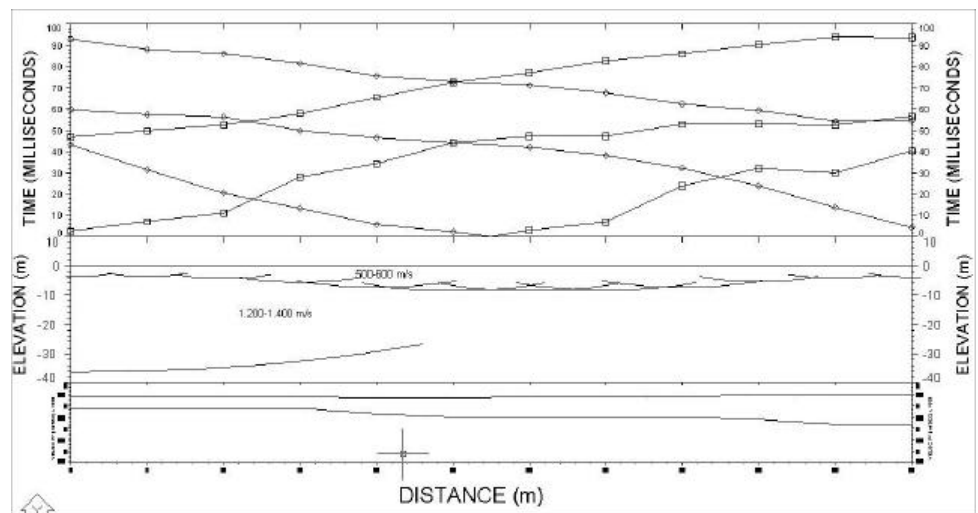
coltre superficiale (h1m)

E' caratterizzata da una velocità di propagazione dell'onda sismica che varia tra 500 e 600 m/s, ben rispondente alle caratteristiche litologiche locali (materiali di riporto scarsamente addensati in assenza di copertura di terreno agrario). Lo spessore medio è di circa 4.00 m, con massimo di circa 7.00 m in prossimità del geofono n° 8.

1° rifrattore (PVM2b)

E' caratterizzato da una velocità di propagazione dell'onda sismica di 1.200-1.400 m/s e spessore medio di qualche decina di metri.

Litologicamente è correlabile con la presenza di un orizzonte argilloso già identificato dai sondaggi meccanici.



7.6.2 BASE "B"

E' disposta parallelamente alla facciata di sx dell'edificio, spostata di circa 1.00 m rispetto alla muratura. La disposizione dei geofoni è identica a quella illustrata in precedenza.

In questa base, rispetto alla precedente, si evidenzia un incremento dello spessore della coltre superficiale mano a mano che ci si sposta verso il retro dell'edificio.

coltre superficiale (h1m)

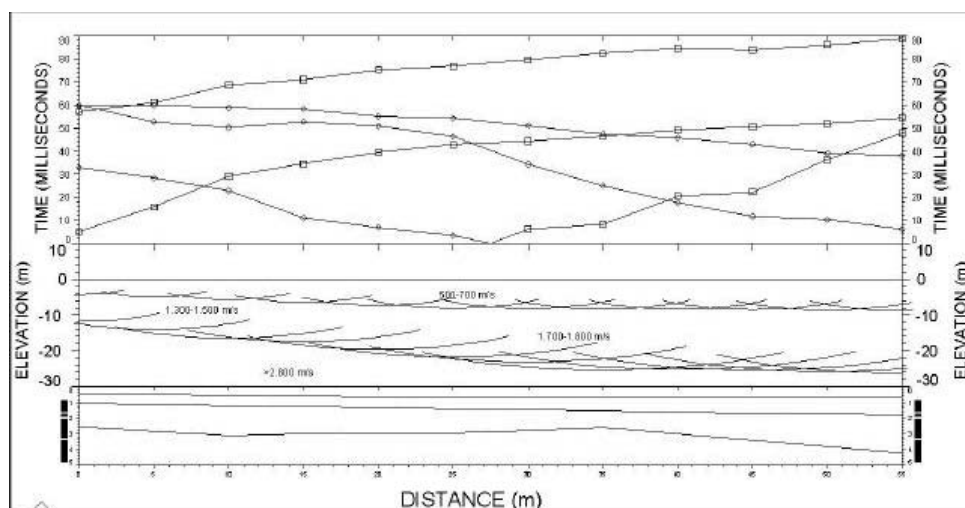
E' caratterizzata da una velocità di propagazione dell'onda sismica che varia da 500 a 700 m/s. Nella porzione iniziale ha spessore di 4.00 m che tende ad aumentare sino a circa 9.00 m nella porzione terminale dello stendimento.

1° rifrattore (PVM2b)

La velocità di propagazione dell'onda sismica è di 1.300-1.500 m/s nella porzione iniziale e di 1.700-1.800 m/s in quella terminale. Al pari dell'incremento delle velocità si nota un evidente incremento dello spessore dello strato il cui letto, dai -12.00 m, nella porzione iniziale, giunge sino ai -25.00 m in quella terminale.

2° rifrattore (substrato)

Ha velocità di 2.800 m/s e spessore indefinito.



7.6.3 BASE "C"

E' disposta parallelamente alla facciata di dx dell'edificio, spostata di circa 1.50 m rispetto alla muratura. La disposizione dei geofoni è quella illustrata in precedenza, con il geofono n° 1 in prossimità della facciata principale e geofono n° 12 verso il campo sportivo.

Anche se in maniera meno accentuata, anche in questa base si evidenzia un incremento dello spessore della coltre superficiale mano a mano che ci si sposta verso il campo sportivo.

coltre superficiale (h1m)

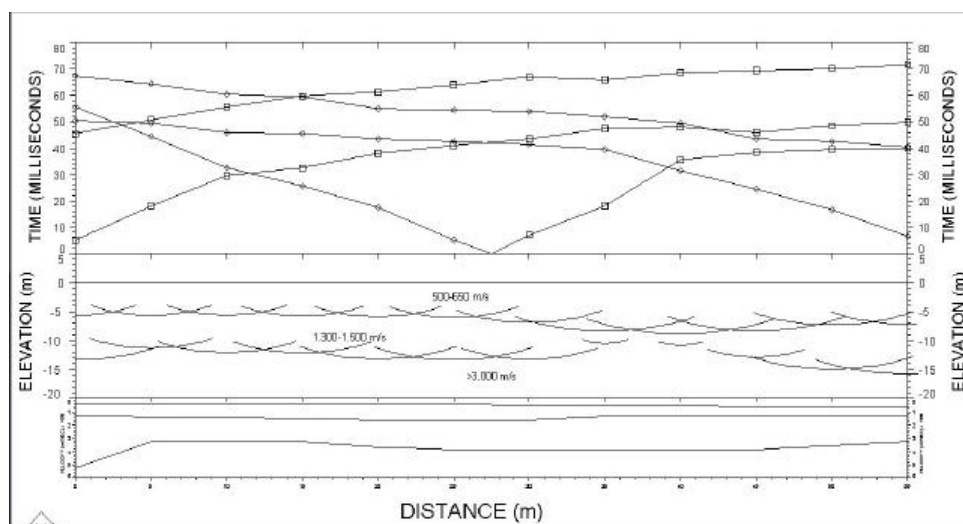
E' caratterizzata da una velocità di propagazione dell'onda sismica che varia da 500 a 650 m/s. Nella porzione iniziale ha spessore di circa 4.50 m che aumenta sino a circa 8.00 m in prossimità del geofono n° 9, per poi decrescere sino a circa 6.00 m nella porzione terminale dello stendimento.

1° rifrattore (PVM2b)

La velocità di propagazione dell'onda sismica è di 1.300-1.500 m/s. Lo spessore medio di circa 10.00 m diminuisce sino a qualche metro in prossimità del geofono n° 9.

2° rifrattore (substrato)

Ha velocità di 3.000 m/s e spessore indefinito.



7.7 INTERPRETAZIONE

Al fine di poter meglio capire l'andamento in profondità del substrato e consentire una migliore comprensione dell'andamento in profondità della struttura dell'edificio della Sotacarbo sono stati effettuati 3 profili sismici a rifrazione con interdistanza geofonica di circa 5 metri effettuati parallelamente ai lati lunghi dell'edificio ed alla fronte dello stesso.

L'analisi dei profili sismici porta alla ricostruzione di due superfici sepolte chiaramente visibili dai grafici risultanti dall'interpretazione dei dati rilevati.

La prima delle superfici è costituita dalla superficie originaria di campagna presente prima delle modellazioni che hanno portato negli anni '20 all'assetto che ancora oggi è conservato.

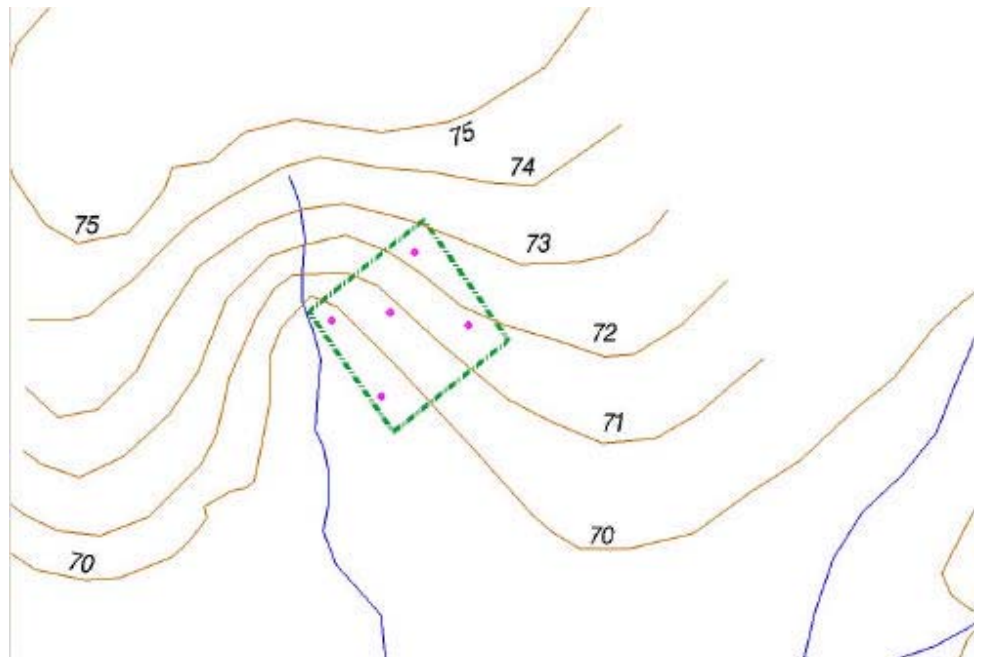
I profili coincidono sostanzialmente con le stratigrafie ottenute in fase di progettazione, e consentono di ricostruire l'originario piano di campagna dell'area.

Dai profili è possibile valutare come tutta l'area di impianto della miniera fosse costituita originariamente da una superficie debolmente inclinata verso SO posta ad una quota variante dai 5 agli 11 m al disotto dell'attuale superficie subpianeggiante posta a 77 m circa di quota s.l.m.m..

La superficie del p.c. originario, ricostruibile anche grazie ad alcune cartografie (ante anni '20), precedenti l'insediamento delle strutture minerarie è costituita da depositi detritici e suoli argillosi, riscontrati nelle trivellazioni, poggianti a loro volta, con potenze variabili sul substrato eocenico affiorante a profondità variabili.

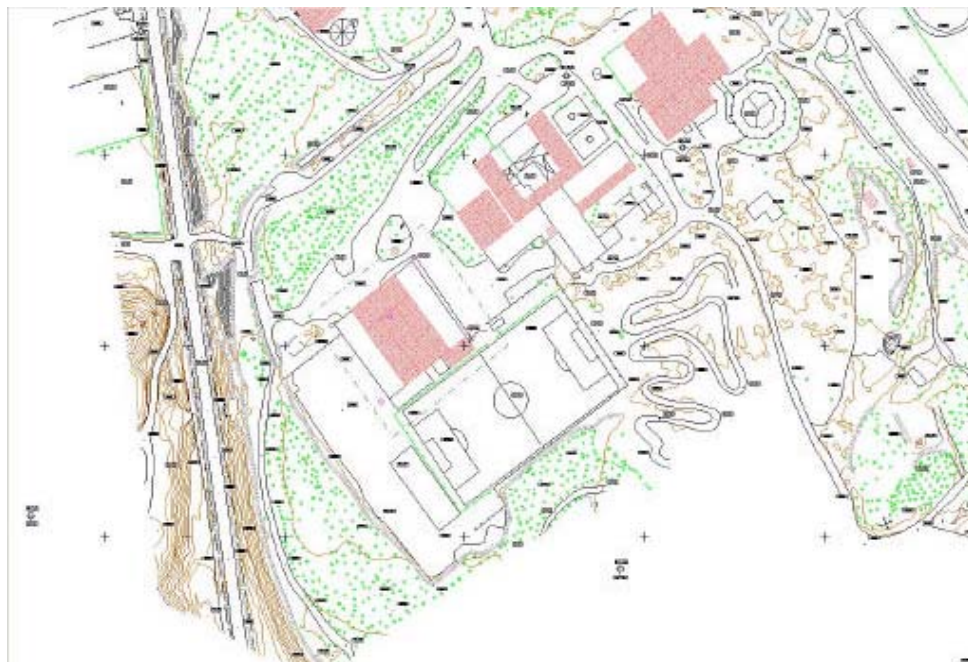
Il substrato eocenico è stato riscontrato nel sondaggio 5 al centro dell'edificio alla profondità di circa 14 metri ed alla quota di circa 63 m s.l.m.m..

L'analisi della cartografia antecedente alla costruzione di Carbonia e della miniera di Serbariu mostra una condizione morfologica molto differente da quella attuale. Facendo seguire a tale analisi la valutazione della cartografia CTR è possibile osservare la presenza di un orlo di scarpa artificiale, posto a SE, che costituiva il margine originario del rilevato artificiale sul quale si trova il sistema degli edifici della miniera di Serbariu.



Dall'analisi appare che forse una piccola area posta poco a N dell'edificio in oggetto coincida con il piano di campagna originario, alla quota 76 nell'IGM ante 1930 e 77 nella CTR attuale, e che quindi non sia basato su depositi detritici provenienti dagli scavi minerari.

Una parte dell'area circostante è ulteriormente colmata al disopra del piano a quota 77 m e parte dal rilevato ferroviario di servizio.



Planimetria – A sinistra l'edificio Sotacarbo ed a destra la Centrale

Lo spessore della coltre stimabile dal confronto dalle cartografie va dai 6 m allo spigolo NO, agli 8 m dello spigolo SO, ai 3 m dello spigolo NE ed ai cinque m dello spigolo SE.



Mappa – Confronto tra le isoipse IGM ante lavori di colmata (al tratto con quota in blu) e cartografia comunale attuale

Dalle indagini sismiche risultano informazioni con la stessa logica complessiva, ma differenti per spessore della coltre.

Lungo il profilo allineato alla parte frontale dell'edificio, profilo A, la quota del p.c. originario pare trovarsi a 4 m dal p.c. attuale, con una leggera depressione centrale.

A partire da queste quote, il profilo C, sul lato sinistro dell'edificio, scende fino a quota – 6 m dall'attuale p.c., mentre il profilo B, sul lato destro dell'edificio, verso il campo sportivo, scende fino a quota – 8 m almeno.

7.8 CONCLUSIONI INDAGINI SISMICHE

Sulla base dei risultati dell'indagine sismica, si può osservare che lo spessore della coltre superficiale oscilla tra 4 e 9 m, con velocità relativamente costante.

Per quanto riguarda il rifratore si osserva una discreta omogeneità tra i tre stendimenti, ad indicare materiali isotropi.

E' comunque doveroso ricordare, anche in questa sede, che gli orizzonti individuati dall'indagine geofisica non sono orizzonti geologici o litologici bensì livelli di materiali ad uguale comportamento a sollecitazioni sismiche.

In funzione della lunghezza delle basi sismiche e della posizione degli scoppi esterni, l'investigazione ha interessato i terreni sino alla profondità di circa 20-30 m dal piano di campagna.

In nessuno degli stendimenti effettuati sono state evidenziate situazioni tali da lasciar supporre l'esistenza di discontinuità che possano interferire significativamente con l'opera in progetto.

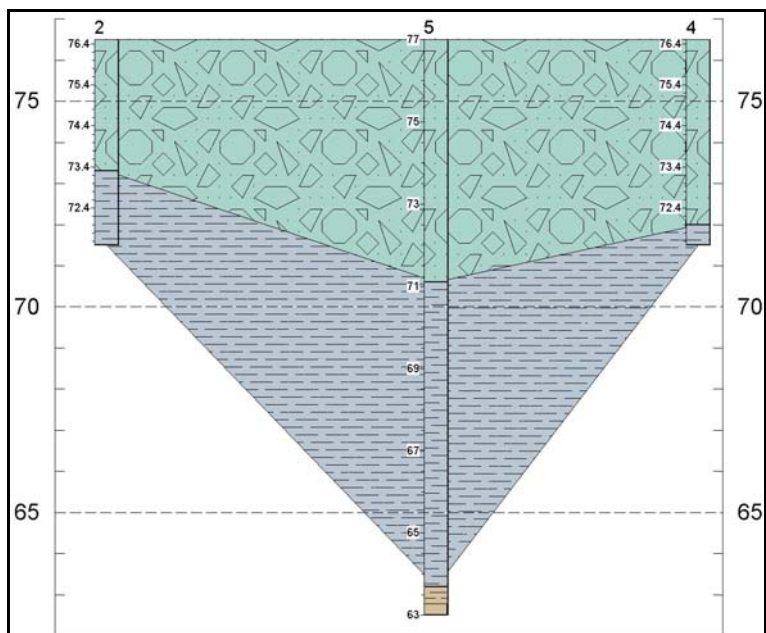
L'indagine geofisica, oltre alla determinazione dei vari orizzonti presenti, ha altresì consentito una definizione geotecnica dei litotipi individuati da cui, sulla base dei valori di velocità di propagazione dell'onda sismica si deduce che la "coltre superficiale" ed, in parte, il "rifratore" sono costituiti da materiali lavorabili e asportabili con i normali mezzi di cantiere; per le sezioni ove i valori sono maggiori di 3.000 m/s il materiale presente è da definirsi "roccia da mina", con tutte le implicazioni che ne conseguono.



Mappa – La carta geologica del settore in oggetto evidenzia una totale copertura dei depositi minerali in tutta l'area

Il modello geotecnico evidenzia due unità detritiche differenti ed una unità autoctona costituita dalle formazioni sabbiose pleistoceniche incoerenti (PVM2b).

La profondità dal p.c. dove sono presenti unità litologiche marcatamente più cementate e tipicamente arenacee è variabile da 4 a 9 m circa.



Figura

Correlazioni tra le stratigrafie dei Sondaggi S2, S5 e S4

8.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle misurazioni effettuate sui testimoni dei sondaggi e delle risultanze delle SPT è stato possibile compilare la tabella seguente, dove, per profondità in m, sono stati definiti i valori di carico ammissibili per le differenti quote. I valori risultanti sono in kg/cm².

Valori ottenuti con l'utilizzo delle formule di Terzaghi, Meyerhof, Brinch-Hansen e Vesic:

peso	angolo	coesione	Terzaghi	Meyerhof	Brinch-Hansen	Vesic
1,7	17	5	1,08	1,17	1,33	1,38
1,7	17	6	1,17	1,28	1,50	1,50
1,7	17	7	1,27	1,39	1,57	1,62

Valori ottenuti dall'utilizzo della formula di Sulla base dei risultati di valore inferiore ottenuti ed utilizzando la formula di Parry (1977) (da Fondazioni, Bowles) si ottiene un carico ultimo applicabile $\sigma_{ult} = 2.1 \text{ kg/cm}^2$, generico, da utilizzarsi con un fattore di sicurezza 2, con un risultato quindi pari a $\sigma_{amm} = 1.05 \text{ kg/cm}^2$ dove:

$$\sigma_{amm} = 30 \cdot N_{spt}$$

Nella tabella seguente sono riassunti i valori ottenuti da tale formula con l'applicazione dei risultati provenienti dagli SPT effettuati e le relative profondità di test:

m	1	2	3	4	5	6	7	8	9
s1			1,22		1,84				
s2		1,38		1,84					
s3			1,07		1,07				
s4			1,07	1,99					
s5				1,68					4,13

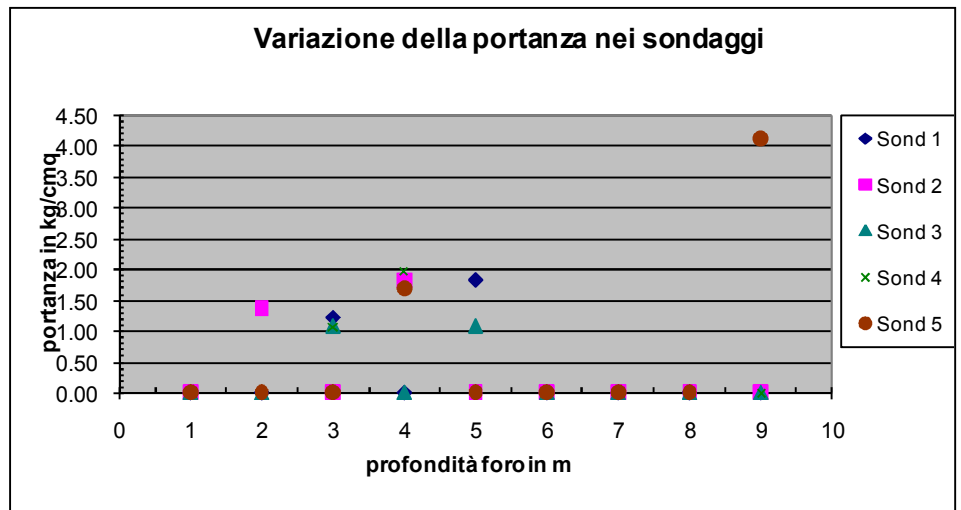
Sulla base di tali dati è stato compilato il seguente grafico, dove per ogni singolo sondaggio, sono stati estratti i valori ottenuti e diagrammati in funzione della profondità di effettuazione del test SPT.

I valori ottenuti fanno propendere come carico ultimo ammissibile (σ_{amm}), con FS=2, pari a;

$$\sigma_{amm} = 1.05 \text{ kg/cm}^2$$

in quanto costituente il valore peggiorativo della sequenza stratigrafica e comunque presente alla profondità di circa 4,5 m nel sondaggio S3, alla quota di applicazione del carico corrispondente al plinto poggiante al fondo del vano interrato.

Una qualche cautela va considerata nel caso i carichi siano caratterizzati da una staticità anche parzialmente disturbata da carichi pulsanti, soprattutto con frequenze medio – basse.



9 CONCLUSIONI

Il progetto proposto è compatibile con le caratteristiche geologiche dell'area e non ha controindicazioni tecniche di natura geologica, idrogeologica.

L'intervento proposto, così come ipotizzato, non interferisce negativamente con strutture pubbliche o private esistenti.

Le opere non ricadono in aree la cui pericolosità per prossimità alla costa, per instabilità del versante o per inondabilità, sia stata evidenziata in studi alcuni (SCAI, AVI, PAI, IFFI o PSFF) o lo sia per esperienza diretta o notizia alcuna, o comunque ove marginalmente presente, sia di nocumento alle opere o produca effetti su altre opere.

Geologo

Fausto Alessandro Pani

Ordine Regionale Geologi n° 88