



REGIONE DEL VENETO



RETI TECNOLOGICHE E VIABILITA' MALGHE DELLA LESSINIA
- Comuni di S. Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova -

PROGETTO DEFINITIVO

RE03.A - RELAZIONE GEOTECNICA

PROGETTISTA INGEGNERIA 2P & associati Via Dall'Armi, 27/3 30027 San Donà di Piave (VE) tel. 0421.30.77.00 - fax. 0421.30.77.16 e-mail: info@ingegneria2p.it
RESPONSABILE GENERALE DELLA PROGETTAZIONE E DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Corrado Petris N° 1830 ORDINE DEGLI ING. DI VENEZIA
PROGETTISTA IDRAULICO Ing. Nicola Bisetto N° A2937 ORDINE DEGLI ING. DI TREVISO
PROGETTISTA DEL DOCUMENTO SPECIALISTICO RELAZIONE GEOTECNICA Ing. Nicola Bisetto N° A2937 ORDINE DEGLI ING. DI TREVISO
DATA Settembre 2021

RILIEVI TOPOGRAFICI geom. Andrea Laiti - S. Anna d'Alfaedo (VR)
SICUREZZA geom. Marco Turozzi - S. Bonifacio (VR)
GEOLOGIA dott. Cristiano Mastella - S. Pietro in Cariano (VR)
RELAZIONI AMBIENTALI Architer s.r.l. - VERONA
PIANO PARTICELLARE ED ESPROPRI ing. Flavio Laiti - S. Anna d'Alfaedo (VR)
ASSISTENZA ARCHEOLOGICA dott. Gianfranco Valle - S. Cipriano Po (PV)

REVISIONE	DATA REVISIONE
01	***
02	***
CODICE CUP I26H19000070005	
CODICE INTERVENTO 31001900	
CODICE INTERVENTO AATO "Potenziamento acquedotto della Lessinia" A.2 - 01	
RUP	ing. Umberto Anti

RETI TECNOLOGICHE E VIABILITA' MALGHE DELLA LESSINIA COMUNI DI SANT'ANNA D'ALFAEDO, ERBEZZO E BOSCO CHIESANUOVA



PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica

INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO	4
3.	LO STATO ATTUALE DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA.....	6
4.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	9
5.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	10
6.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
7.	CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	12
8.	METODO DI CALCOLO.....	13
9.	ANALISI DEI CARICHI.....	14
9.1.	Peso proprio	14
9.2.	Permanenti	14
9.3.	Accidentali	14
9.4.	Spinta delle terre	14
9.5.	Spinta dell'acqua	15
9.6.	Sisma	15
10.	COMBINAZIONI DI CARICO	19
11.	IMPIANTO DI RILANCIO VOLTINA.....	20
11.1.	Modello di calcolo	20
11.2.	Mappe di sollecitazione.....	21
11.3.	Verifiche geotecniche.....	22
12.	SERBATOIO CON RILANCIO DEROCCHETTO	23
12.1.	Modello di calcolo	23
12.2.	Mappe di sollecitazione.....	24
12.3.	Verifiche geotecniche.....	25

13. SERBATOIO CON RILANCIO LESSINIA.....	26
13.1. Modello di calcolo	26
13.2. Mappe di sollecitazione.....	27
13.3. Verifiche geotecniche.....	28
14. SERBATOIO CORNETTO E SERBATOIO CASTELBERTO	29
14.1. Modello di calcolo	29
14.2. Mappe di sollecitazione.....	30
14.3. Verifiche geotecniche.....	31
15. MANUFATTO DI SCONNESSIONE SUL MONTE TOMBA.....	32
15.1. Modello di calcolo	32
15.2. Mappe di sollecitazione.....	33
15.3. Verifiche geotecniche.....	34
16. IMPIANTO TRACCHI	35
16.1. Modello di calcolo	35
16.2. Mappe di sollecitazione.....	36
16.3. Verifiche geotecniche.....	37

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021



1. Premesse

I Comuni di Bosco Chiesanuova, Erbezzo e Sant'Anna d'Alfaedo risultano beneficiari di un contributo pubblico a fondo perduto garantito dal Fondo Comuni Confinati per realizzare un progetto denominato "RETI TECNOLOGICHE E VIABILITÀ MALGHE DELLA LESSINIA" di importo complessivo pari a 7,5 milioni di euro. L'obiettivo del progetto è quello di estendere in modo sinergico al maggior numero possibile di malghe dell'Alta Lessinia le infrastrutture acquedottistiche ed elettriche esistenti.

Nel settembre 2019 è stato redatto il progetto di fattibilità tecnica ed economica con cui si sono studiate le opere di estensione delle reti idrica ed elettrica esistenti, costruendo un quadro di Alternative e individuando quella che rappresenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività.

Il presente progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto di fattibilità tecnica ed economica approvato, sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi relativi alle opere previste dall'alternativa ritenuta preferibile (Alternativa n.ro 3), illustrando le indagini condotte e le scelte costruttive adottate.

Più nello specifico la presente relazione tecnica strutturale illustra i principi di calcolo atti al dimensionamento delle opere in calcestruzzo, verificandone la compatibilità con la geotecnica del sito.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

2. Localizzazione geografica dell'intervento

Il territorio lessinico si estende per oltre 820km² tra la Provincia di Verona e quella di Trento e geograficamente si situa nella parte sudorientale della catena alpina nelle Prealpi Venete. I suoi confini sono ben delineati con il solco della valle glaciale dell'Adige ad Ovest, con la profonda incisione della Val dei Ronchi a Nord e con i centri urbani e le aree agricole della pianura veronese a Sud, verso i quali si adagiano le dorsali collinari che sovrastano le principali vallate. Il confine Orientale, meno netto dei precedenti, si delinea lungo la dorsale che separa la Val d'Alpone dalla vicentina Valle del Chiampo.

Dalle aree pianeggianti pedemontane fino alle sue vette la Lessinia può essere suddivisa in tre differenti ambiti paesaggistici, ognuna dei quali è riconoscibile per alcuni aspetti naturali ed umani che le caratterizzano: la zona pedemontana e collinare, che si estende dai fondovalle fino ai 600-800 metri delle dorsali, dove spiccano le diffuse coltivazioni a vite, ulivo e ciliegio; la zona di media montagna, tra gli 800 e i 1200 metri circa, in cui si situano i principali centri abitati e la gran parte delle tipiche contrade lessiniche; la zona degli alti pascoli, tra i 1200 metri e le vette orientali che superano i 1800 metri, caratterizzata dalle oltre cento malghe d'alpeggio e dalle fitte foreste di faggio e abete che occupano i versanti più impervi.

Il paesaggio dei Monti Lessini non è quello tipico delle aree carsiche anche se risulta praticamente assente una idrografia superficiale degna di nota. Esiste, infatti, un apparente contrasto tra la morfologia carsica superficiale non molto evidente e l'idrologia di tipo carsico (fluviocarso) che può essere spiegato con la presenza di un fitto reticolo di fratture e faglie (tectocarso) che drenano l'acqua verso le porzioni più profonde del massiccio carbonatico lessineo. L'idrografia della regione montuosa e collinare è condizionata, innanzi tutto, dall'assetto tettonico generale e dalle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose. Il sistema idrografico fondamentale è pertanto costituito da valli dirette secondo la massima pendenza della regione monoclinale, orientate da N a S nella parte occidentale e da NNO a SSE in quella orientale. A queste si affianca un sistema di valli affluenti, normali o quasi alle maggiori, che convogliano le acque nei bacini principali.

La parte del territorio lessinico interessata dalle opere di progetto ricade nella zona degli altri pascoli, tra una quota di circa 1100 e 1800 msmm, ed in particolare entro i comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova.

Il comune di Sant'Anna d'Alfaedo si estende nella parte più occidentale dell'altopiano lessinico, al confine con la Val D'Adige. Il territorio del comune è quasi totalmente a sud dei Corni (Corno d'Aquilio, 1545 msmm, e Corno Mozzo). Una parte del comune è a nord del Corno d'Aquilio, ed è chiamata *Pialda Bassa*; in questo luogo è ubicata la Spluga della Preta, un insieme di grotte carsiche che arrivano ad una profondità esplorata di circa 1000 metri, conosciuta per lunghi anni come la grotta più profonda del mondo.

Erbezzo è sito sulla dorsale a cavallo tra il vajo dell'Anguilla e quello dei Falconi. Confina con la provincia di Trento a nord, ad ovest con Sant'Anna d'Alfaedo, ad est con Bosco Chiesanuova ed a sud con Grezzana. Il suo territorio è quasi totalmente inserito nel Parco Naturale Regionale della Lessinia e si sviluppa tra i 700 ed i 1.765 metri di Castelberto.

L'area orientale della rete oggetto di progettazione ricade entro il comune di Bosco Chiesanuova che si colloca sulla dorsale tra il vajo di Squaranto e il vajo dell'Anguilla. La vetta più alta del comune è rappresentata dal monte Tomba che presenta una quota di 1765 mslm.

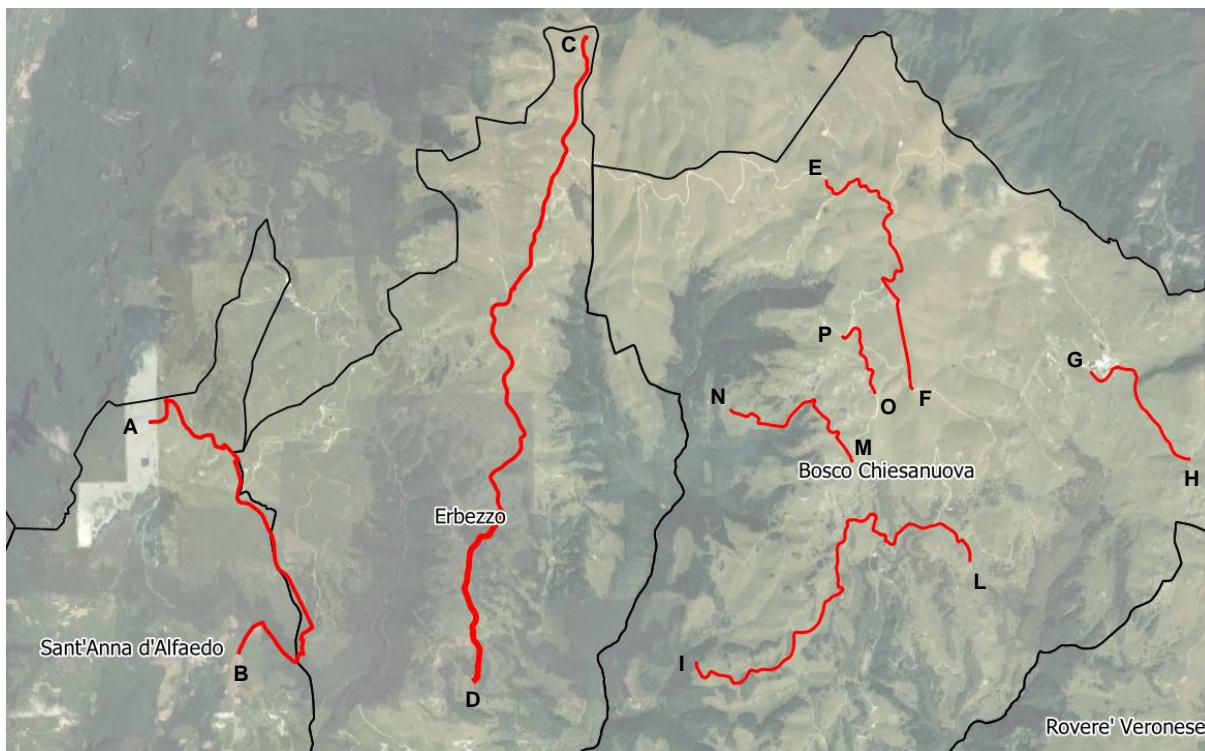


Figura 1: Inquadramento territoriale delle opere di progetto.

3. Lo stato attuale della rete acquedottistica

Attualmente la rete acquedottistica di Sant'Anna, Erbezzo e Bosco Chiesanuova si estende perlopiù nella parte meridionale dei comuni in corrispondenza dei centri abitati presenti della zona, escludendo l'area delle malghe della Lessinia.

La rete acquedottistica esistente è costituita da condotte in acciaio con diametri variabili e i principali serbatoi della parte settentrionale sono:

- il serbatoio Michelazzi, sito nel comune di Sant'Anna, località Fosse;
- il serbatoio Jacopo nel comune di Erbezzo in località Sale;
- il serbatoio Fittanze nel comune di Erbezzo;
- il serbatoio Dosso Brancon nel comune di Bosco Chiesanuova;
- il serbatoio Tracchi, sito nel comune di Bosco Chiesanuova in località Tracchi.

Per quanto riguarda la zona di Sant'Anna d'Alfaedo e di Erbezzo, il fabbisogno idrico della contrada Vallene (centro abitato della parte settentrionale di Sant'Anna) e l'adduzione al serbatoio Jacopo (posto in località Sale, nella parte settentrionale di Erbezzo) sono effettuati mediante rilancio dal serbatoio Michelazzi, posto in località Fosse, nella parte occidentale del comune.

Relativamente alla parte settentrionale del comune di Bosco Chiesanuova, rilevante è la presenza del serbatoio Tracchi dal quale, attraverso la dorsale DN 100 mm in acciaio, mediante sollevamento che raggiunge i 288 metri di prevalenza, viene servito il serbatoio Dosso Brancon. Da questo, attraverso la rete di distribuzione a gravità è soddisfatto il fabbisogno idrico della località San Giorgio. Dal medesimo impianto Tracchi vengono inoltre alimentate a gravità anche le contrade Tracchi e Merli.

Si riportano di seguito alcune fotografie dei due impianti presenti nell'area di intervento e oggetto di ammodernamento.





Impianto Tracchi – Vista esterna e camera di manovra.



Foto 1: Impianto Tracchi e impianto Dosso Brancon.

Si riporta di seguito la schematizzazione della rete idrica esistente in gestione ad Acque Veronesi nel territorio dell'alta Lessinia.

 <p>ATO VERONESE Consiglio di Bacino Veronese</p>	<p>Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO</p>	
<p>Acque  Veronesi</p>	<p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Rev. 00 – Settembre 2021</p>

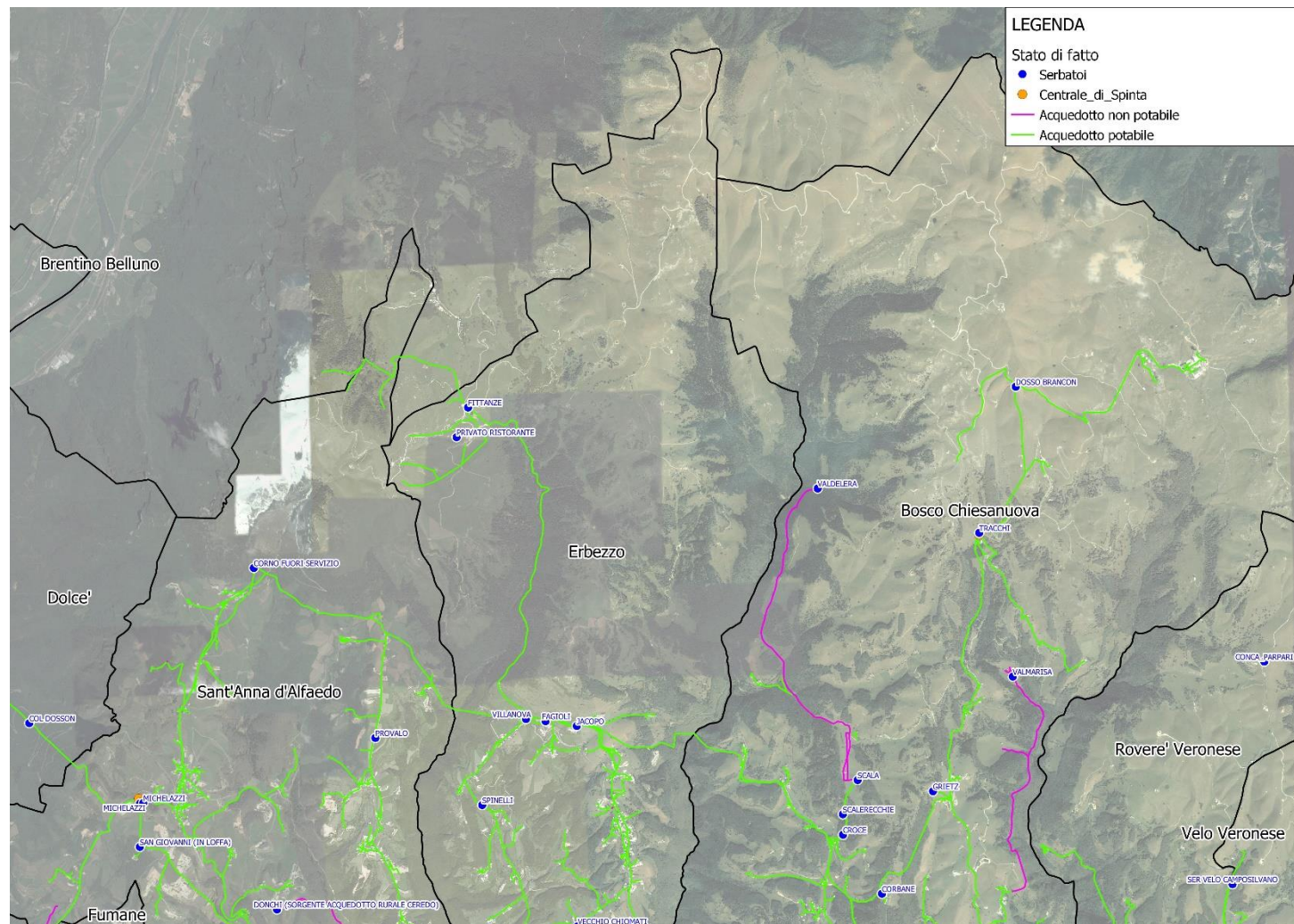




Figura 2: Rete acquedottistica esistente.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021



4. Normative di riferimento

Si riporta nel seguito l'elenco dei riferimenti normativi adottati per la progettazione strutturale:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>>
- Circolare 21 gennaio 2019, n° 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> di cui al DM 17.01.2018

Per quanto non diversamente specificato dai sopra citati riferimenti, verranno considerate le indicazioni fornite dai seguenti documenti:



- Eurocodici strutturali elaborati dal CEN nella loro forma internazionale EN e relativi DAN
- Norme UNI EN armonizzate
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI
- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

5. Descrizione degli interventi

Dal punto di vista strutturale l'intervento consta di alcune opere in cemento armato tipologicamente assimilabili ad edifici parzialmente interrati. In linea generale le fondazioni presentano uno spessore di 50 cm, le pareti di 40 cm e la copertura da 30 cm. In alcuni di questi manufatti internamente è presente una partizione in grado di garantire lo stoccaggio di acqua.

Dal punto di vista del comportamento sismico, essendo opere addossate al terreno, non risultano libere di vibrare indipendentemente, ma il loro comportamento è condizionato dal terreno di rinfiacco. Alla luce di ciò l'azione sismica verrà valutata in modo simile a quanto usualmente si fa per un muro controterra.

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

6. Caratteristiche dei materiali

I materiali con le relative caratteristiche previste per la realizzazione delle opere in progetto sono indicati nel seguito:

Calcestruzzi in opera

Classe di esposizione XC4 + XF3

Classe di resistenza C32/40

Massimo rapporto a/c 0.50

Minimo contenuto di cemento 340 kg/m³

Contenuto minimo d'aria 3%

Classe di consistenza S4


Acciaio d'armatura

B450C (caratteristiche meccaniche minime come da DM 17.01.2018)

Acciaio da carpenteria

per piastre e profili S355 (caratteristiche meccaniche minime come da DM 17.01.2018)

Bullonature classe 8.8

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021



7. Caratteristiche del terreno

Le caratteristiche del terreno sono state desunte dalla Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Cristiano Mastella. Tale documento evidenzia come i manufatti oggetto di studio si insedino sempre in roccia compatta o fratturata con caratteristiche meccaniche ben al di sopra delle reali necessità dei manufatti oggetto di studio. In questa fase, ai fini di un primo dimensionamento strutturale, verranno assunti i seguenti parametri validi per tutti i siti oggetto di intervento:

peso del volume di fondazione	$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
angolo di attrito interno del terreno	$\phi = 30 (^{\circ})$
coesione	$c = 0 \text{ KN/m}^2$

L'assunzione dei parametri sopra indicati determina valori di spinta sulle pareti a contatto con il terreno conservativi rispetto a quelli che si determinerebbero considerando i parametri della relazione geologica. In fase di progettazione esecutiva si provvederà ad affinare i valori sopra riportati al fine di una corretta determinazione delle azioni in gioco.

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è stato definito di categoria A.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

8. Metodo di calcolo



Nella stesura dei calcoli ci si è attenuto alle norme vigenti per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato; il metodo di verifica adottato è quello agli stati limite.

La presente relazione di calcolo illustra il progetto nei suoi principi generali; trattandosi di una fase di progettazione definitiva, essa comprende solo degli spunti dei calcoli strutturali atti al dimensionamento di carpenterie ed armature.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto mediante il metodo classico della scienza delle costruzioni considerando il comportamento elastico dei materiali (incluso il terreno per il quale è stata assunta una $K_w = 3000 \text{ t/m}^3$), avvalendosi di codici di calcolo di sicura e comprovata validità, impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo;
- utilizzo delle versioni più aggiornate;
- pratica d'uso frequente in ufficio.

Il software impiegato per il calcolo strutturale è il SAP2000 Plus 64-bit Version 22.1.0 Build 1639, di Computers and Structures, Inc (website: www.csiamerica.com), regolarmente licenziato. Per le verifiche di sezione è stato impiegato un software sviluppato internamente o in alternativa il VcaSlu redatto dal Prof. Piero Gelfi.

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

9. Analisi dei carichi

9.1. Peso proprio

Il contributo del peso proprio è stato valutato con riferimento alle dimensioni nominali del manufatto in studio e ad un peso unitario del calcestruzzo pari a 2.50 t/m³. Nel software il peso proprio strutturale viene calcolato in automatico sulla base delle geometrie definite per il modello.

9.2. Permanenti

Ove previsto, al di sopra della copertura è stato considerato un carico permanente corrispondente ad uno spessore di terreno di 20 cm (peso specifico $\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$).

La pressione applicata alla soletta risulta

$$p = 0.20 \cdot 1.80 = 0.360 \text{ t/m}^2$$

Nei piani di calpestio intermedi interni agli edifici verrà previsto un carico permanente pari a 0.400 t/m².

9.3. Accidentali

Le opere sono ubicate a differenti quote sul livello del mare.

Il carico della neve è valutato con riferimento all'espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_t$$

dove sono stati assunti:

$$q_{sk} = 1.39 \cdot [1 + (a_s/481)^2]$$

$$\mu = 0.80$$

$$C_e = 1.00$$

$$C_t = 1.00$$


9.4. Spinta delle terre

La spinta delle terre verrà valutata con riferimento ai seguenti parametri geotecnici:

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 0 \text{ t/m}^2$$

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

La spinta delle terre viene esplicitata con le espressioni:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} = 0.402$$

per i manufatti Volpina, Derocchetto e Lessinia, mentre con l'espressione

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 0.500$$

per i manufatti Cornetto e Castelberto.

Questa differenza risponde ad un diverso comportamento ipotizzabile: per i primi tre il terreno a valle si trova ad una quota prossima a quella di imposta delle fondazioni e pertanto i manufatti si ritengono liberi di traslare sul piano di posa. Per gli ultimi due il terreno di valle si trova ad una quota pari a circa il 50% dell'altezza dei manufatti; alla luce di ciò conservativamente si considera parzialmente impedita la traslazione del manufatto sul piano di posa e conseguentemente l'innescarsi di un comportamento di spinta a riposo per il terreno di monte.

L'incremento di spinta delle terre dovuta alla presenza di neve risulta nello specifico:

$$p = K_a \cdot q = 0.402 \cdot q$$

$$p = K_0 \cdot q = 0.500 \cdot q$$

9.5. Spinta dell'acqua

L'azione idrostatica sulle pareti è stata valutata con riferimento ad un peso specifico $\gamma = 1.00 \text{ t/m}^3$.

9.6. Sisma

Per la determinazione dei parametri sismici dell'area in questa fase progettuale è stata impiegata una posizione unica valida per tutti i manufatti oggetto di studio e precisamente:

Ubicazione: Comune di Chiesanuova

Lat: 46.670446

Long: 11.049585

Vita nominale dell'opera: $V_N = 50$ anni

Classe d'uso dell'opera: III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi.)

Coefficiente d'uso dell'opera: $C_u = 1.50$

Categoria del sottosuolo: A (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi)

Categoria topografica: T2 (pendii con un'inclinazione media > 15°)

Alla luce delle assunzioni progettuali sopra riportate i parametri sismici caratterizzanti lo spettro di risposta elastico allo SLV risultano i seguenti (così come anche desumibile dalla relazione geologica):

- $a_g = 0.189 \text{ g}$
- $F_o = 2.451$
- $T_c^* = 0.280 \text{ s}$
- $S_s = 1.000$
- $C_c = 1.000$
- $S_T = 1.100$
- $S = 1.100$
- $T_B = 0.093 \text{ s}$
- $T_c = 0.280 \text{ s}$
- $T_D = 2.355 \text{ s}$
- $k_h = 0.079$
- $k_v = 0.040$

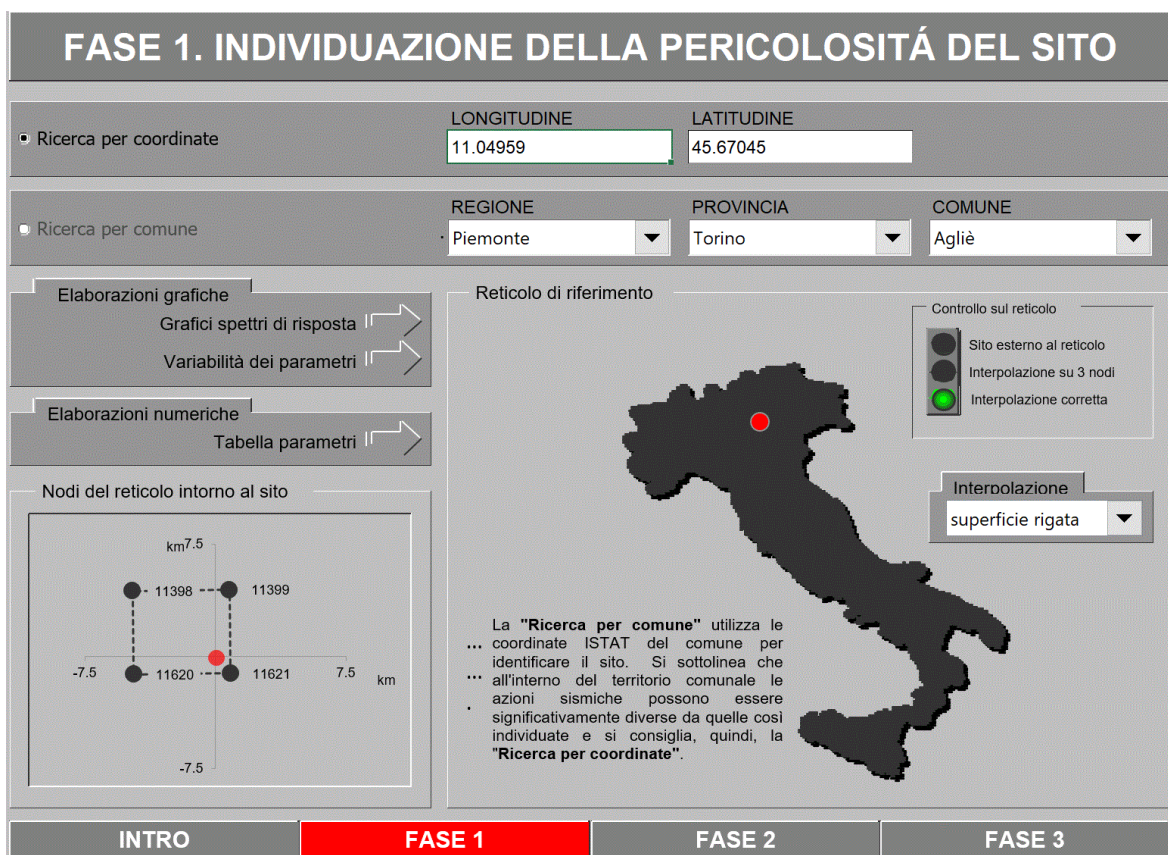


Figura 3: Parametrizzazione sismica del luogo - Ubicazione dell'opera all'interno del reticolo sismico elaborato dall'INGV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

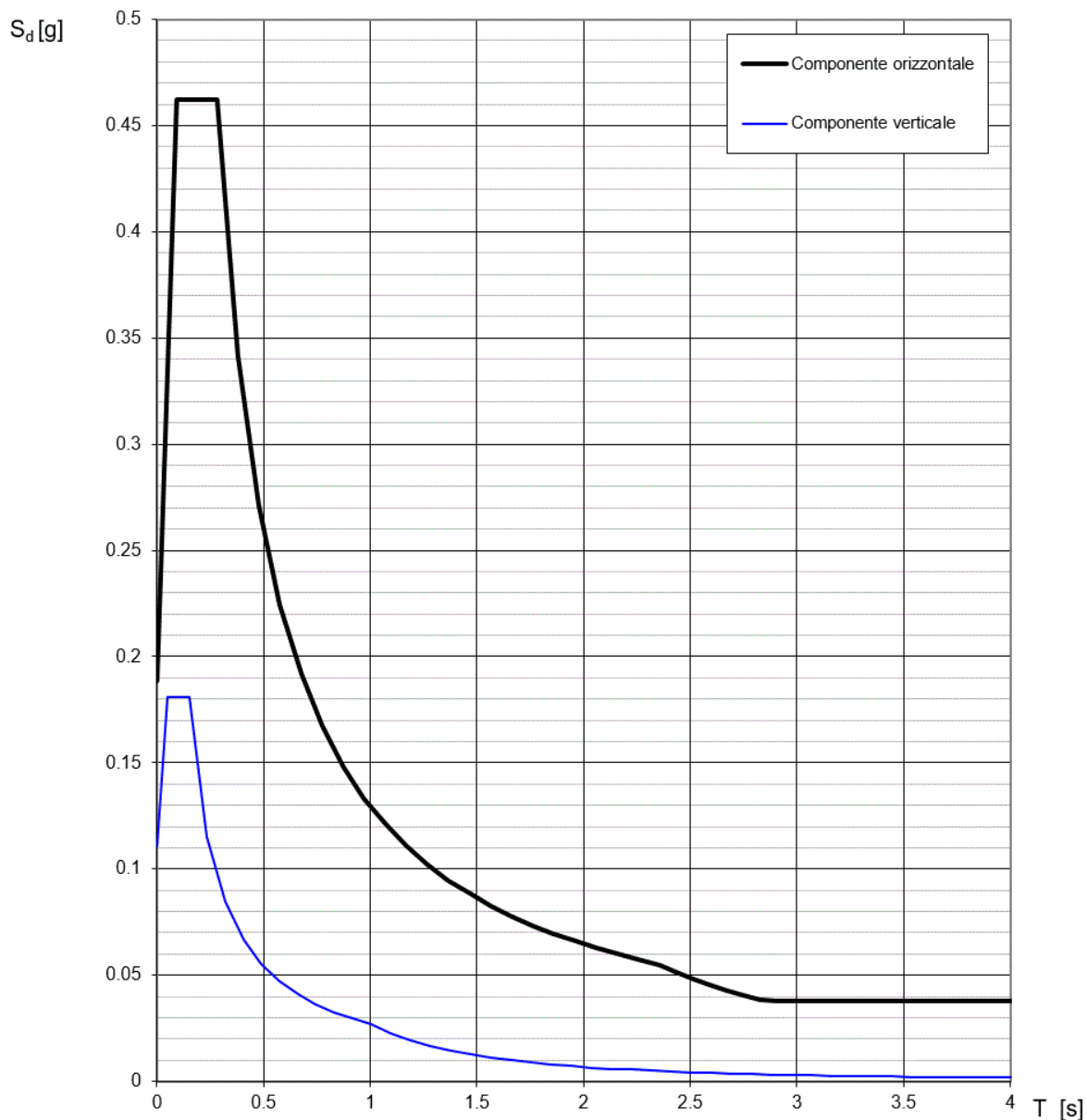



Figura 4: Parametrizzazione sismica del luogo – Spettro di risposta elastico orizzontale e verticale allo SLV

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

I contributi del sisma sulla struttura sono sostanzialmente di tre tipi:

Spinta delle terre:

nel caso in cui la spinta delle terre in condizioni statiche sia stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta attiva, il contributo in fase sismica verrà valutato con un differente coefficiente di spinta pari a $k_a = 0.470$

qualora la spinta delle terre in condizioni statiche sia stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta a riposo, il contributo sismico verrà determinato con riferimento all'espressione:

$$\Delta F = \alpha * S * \gamma * H^2$$

valore tramutato in pressione uniforme sull'altezza della parete pari a:

$$\Delta p = \Delta F / H$$

Azione sismica sulle masse in gioco (nello specifico le masse dovute al peso proprio strutturale, ai permanenti e alla quota parte degli accidentali):



tale contributo è valutato mediante l'espressione

$$\Delta F = K_h * W$$

con $K_h = 0.079$ e tale risultante è applicata alla quota dei baricentri delle singole masse.

Azione sismica sull'acqua contenuta all'interno dei serbatoi, somma della componente impulsiva (in tali geometrie dominante per effetti) e convettiva:

tale calcolo è stato svolto secondo quanto suggerito dall'Eurocodice 1998-4. Nello specifico il calcolo analitico delle pressioni/depressioni esercitate sulle pareti di contenimento per effetto del movimento oscillatorio della massa d'acqua porta a valori di spinta attorno a 1.20 t/m^2 .

	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

10. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico sono quelle previste da normativa in funzione delle verifiche allo SLU e allo SLE da sviluppare.

Nello specifico la struttura in studio essendo assimilabile a quella di un muro di sostegno, le combinazioni allo SLU saranno quelle statiche di tab. 6.2.I e quelle sismiche riportate al par. 2.5.3. del DM 17.01.2018.

Per le verifiche strutturali allo SLE verranno adottate le combinazioni contenute nel par.2.5.3. con riferimento alla tab. 2.5.I del DM 17.01.2018.

11. Impianto di rilancio Volpina

Si tratta di un manufatto scatolare in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 7.30x4.80x3.50 m posto ad una quota di circa 1295 m slm.

11.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

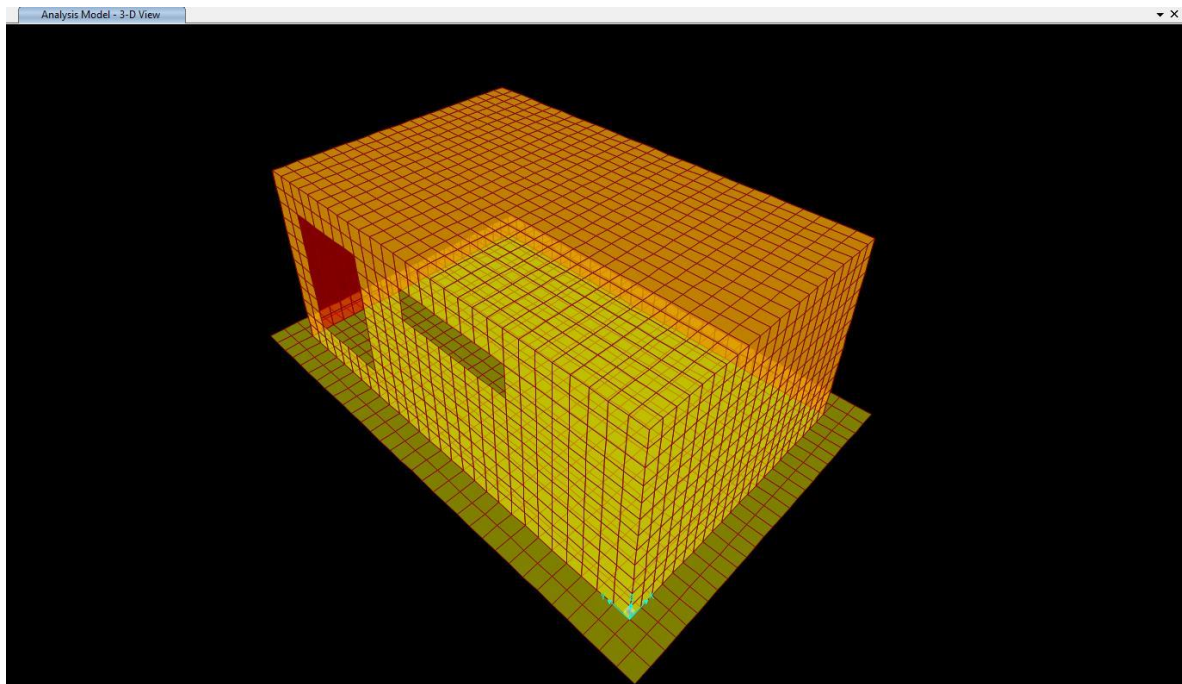


Figura 5: Modello di calcolo ad elementi finiti

11.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

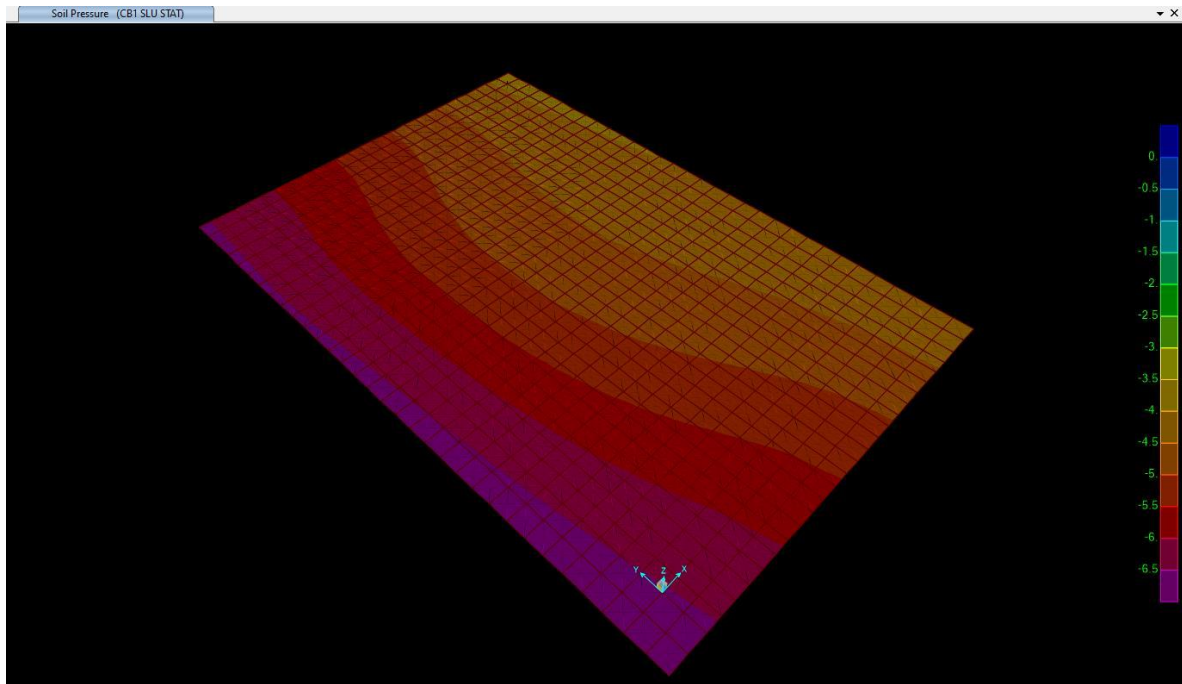




Figura 6: Pressioni del terreno

 Consiglio di Bacino Veronese	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

11.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $7.0 \text{ t/m}^2 = 0.7 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c * N_c * c + v_t * \gamma * t * N_q + v_b * \gamma * (b/2) * N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 * 5.40 / 7.90 = 1.14$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 0.50 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 * 5.40 / 7.90 = 0.73$$

$$b = 5.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 91 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 40 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.

12. Serbatoio con rilancio Derocchetto

Si tratta di un manufatto scatolare in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 12.80x8.80x6.45 m posto ad una quota di circa 1440 m slm.

12.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

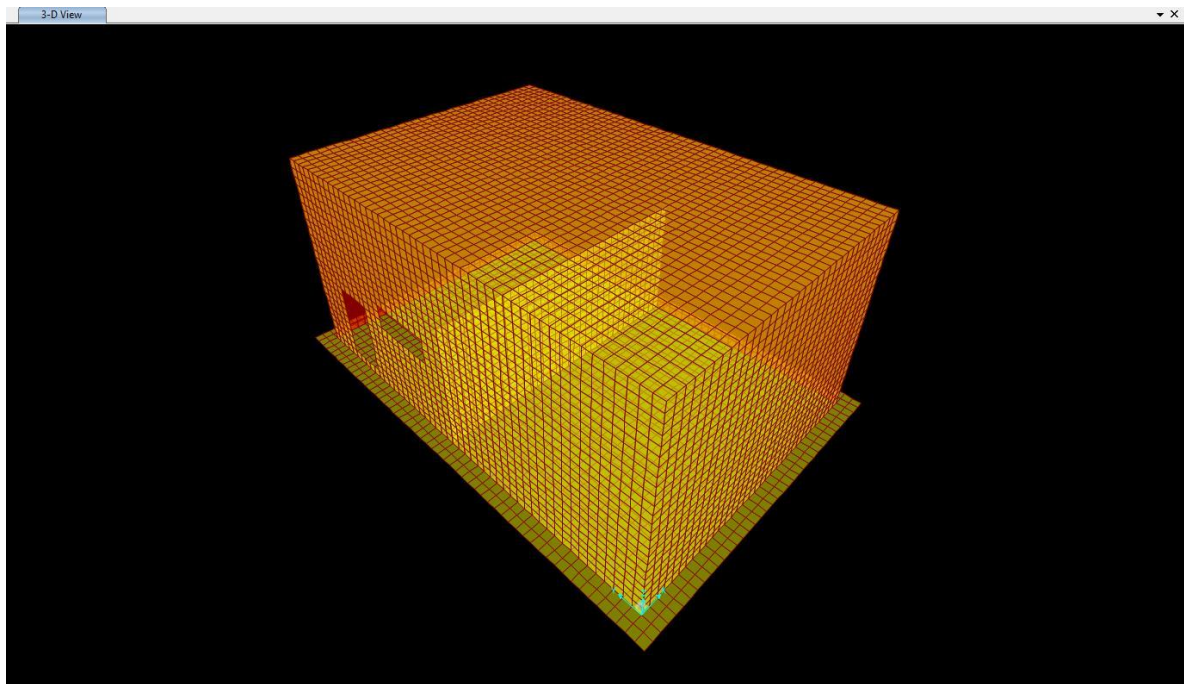


Figura 7: Modello di calcolo ad elementi finiti

12.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

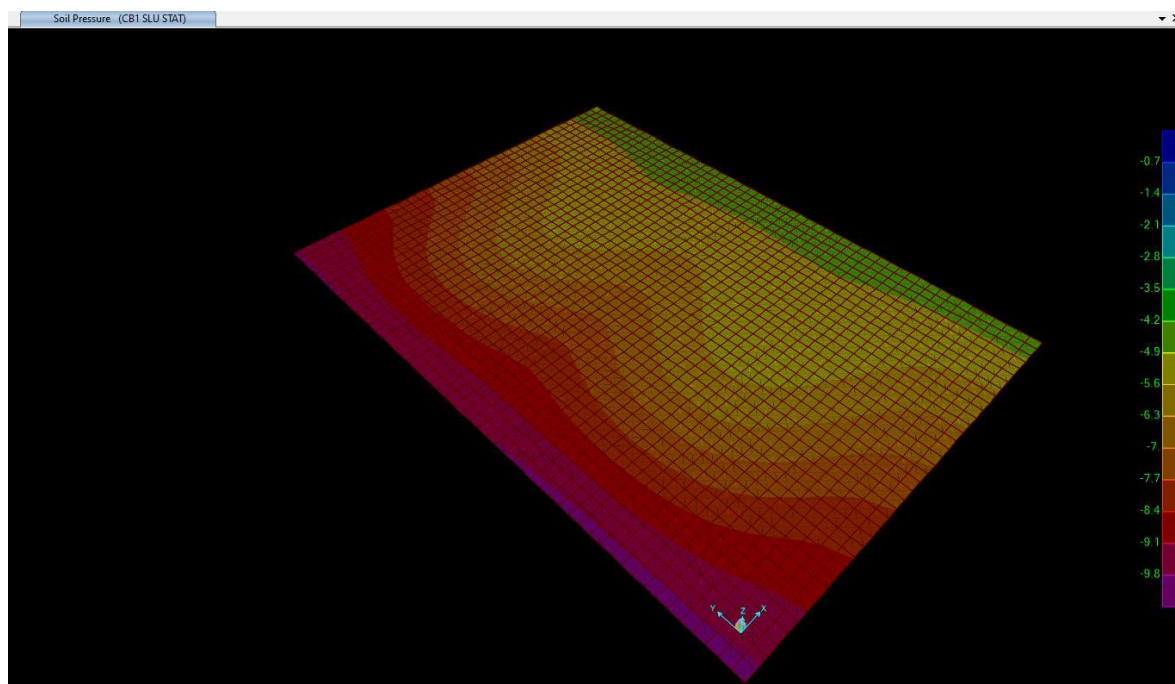




Figura 8: Pressioni del terreno

 Consiglio di Bacino Veronese	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

12.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $10.0 \text{ t/m}^2 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c \cdot N_c \cdot c + v_t \cdot \gamma \cdot t \cdot N_q + v_b \cdot \gamma \cdot (b/2) \cdot N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 \cdot 9.40 / 13.40 = 1.14$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 0.50 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 \cdot 9.40 / 13.40 = 0.72$$

$$b = 9.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 142 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 62 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.

13. Serbatoio con rilancio Lessinia

Si tratta di un manufatto scatolare in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 12.80x8.80x6.45 m posto ad una quota di circa 1605 m slm.

13.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

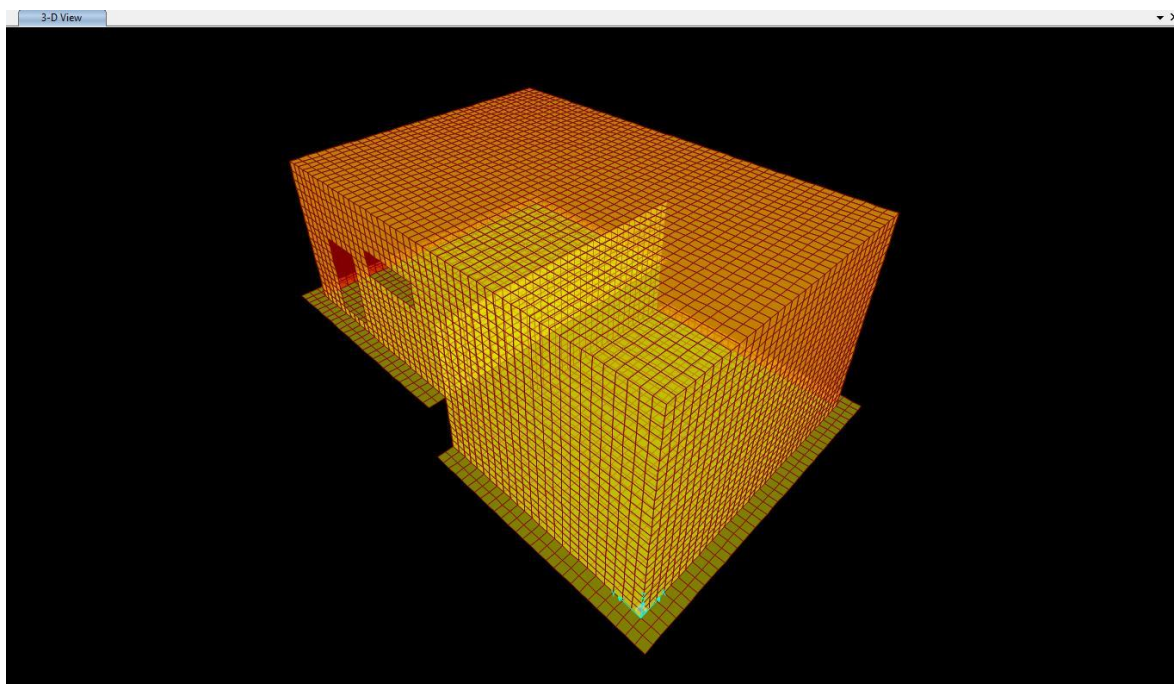


Figura 9: Modello di calcolo ad elementi finiti

13.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

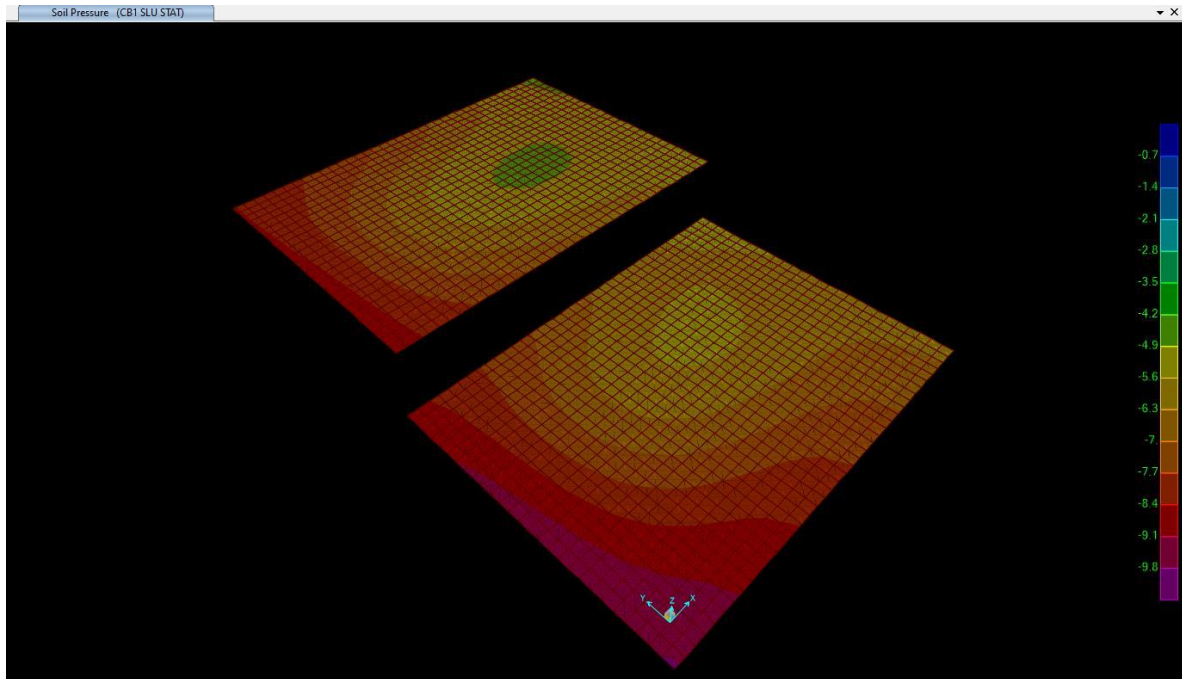




Figura 10: Pressioni del terreno

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

13.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $10.0 \text{ t/m}^2 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c * N_c * c + v_t * \gamma * t * N_q + v_b * \gamma * (b/2) * N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 * 9.40 / 13.40 = 1.14$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 2.00 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 * 9.40 / 13.40 = 0.72$$

$$b = 9.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 204 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 89 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.

14. Serbatoio Cornetto e serbatoio Castelberto

Si tratta di due manufatti scatolari similari per tipologia in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 10.80x7.30x6.15 m posto ad una quota di circa 1535 m slm il primo e 10.80x7.30x5.85 m posto ad una quota di circa 1755 m slm il secondo.

14.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

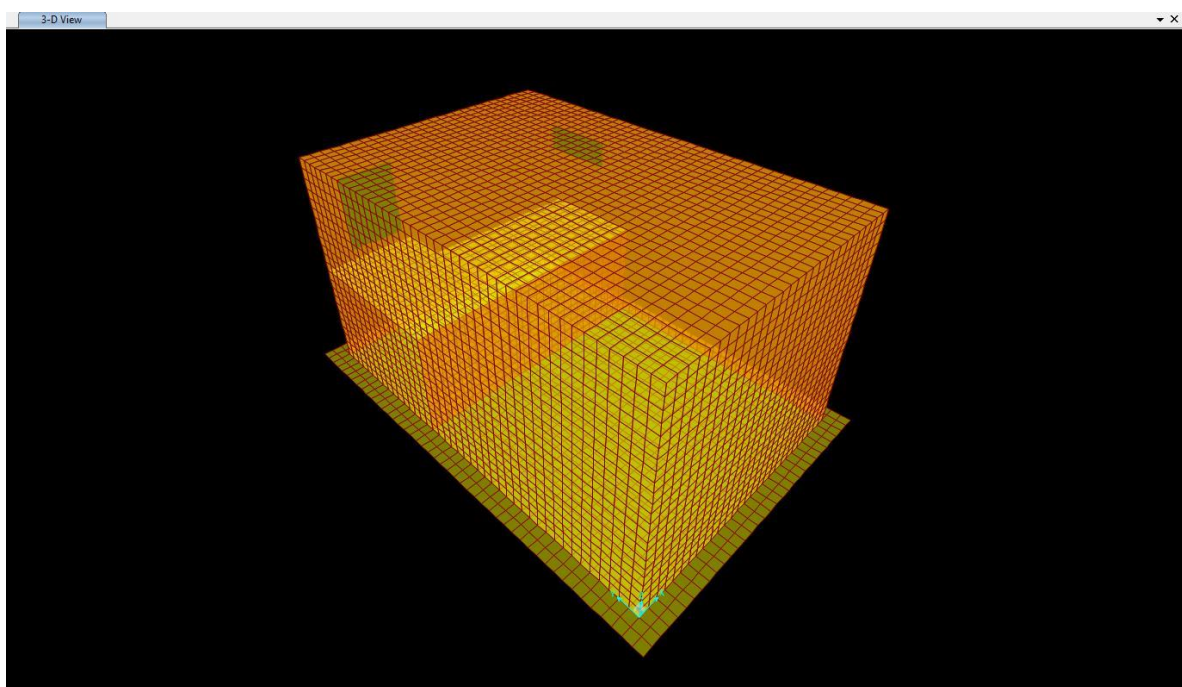


Figura 11: Modello di calcolo ad elementi finiti

14.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

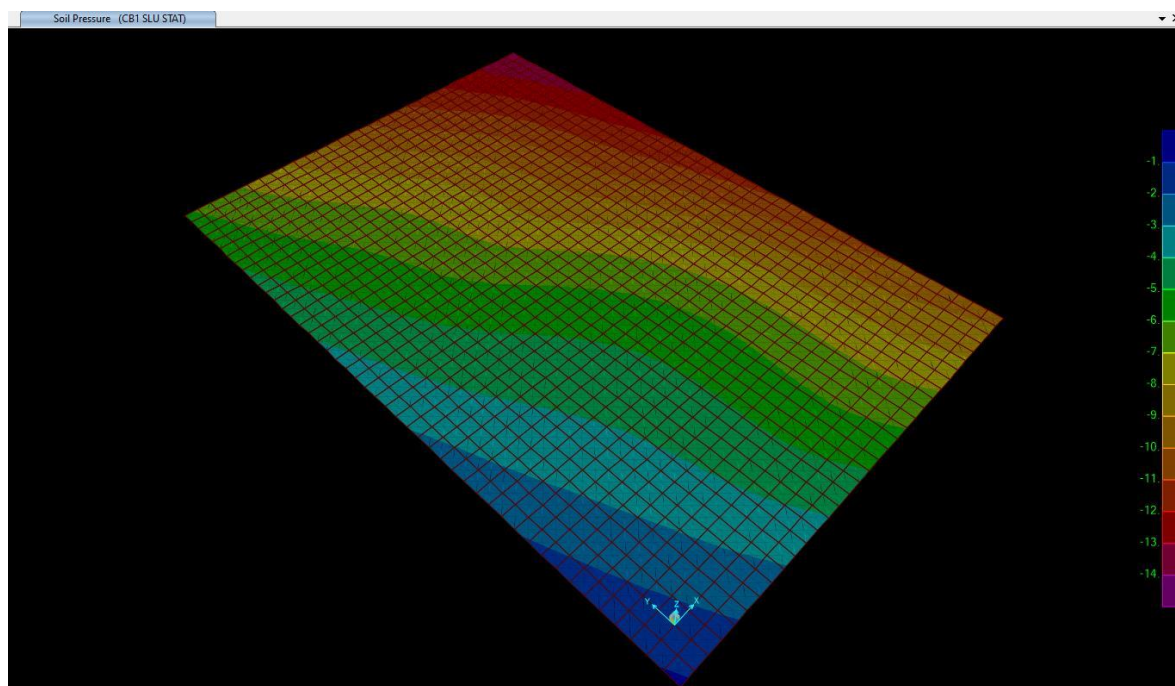




Figura 12: Pressioni del terreno

 Consiglio di Bacino Veronese	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

14.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $14.0 \text{ t/m}^2 = 1.4 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c \cdot N_c \cdot c + v_t \cdot \gamma \cdot t \cdot N_q + v_b \cdot \gamma \cdot (b/2) \cdot N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 \cdot 7.90 / 11.40 = 1.14$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 3.00 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 \cdot 7.90 / 11.40 = 0.72$$

$$b = 7.90 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 225 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 98 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.

15. Manufatto di sconnessione sul monte Tomba

Si tratta di un manufatto scatolari similare in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 4.60x5.60x3.50 m posto ad una quota di circa 1765 m slm.

15.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

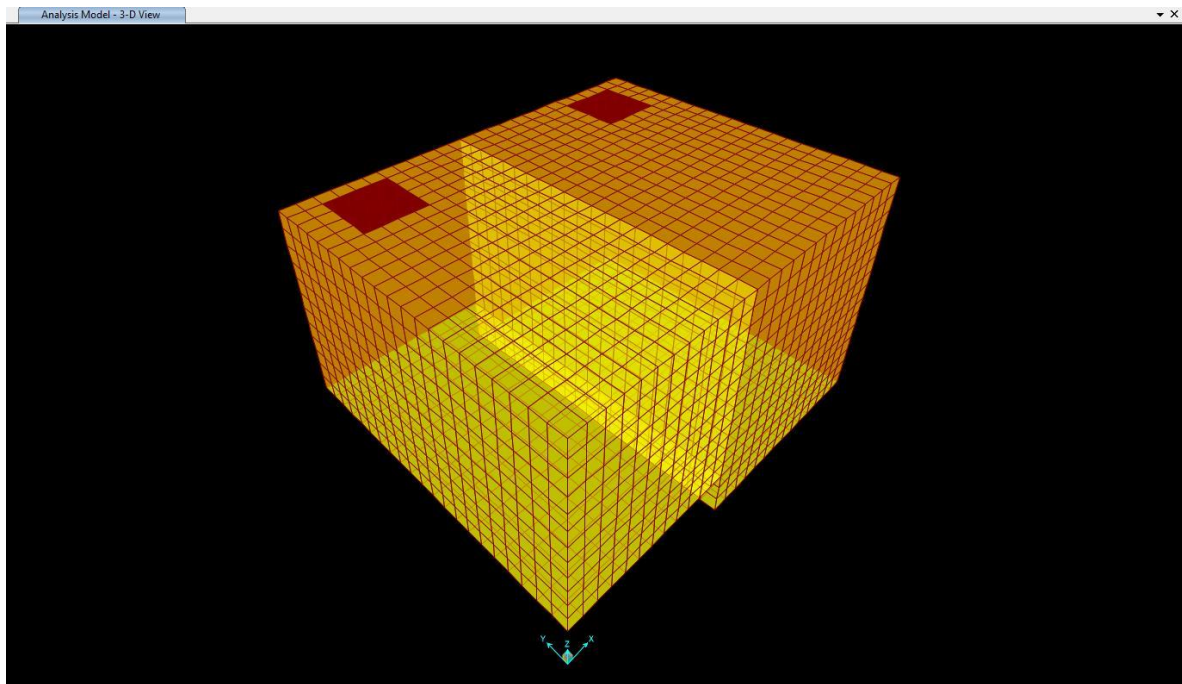


Figura 13: Modello di calcolo ad elementi finiti

15.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

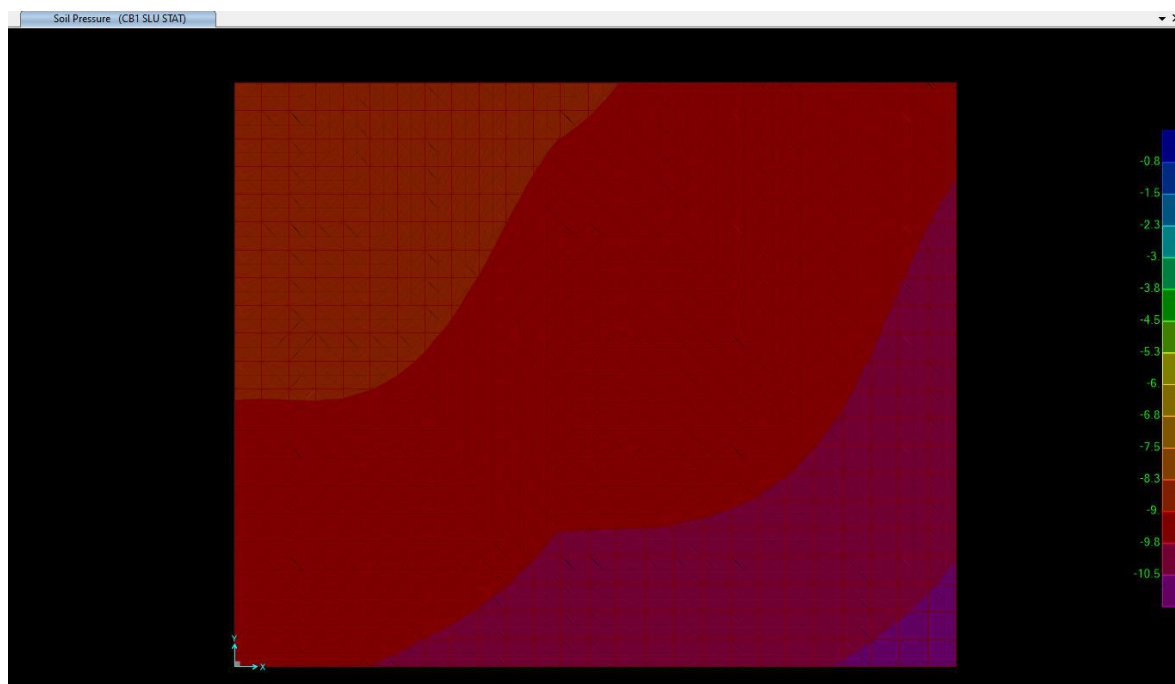




Figura 14: Pressioni del terreno

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

15.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $10.5 \text{ t/m}^2 = 1.05 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c * N_c * c + v_t * \gamma * t * N_q + v_b * \gamma * (b/2) * N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 * 4.60 / 5.6 = 1.16$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 2.90 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 * 4.60 / 5.60 = 0.67$$

$$b = 4.60 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 177 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 77 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.

16. Impianto Tracchi

Si tratta di un manufatto scatolari similare in cemento armato delle dimensioni esterne pari a 5.80x9.10x4.10 m posto ad una quota di circa 1385 m slm.

16.1. Modello di calcolo

Si riporta nel seguito il modello di calcolo utilizzato per la determinazione degli stati tensionali geotecnici.

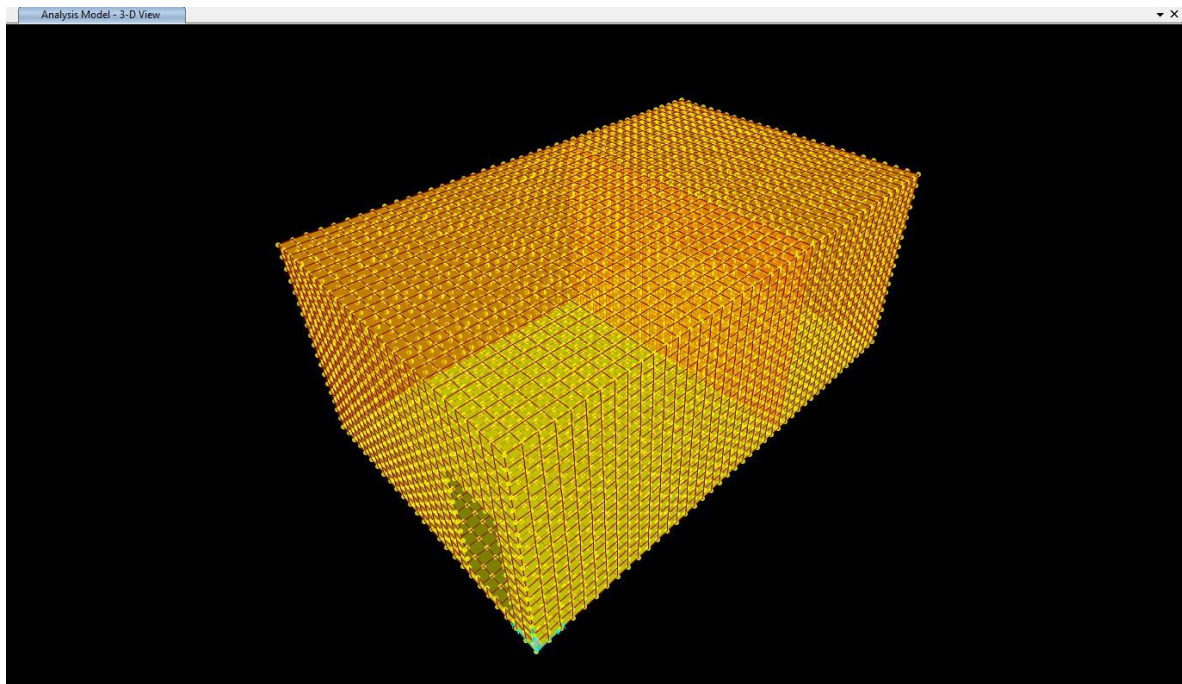


Figura 15: Modello di calcolo ad elementi finiti

16.2. Mappe di sollecitazione

Si riportano nel seguito gli stati tensionali del terreno allo SLU/SLV utilizzati in questa fase di dimensionamento geotecnico. Uno studio più approfondito dello stato di sollecitazione sia allo SLU/SLV che allo SLE verrà sviluppato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

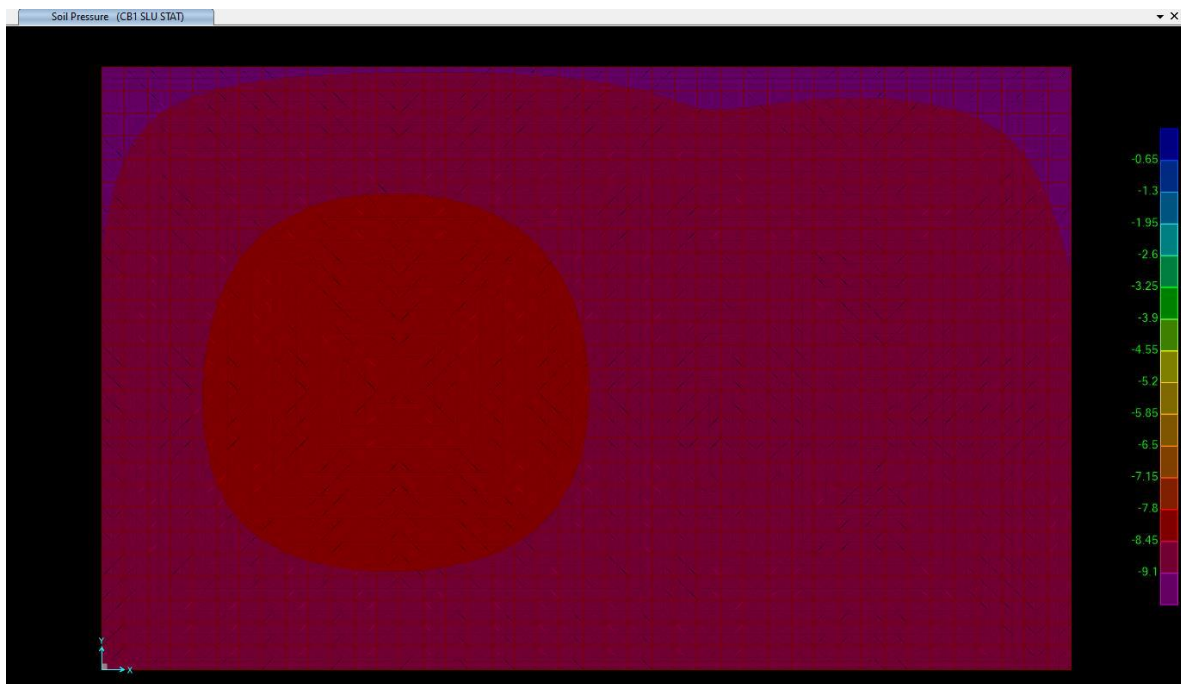




Figura 16: Pressioni del terreno

 <small>Consiglio di Bacino Veronese</small>	Reti tecnologiche e viabilità malghe della Lessinia Comuni di Sant'Anna d'Alfaedo, Erbezzo e Bosco Chiesanuova PROGETTO DEFINITIVO	
Acque  Veronesi	RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 – Settembre 2021

16.3. Verifiche geotecniche

Si riportano nel seguito le verifiche allo SLU/SLV utilizzate in questa fase di dimensionamento geotecnico. Le massime pressioni riscontrate al di sotto della zattera di fondazione risultano pari a $9.1 \text{ t/m}^2 = 0.91 \text{ kg/cm}^2$.

peso di volume (kN/mc) 18,00

angolo di attrito interno (gradi sess,) 30°

coesione (kg/cmq) 0.0

$$p_u = v_c * N_c * c + v_t * \gamma * t * N_q + v_b * \gamma * (b/2) * N_\gamma$$

$$v_t = 1.00 + 0.20 * 6.40 / 9.70 = 1.13$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$$

$$t = 2.90 \text{ m}$$

$$N_q = 20$$

$$v_b = 1.00 - 0.40 * 6.40 / 9.70 = 0.74$$

$$b = 6.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 20$$

$$p_u = 106 \text{ t/m}^2$$

$$p_r = p_u / 2.30 = 46 \text{ t/m}^2$$

Il valore resistente del terreno risulta ampiamente al di sopra della pressione esercitata dal manufatto sovrastante.