

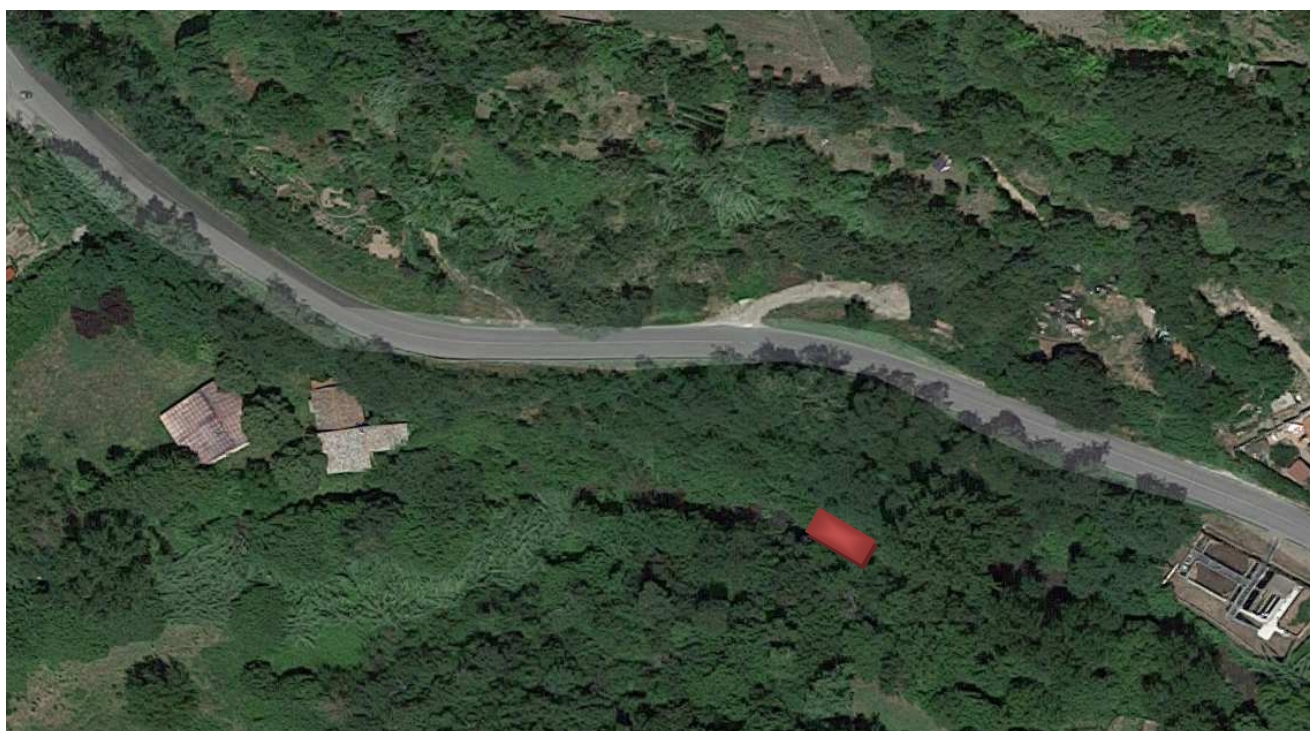
COMUNE DI PITIGLIANO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI MINI IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "MELETA 2"

A3

RELAZIONE TECNICA GENERALE

(L. R. 1/2005 art. 3 comma 2 a)



IL COMMITTENTE
CENTRO APPALTI SRL

IL PROGETTISTA STRUTTURALE
(Ing. Gianluca Calzini)

D. L. STRUTTURALE
(Ing. Gianluca Calzini)

INDICE:

a)	Descrizione del contesto ambientale e delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento	1
b)	Descrizione generale della struttura	6
c)	Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati	12
d)	Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito	12
e)	Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale	13
f)	Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione	14
g)	Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati	15
h)	Indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione stessa	20
i)	Criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica	21
j)	Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative ..	22
k)	Caratteristiche di affidabilità del codice di calcolo	33
l)	Riferimenti alle strutture geotecniche e di fondazione	33

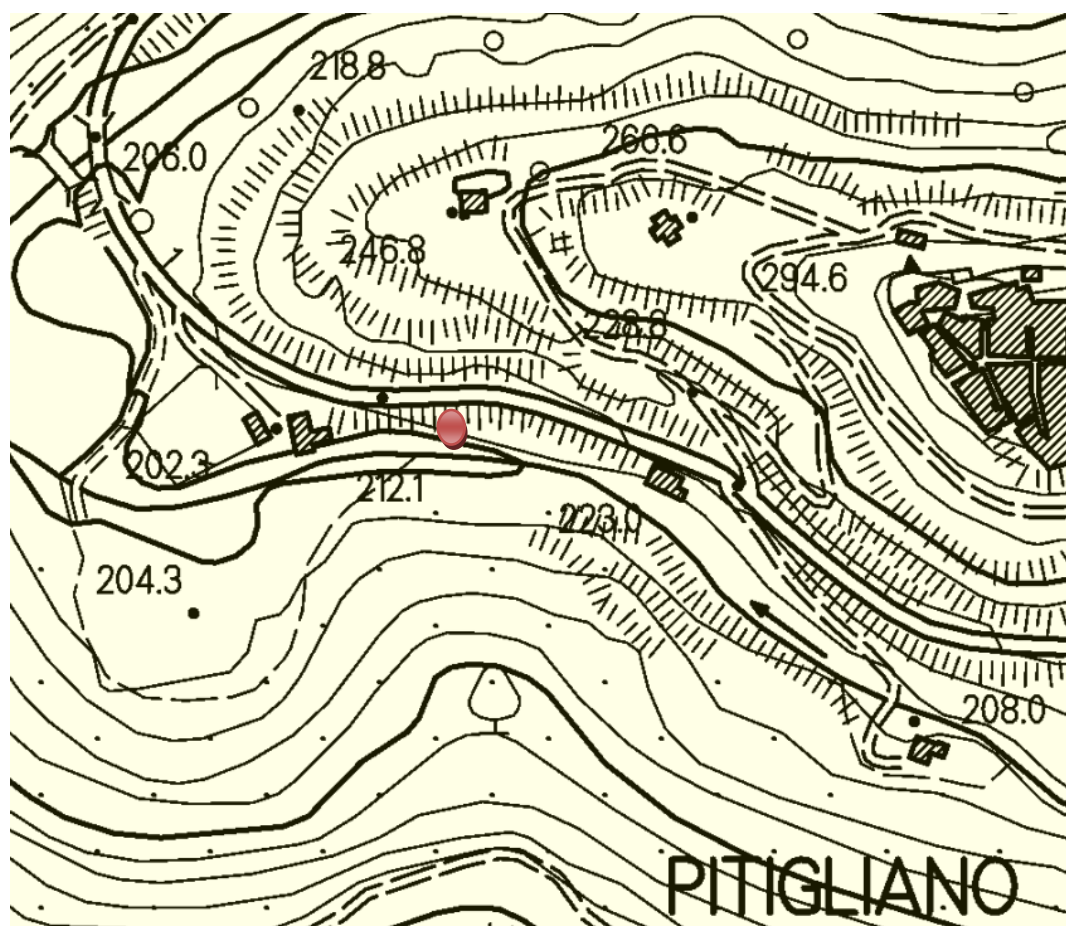
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca Calzini nella qualità di progettista delle strutture al fine di adempiere agli obblighi previsti dal D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i., dichiara sotto la propria responsabilità quanto riportato nella presente relazione.

Di seguito si descriveranno le opere strutturali previste per la realizzazione del mini impianto idroelettrico denominato "MELETA2" situato in destra idrografica dell'omonimo Torrente.

a) Descrizione del contesto ambientale e delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento

UBICAZIONE:



C.T.R. 1:2000 (latitudine (Y) 4.723.514, longitudine (X) 718.174)

L'area di intervento si colloca all'interno del territorio di pertinenza del Comune di Pitigliano (GR), lungo il corso d'acqua Meleta, a circa 300 m ad Est dalla confluenza con il Fiume Lente.

L'area è identificata dalla Cartografia Tecnica Regionale con il Foglio 332 - 2 in Scala 1:25000, e corrisponde alle Particelle 253 e 255 del Foglio 32 della Mappa Catastale del Comune di Pitigliano.

Il lotto oggetto d'intervento si trova lungo la scarpata compresa tra la viabilità principale a monte e la sponda in destra idrografica del corso d'acqua oggetto della derivazione a valle.

Il pendio presenta un' altezza limitata con gradiente di pendenza intorno al 30 % a profilo irregolare, con dislivello di 20 m e sviluppo longitudinale di circa 60 m, delimitato alle quote maggiori da un pianoro in quota e quindi da un fronte roccioso verticale dove affiora la sovrastante formazione litologica descritta.

Tale pendio è caratterizzato dalla presenza di terreni di riporto, che costituiscono in parte il rilevato stradale, e da terreni di copertura sabbiosi affioranti in successive piccole scarpate intervallate a fasce di terreno pianeggiante.

Nella parte più vicina al corso d'acqua la scarpata termina con un fronte verticale costituito dalla formazione litoide caratterizzata prevalentemente dalla presenza di tufi gialli, in parte protetto da vecchie opere di sostegno e contenimento in elementi litoidi scarsamente cementati, che appare comunque stabile.

NATURA DEL TERRENO: l'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di formazioni affioranti appartenenti a sedimenti piroclastici pleistocenici. In particolare, nell'area oggetto delle indagini si è riscontrata la presenza di depositi tufacei che caratterizzano il margine occidentale della caldera di Latera.

La formazione caratterizzante l'area di intervento è rappresentata da alternanze in orizzonti e lenti stratificate di tufi gialli, pomici, sabbie e limi ghiaiosi. Lo spessore complessivo della suddetta alternanza può valutarsi, dai dati bibliografici in possesso, tra i 30 m ed i 70 m.

Nello specifico, in base ai rilevamenti effettuati in sito ed ai dati ottenuti dai diversi sondaggi effettuati sotto la direzione del Dott. Geolog. Andrea Irsara, si è potuto ricostruire il seguente profilo stratigrafico del terreno:

- Strato N.1 → TERRENO DI COPERTURA (0.00m ÷ - 4.00 m dal P.C.) : terreni di riporto e materiale detritico prodotto del disfacimento della formazione tufacea. Presenta un addensamento medio ($N_{spt} = 4 \div 10$) con miglioramento graduale delle caratteristiche meccaniche con l'aumento della profondità;
- Strato N.2 → SUBSTRATO ROCCIOSO : costituito da alternanza di orizzonti litoidi marnosi a pomici chiare di elevata resistenza e livelli costituiti da strati tufacei.

Il suddetto litotipo corrisponde al terreno coinvolto nella messa in opera del manufatto di progetto.

CATEGORIA TOPOGRAFICA: Visto il contesto geologico e morfologico dell'area, come coefficiente amplificativo topografico, si è fatto riferimento alla Categoria T1.

SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI: le caratteristiche fisiche dei litotipi investigati lasciano presupporre, in occasione di eventi sismici, il non verificarsi di processi di liquefazione che possano dar luogo a fenomeni di cedimento non controllato anche differenziale.

CATEGORIA DEI TERRENI:

Alla luce della situazione litostratigrafica dell'area e dei dati sismici acquisiti è possibile associare i picchi della curva H/V a discontinuità di cui è nota la profondità, ottenendo una stima delle velocità delle onde di taglio e quindi il parametro V_{s30} richiesto dalle norme. Questo parametro è risultato di 431 m/s, per cui la categoria di suolo di fondazione è la B: Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30}

compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT>50, o coesione non drenata $c_u < 250 \text{ kPa}$), come definita nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle NTC08.

FALDA ACQUIFERA:

Considerati i livelli piezometrici registrati nell'area e il livello idrico del sottostante corso d'acqua che si mantiene anche nel periodo di magra, la falda libera classificabile come acquifero poroso litoide, si trova a profondità minime nell'ordine di 10 m dal piano campagna, confinata alla base dal substrato.

Pertanto, la realizzazione delle opere in progetto e delle relative fondazioni di tipo diretto non possono comportare alcuna interferenza con la falda, né alcuna modifica al regime di deflusso sotterraneo.

Il progetto prevede la restituzione in alveo delle acque derivate, non sono pertanto necessarie considerazioni riguardanti l'influenza dell'opera in progetto sull'equilibrio idrogeologico dell'area.

b) Descrizione generale della struttura

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto micro - idroelettrico denominato "Meleta 2" sito in destra idrografica del Torrente Meleta, all'interno del territorio del Comune di Pitigliano, Provincia di Grosseto.

Nella Mini-idraulica, termine con cui la UNIDO (Organizzazione delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Industriale) indica le centrali idroelettriche di potenza inferiore a 10 MW, vale la seguente classificazione:

- **pico** centrali $P < 5 \text{ kW}$
- **micro** centrali $P < 100 \text{ kW}$
- **mini** centrali $P < 1.000 \text{ kW}$
- **piccole** centrali $P < 10.000 \text{ kW}$

La struttura sarà posta sulla scarpata a monte dell'argine destro del suddetto torrente, subito a valle di una briglia, realizzata in conglomerato cementizio armato, che crea un salto di circa 8.00 m.

A valle della succitata briglia, a causa dell'erosione dovuta dal deflusso naturale delle acque, si è creato un ristagno che presenta mediamente una profondità di circa 60 cm. Per l'alimentazione dell'impianto di progetto si sfrutterà, ripristinandolo, un vecchio canale di adduzione la cui opera di presa è posta immediatamente a monte della briglia.

L'opera sarà costituita da una tradizionale presa laterale, che sostanzialmente ricalca gli spazi occupati dalla vecchia opera di presa esistente.

Il breve canale di derivazione dell'opera di presa sarà dotato, lato corso d'acqua, di una griglia a maglie larghe verticali per evitare l'ingresso di materiale grossolano all'interno del canale di derivazione e di una paratoia di presa a valle lato canale/vasca.

Dopo la paratoia di presa è stato previsto un canale/vasca con il fondo più basso sia del canale dell'opera di presa sia del canale di adduzione alla vasca di carico che costituisce l'alloggiamento dello sgrigliatore.

Questa vasca, con la funzione di vasca sghiaiatrice, avrà il fondo inclinato verso la parete lato corso d'acqua che a sua volta sarà attrezzata con una paratoia sghiaiatrice. Questa vasca sarà da svuotare periodicamente durante le operazioni di manutenzione in funzione dei periodi di maggior portata di sedimenti causati dai periodi particolarmente piovosi.

Nel canale di adduzione compreso tra il canale/ vasca sghiaiatrice e l'ingresso nella camera di carico è stata prevista una grigliatura fine attraverso uno sgrigliatore a catena munito di nastro trasportatore per allontanare verso un cassone di raccolta il materiale grigliato.

Il fabbricato di centrale comprende rispettivamente:

- vasca di carico con fondo inclinato avente funzione di vasca dissabbiatrice e paratoia dissabbiatrice lato corso d'acqua da aprire all'occorrenza per liberare depositi di sabbia;
- Sala macchina e alloggiamento quadri di macchina, previsti completamente sotto l'attuale piano di campagna.

Il diffusore della turbina sarà scavato fino alla quota dell'alveo di valle.

Questo consentirà la comunicazione dell'acqua di restituzione dalla turbina con l'acqua del laghetto esistente al piede della briglia, che peraltro continuerà ad essere costantemente alimentato dal Deflusso Minimo Vitale rilasciato a monte della briglia.

Per la realizzazione del pozzo e del canale, si procederà con la trivellazione di un preforo del diametro di 800 mm, che verrà poi incamiciato tramite un tubo in acciaio del diametro di 550 mm debitamente ancorato alle pareti del substrato roccioso (tufo). Si riporta di seguito una breve descrizione circa le strutture in C.A. con cui verranno realizzati tutti gli elementi facenti parte l'impianto.

1. Opera di presa: si sfrutterà il canale esistente, demolendo i muretti esistenti e mettendo in opera dei paramenti in conglomerato cementizio armato di altezza pari a circa 1.00 m dal Piano Campagna;
2. Canale di adduzione: questo sarà realizzato in C.A. gettato in opera. I paramenti verticali avranno un'altezza variabile tra il 1.90 m ed i 1.50 m dal Piano di Campagna ed uno spessore di 20 cm. Il suddetto canale avrà uno sviluppo longitudinale (perpendicolare al corso del Torrente) di circa 9.00 m ed una larghezza netta di 0.80m. I paramenti verticali verranno interrati in modo da ottenere strutture fuori terra per un massimo di 20 cm;
3. Canale sgrigliatore: verrà realizzato in C.A. gettato in opera. Gli elementi verticali saranno costituiti da setti dello spessore di 20 cm con un'altezza pari a 1.50 m. La larghezza netta equivale a 2.00m; all'interno di tale canale sarà alloggiata una griglia ed uno sgrigliatore a catena atti a setacciare il materiale più grossolano, nonché un nastro trasportatore atto ad allontanarlo dalla struttura ed evitare che questo si introduca nella camera di carico;
4. Camera di carico: questa è la prima camera del corpo principale del locale macchine ed ha la funzione di separare, per decantazione, la frazione più sottile del residuo solido presente nell'acqua prima che questa entri nella turbina. Tale

modulo avrà una pianta pressochè quadrata con lato di 3.00m e sarà composta da setti in C.A: gettato in opera dello spessore di 30 cm ed un'altezza pari a 2.90 m.

5. Sala Macchina: come la precedente sarà realizzata in C.A. gettato in opera. Anche in questo caso le pareti saranno realizzate con setti in C.A. gettato in opera dello spessore di 30 cm ed un'altezza pari a 2.90 m. In pianta avrà una forma rettangolare di lati rispettivamente 3.00 m e 3.40 m. Al contrario delle strutture descritte ai Punti 1) - 2) - 3), che non saranno dotate di solaio di copertura, le ultime due (Camera di carico e Camera turbina) saranno dotate di un solaio di copertura realizzato tramite una soletta piena in C.A. gettato in opera dello spessore di 20 cm.

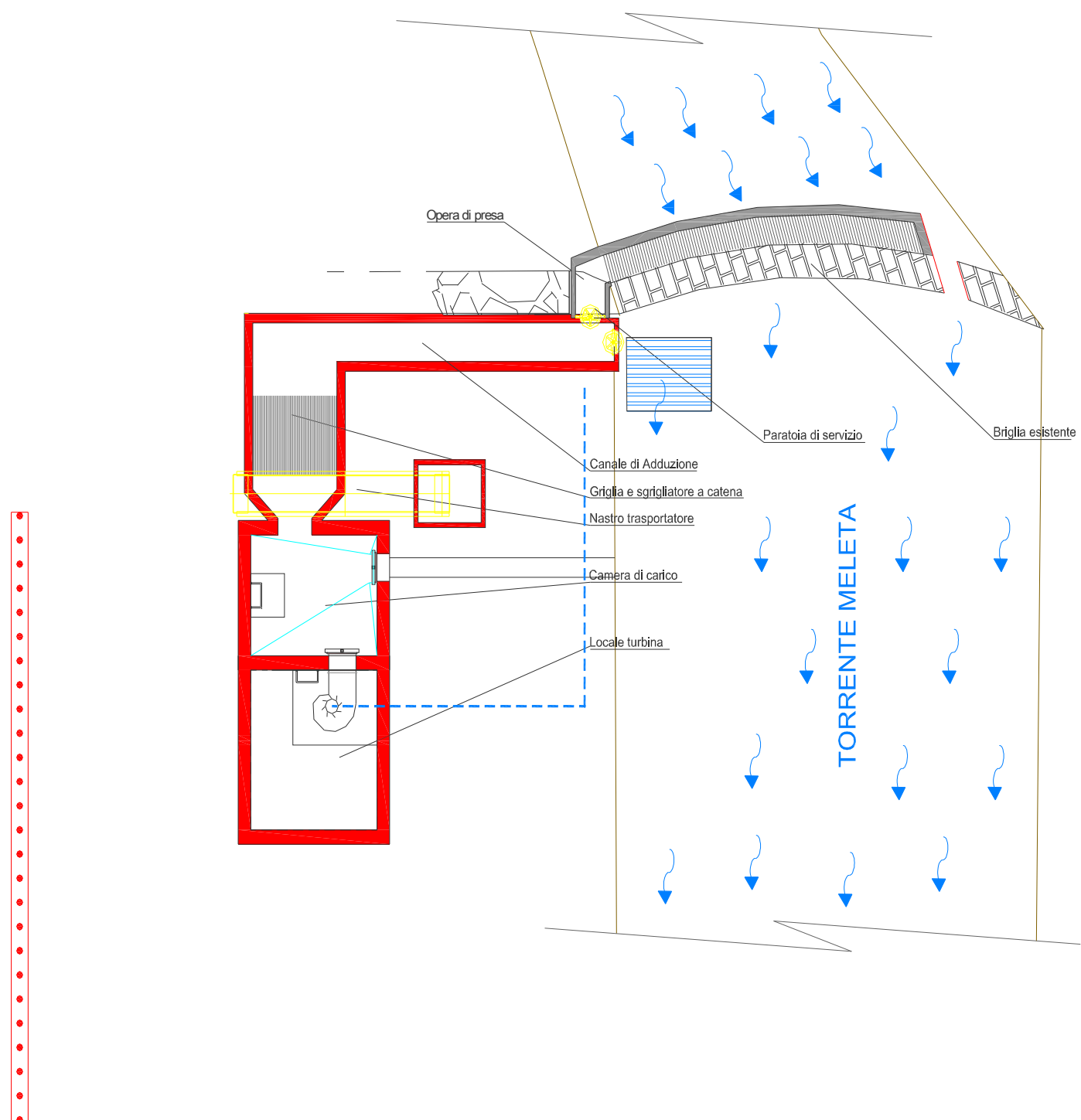
L'apparato fondale dell'intera struttura sarà rappresentato da platee in C.A. gettato in opera dello spessore di 30 cm attestato a quote differenti, a seconda delle esigenze di ogni singolo modulo.

Per garantire la sicurezza durante le lavorazioni di cantiere, ed allo stesso tempo non alterare la stabilità del versante, con possibili ripercussioni sulla Strada Provinciale posta nelle vicinanze, si prevederà la messa in opera di una batteria di micropali atti a sostenere il fronte di scavo.

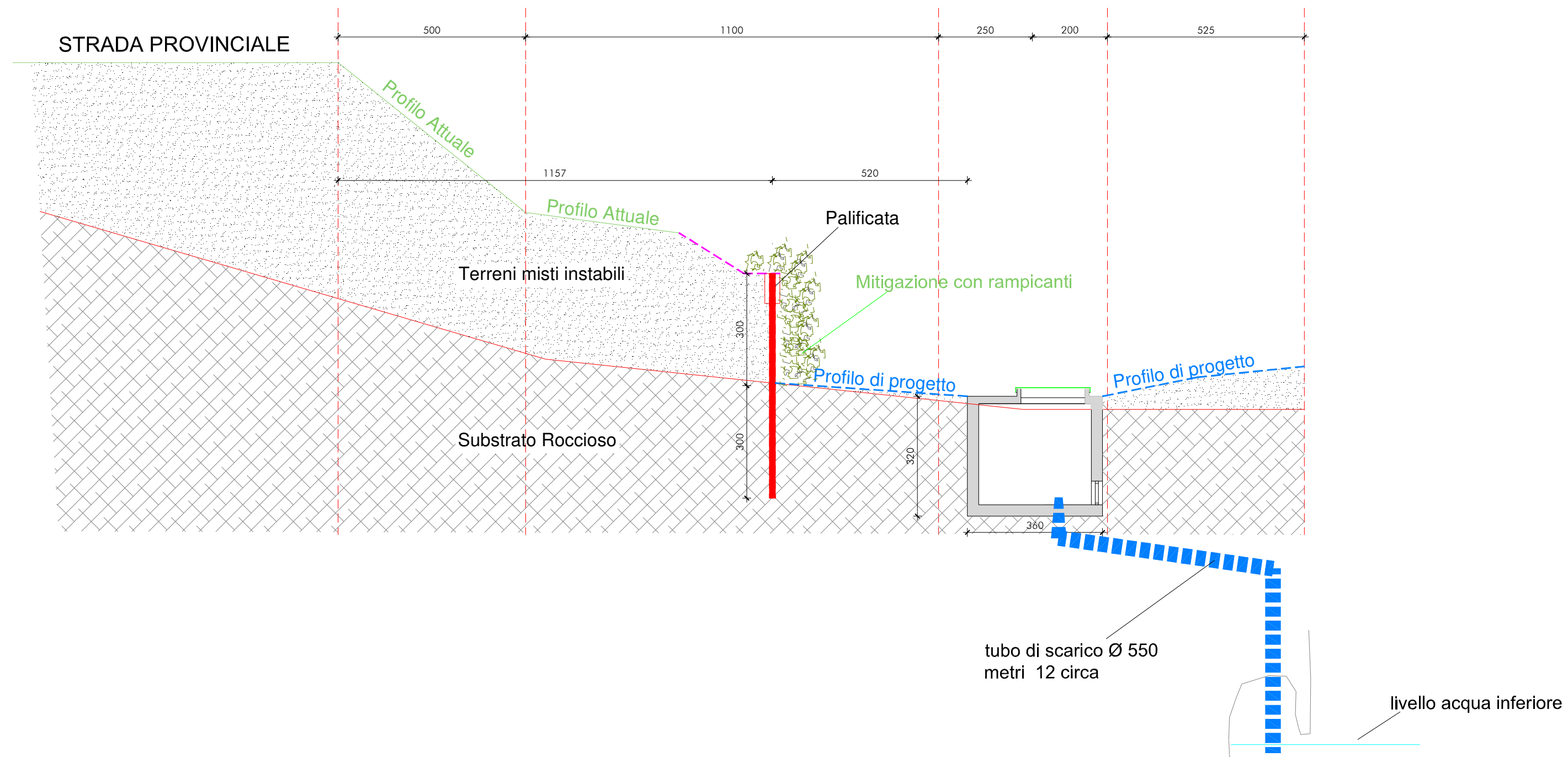
Questi avranno un diametro complessivo di 160mm e saranno dotati di un'armatura costituita da tubi in acciaio del diametro di 88.9 mm (Sp. 5 mm). Lo sviluppo verticale di ogni palo sarà di circa 6.00 m, di cui 3.00 m sarà "annegato" all'interno del substrato roccioso ed i restanti 3.00 m interesserà i terreni di riporto. Si prevederà un'interasse tra un micropalo ed un altro di 0.50 m.

Lo sviluppo in pianta della suddetta opera di sostegno sarà di circa 12 m.

Per meglio chiarire lo sviluppo della struttura di progetto, si riporta di seguito una pianta ed una sezione tipo con indicati tutti i moduli sopra descritti.



PIANTA DI PROGETTO



SEZIONE DI PROGETTO

Al termine delle lavorazioni le aree occupate dalla pista di cantiere e dal piazzale di manovra verranno ripristinate cercando di fornire un aspetto il più possibile simile allo stato originale.

c) **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il calcolo delle opere si è svolta nel rispetto della seguente normativa vigente:

D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;

Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 14.01.2008)

UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno

UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

d) **Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito**

VITA NOMINALE FABBRICATO : $V_N \geq 50$ anni

CLASSE D'USO : II

PERIODO DI RIFERIMENTO : $V_R \geq 75$ anni

CLASSE DI DUTTILITA' : Bassa

STATI LIMITE INDAGATI:

→ STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti

→ STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) - Verifica di resistenza

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO : B

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

COORDINATE GEOGRAFICHE : LAT. 42.633138N– LONG. 11.660988E

e) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale

- Conglomerato cementizio per le strutture di fondazione: PLATEA

Classe di resistenza: C32/40 ($R_{CK} \geq 40 \text{ N/mm}^2$)

Classe di esposizione: XC4

Classe di consistenza: S4

Dimensione Max inerte: 25mm

- Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione: SETTI

Classe di resistenza: C32/40 ($R_{CK} \geq 40 \text{ N/mm}^2$)

Classe di esposizione: XC4

Classe di consistenza: S4

Dimensione Max inerte: 25mm

- Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione: TRAVI

Classe di resistenza: C32/40 ($R_{CK} \geq 40 \text{ N/mm}^2$)

Classe di esposizione: XC4

Classe di consistenza: S4

Dimensione Max inerte: 25mm

- Acciaio per armature e getti in calcestruzzo

Barre:

B 450C

$$\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$$

Reti Elettrosaldate:

B 450C

$$\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$$

- Acqua

L'acqua per i getti sarà limpida e priva di sali in percentuali dannose ed in quantità strettamente necessaria.

f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

CLASSE DI DUTTILITA' : Bassa

REGOLARITA' IN PIANTA : No (§ 7.2.2. D.M. '08)

REGOLARITA' IN ALTEZZA : No (§ 7.2.2. D.M. '08)

TIPOLOGIA STRUTTURALE : Pareti Accoppiate in C.A. in Opera

FATTORE DI STRUTTURA : $q = 1.76$

I parametri propri del sito considerati durante la modellazione sono:

- Stato Limite di Danno (SLD) – controllo degli spostamenti

Pvr	Ag/g	F0	T'c	Fv	TB	TC	TD	SS
63%	0.07	2.454	0.27	0.882	0.128	0.385	1.883	1.2

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) – verifica di resistenza

Pvr	Ag/g	F0	T'c	Fv	TB	TC	TD	SS
10%	0.173	2.394	0.31	1.346	0.142	0.42	2.294	1.20

I vincoli interni che collegano travi e setti sono di incastro.

Le verifiche saranno effettuate sia direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio, mentre per le azioni dovute al sisma ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica, sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Nel modello vengono tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

Nella modellazione, tutti gli orizzontamenti, tranne la copertura del vano tecnico posto al piano settimo, sono stati considerati, per le loro caratteristiche costruttive, *Piani Ridigi*, ai sensi del § 7.2.6 NTC'08.

g) Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 14.01.2008 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; il fabbricato di progetto sarà, rientrando nella Cat. E2 della Tab. 3.1.II. delle NTC 2008 sotto riportata.

Le pareti in C.A. direttamente a contatto con il terreno saranno dimensionate e modellate considerando la condizione più sfavorevole, ossia quella in cui all'interno

del manufatto non si trovi acqua che compensi con la spinta idrostatica la spinta del terreno.

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 secondo categoria di appartenenza —	1,20 — —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

Le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche saranno verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio verificati sono:

- **Stato Limite di Danno (SLD)** – controllo degli spostamenti

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)** – verifica di resistenza

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio		
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2008; queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7(2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3)
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine(2.5.4)
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5):

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Ai fini delle NTC 2008 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

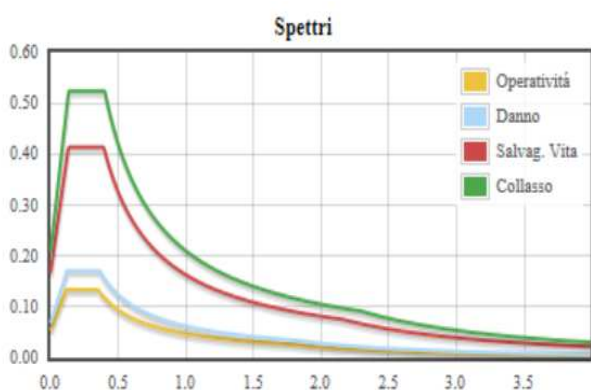
- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;

- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle NTC, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.



Parametri di Pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r	$a_g = A_g/g$	F_0	T^*_c
Operatività (SLO)	30	0.045	2.475	0.241
Danno (SLD)	50	0.057	2.496	0.251
Salvag. Vita (SLV)	475	0.139	2.479	0.277
Collasso (SLC)	975	0.174	2.51	0.283

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17). Si riportano di seguito le 34 combinazioni di calcolo:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1. FERRO PROPRIO	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. ARMATURA DI RINFORZO	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3. Var. Abitazioni	1.50	1.05	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
4. Var. Mercatino	.75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Var. Superficie	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Corr. Reg. dir. 0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
7. Corr. Reg. dir. 90	0.00	0.00	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8. AZIONE D'URTO, DIR 0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
9. AZIONE D'URTO, DIR 90	0.00	0.00	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10. CORRETT. AZIONE D'URTO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

h) Indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione stessa

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14.01.2008 ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
- analisi dinamica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica;
- verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio;
- verifiche tensionali per le sezioni in legno.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 14.01.08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Fattore $\Theta = \frac{P \cdot d}{V \cdot h} = 0.001 < 0.1 \Rightarrow$ Effetti del secondo ordine TRASCURABILI
(§7.3.1. D.M. '08)

i) Criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica

→ *STATO LIMITE DEL DANNO (S.L.D.) – Controllo degli spostamenti*

A seguito del sisma, la costruzione nel suo complesso (incluso elementi strutturali, elementi non strutturali, apparecchiature rilevanti, ecc.) subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

→ *STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA (S.L.V.) - Verifica di resistenza*

A seguito del sisma, la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative

Si allegano di seguito le principali configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture di progetto.

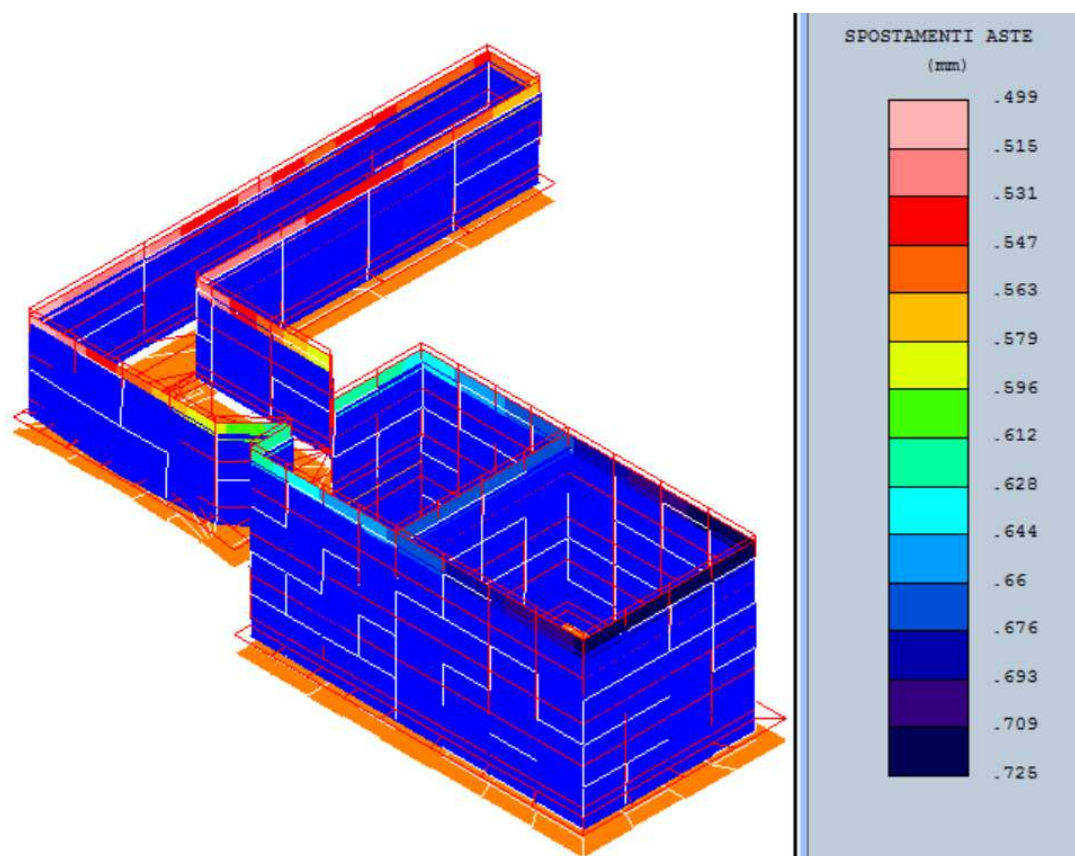


FIG. 1 - Diagramma degli Spostamenti Travi Coronamento in C.A. (INVILUPPO)

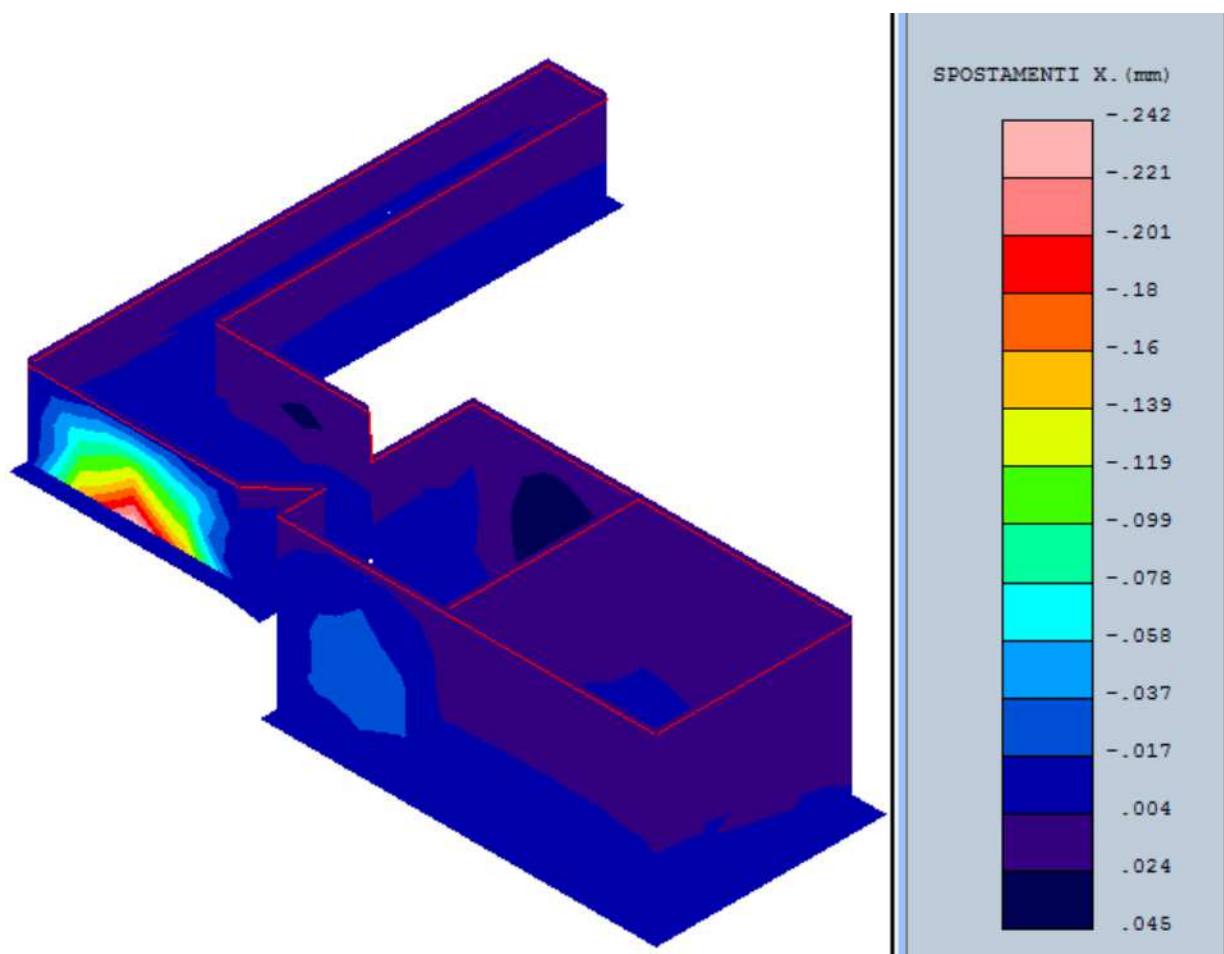


FIG. 2 - Diagramma degli Spostamenti direzione X Setti in C.A. (INVILUPPO)

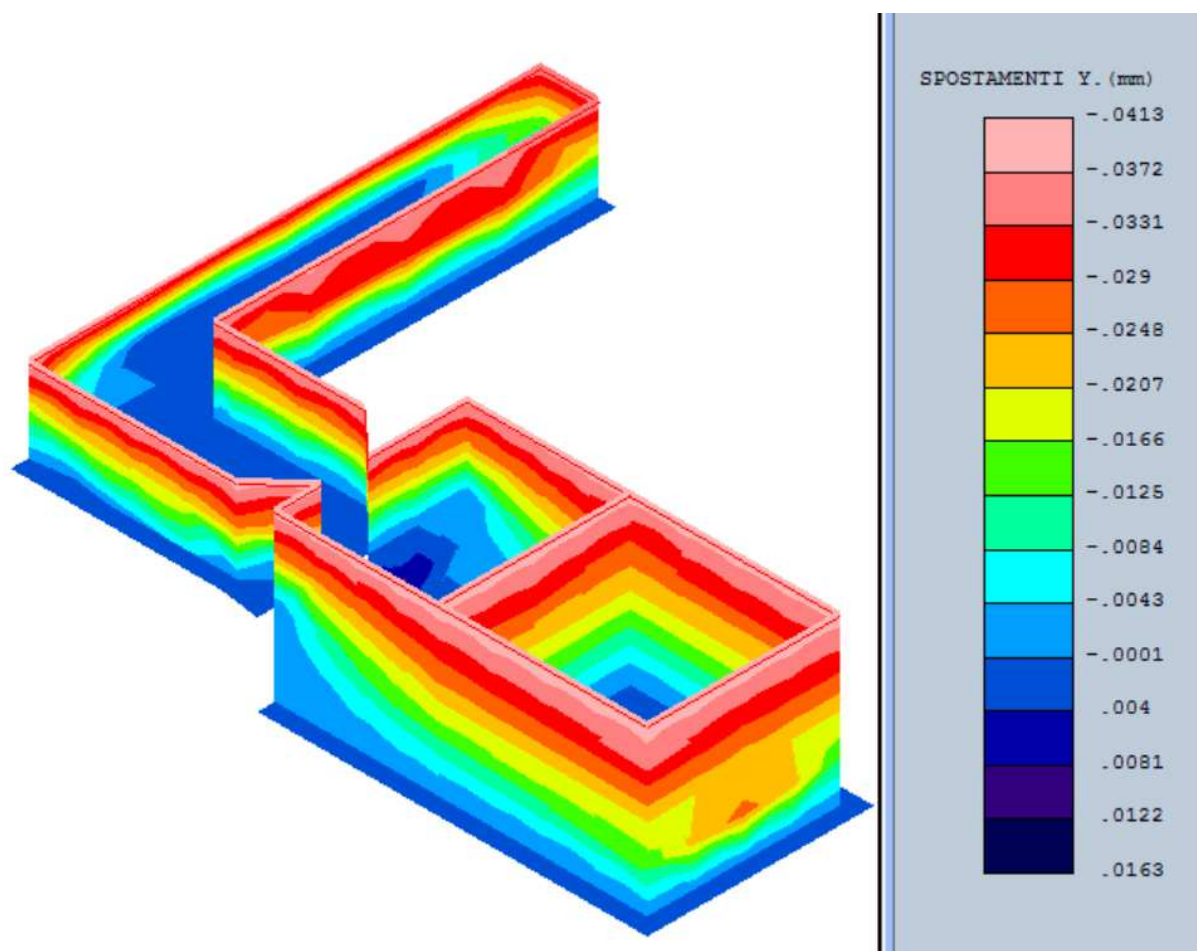


FIG. 3 - Diagramma degli Spostamenti direzione Y Setti in C.A. (INVILUPPO)

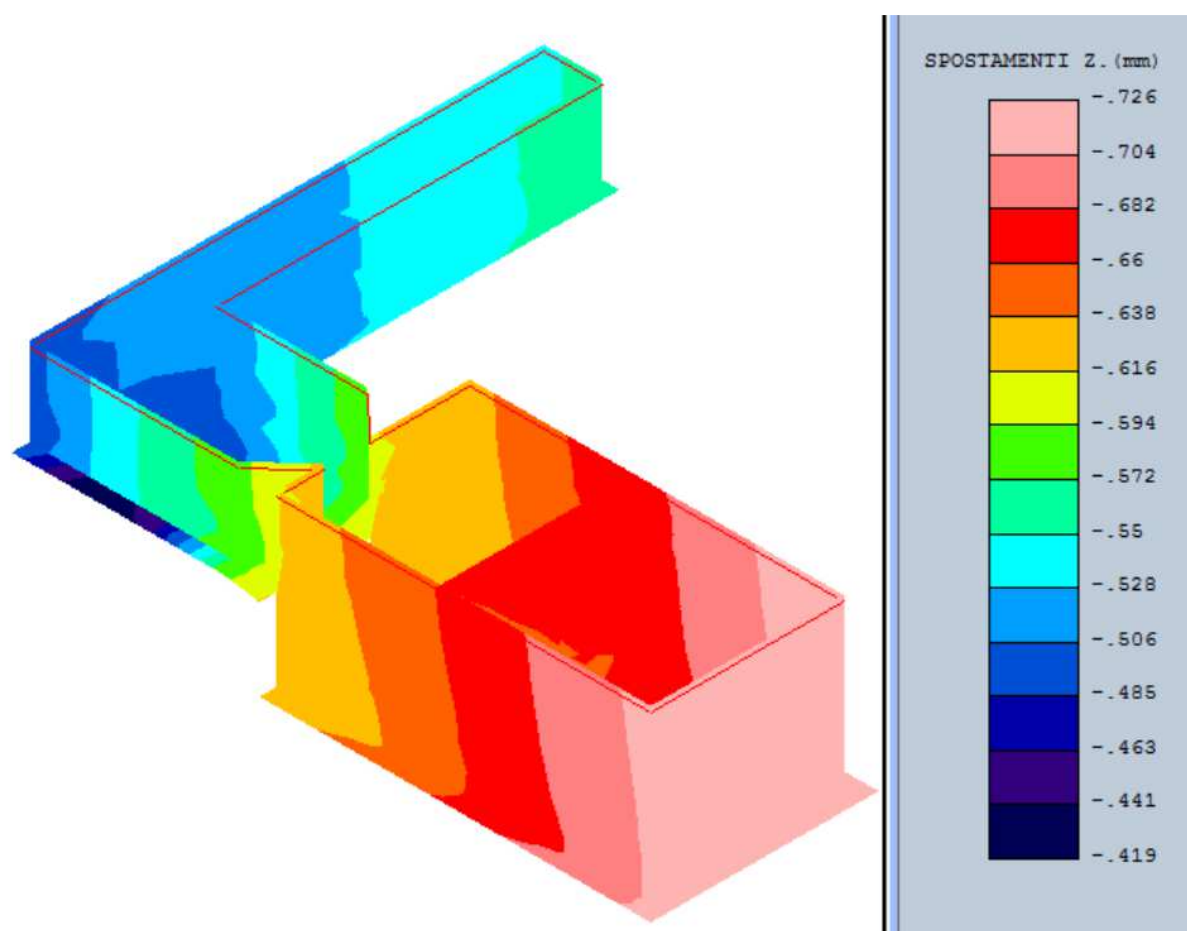


FIG. 4 - Diagramma degli Spostamenti direzione Z Setti in C.A. (INVILUPPO)

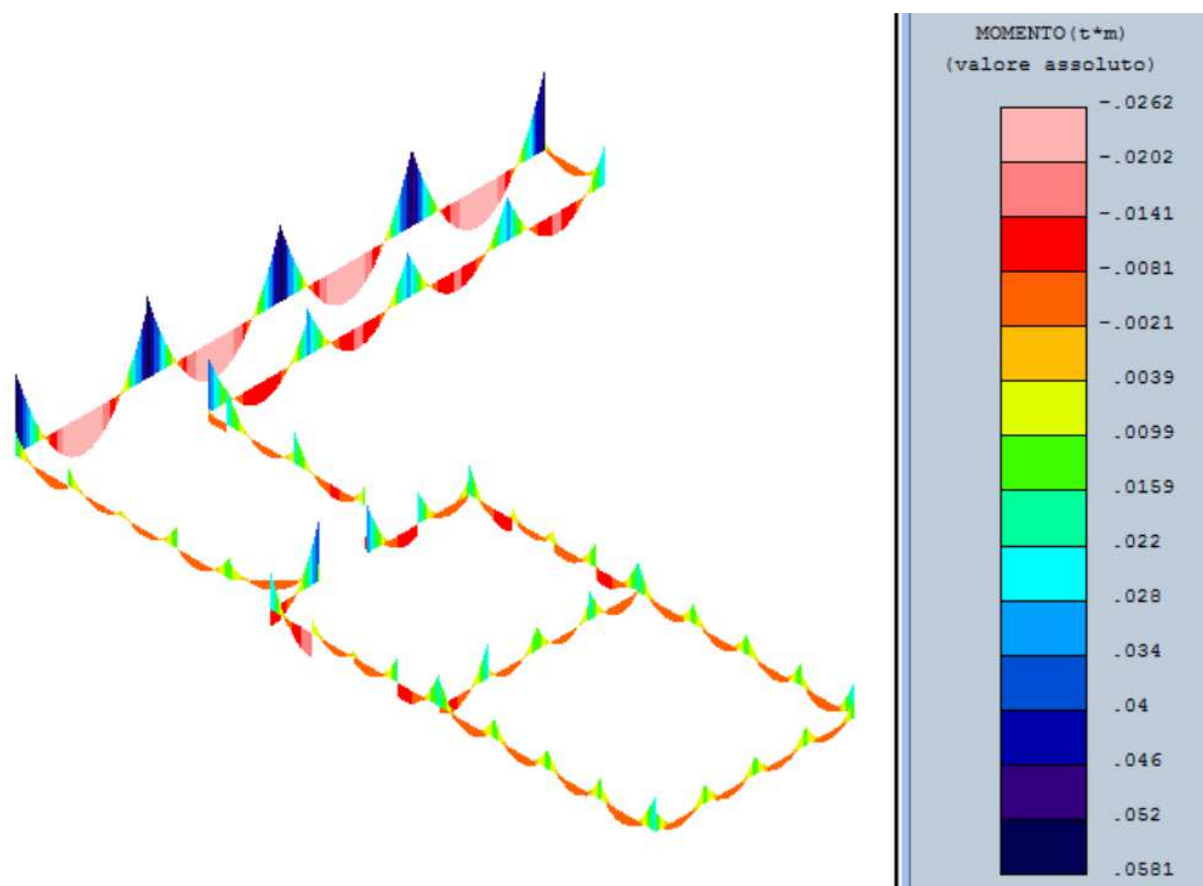


FIG. 5- Diagramma dei Momenti Mx/My Travi Coronamento in C.A. (INVILUPPO)

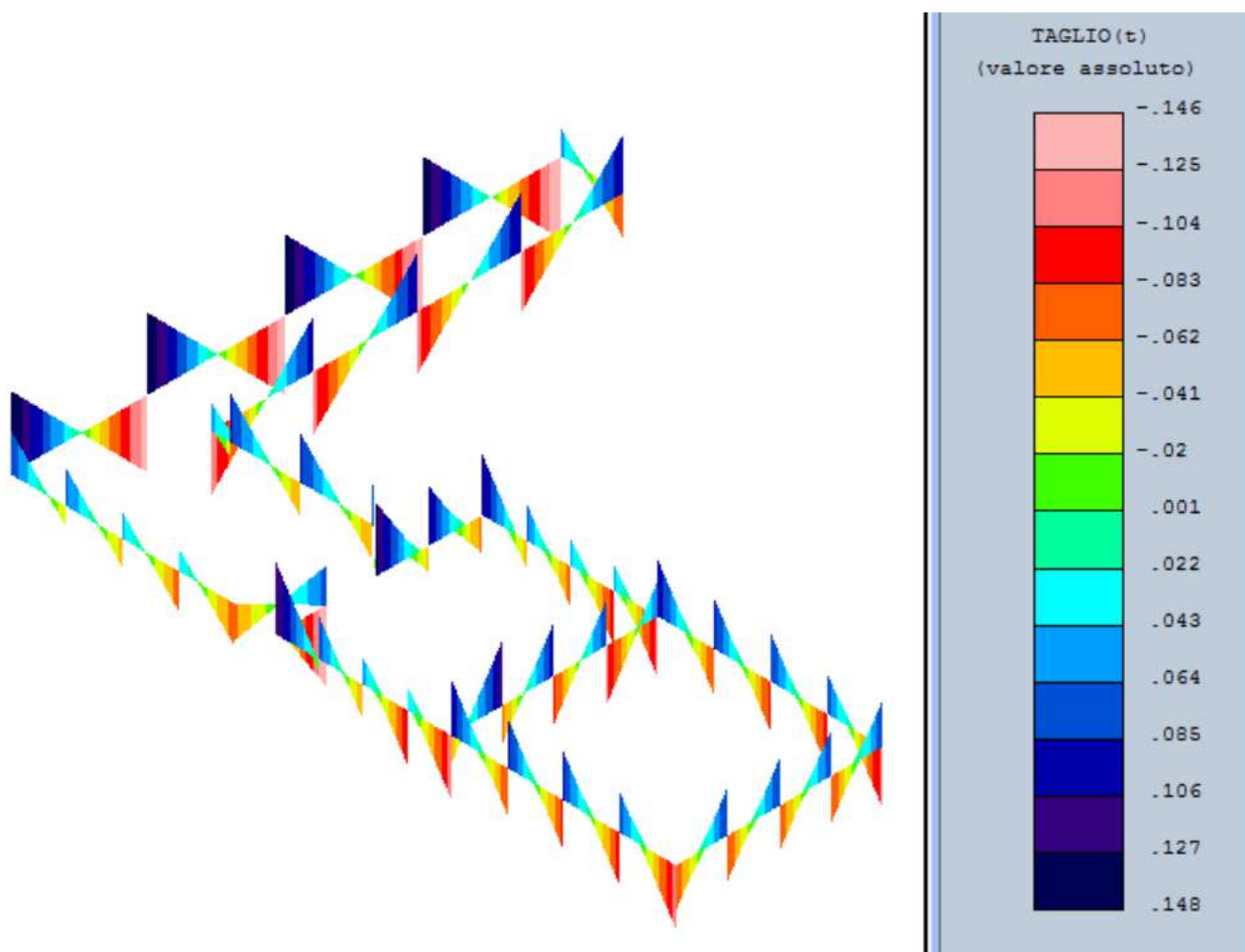


FIG. 6 - Diagramma del Taglio Tx/Ty Travi Coronamento in C.A. (INVILUPPO)

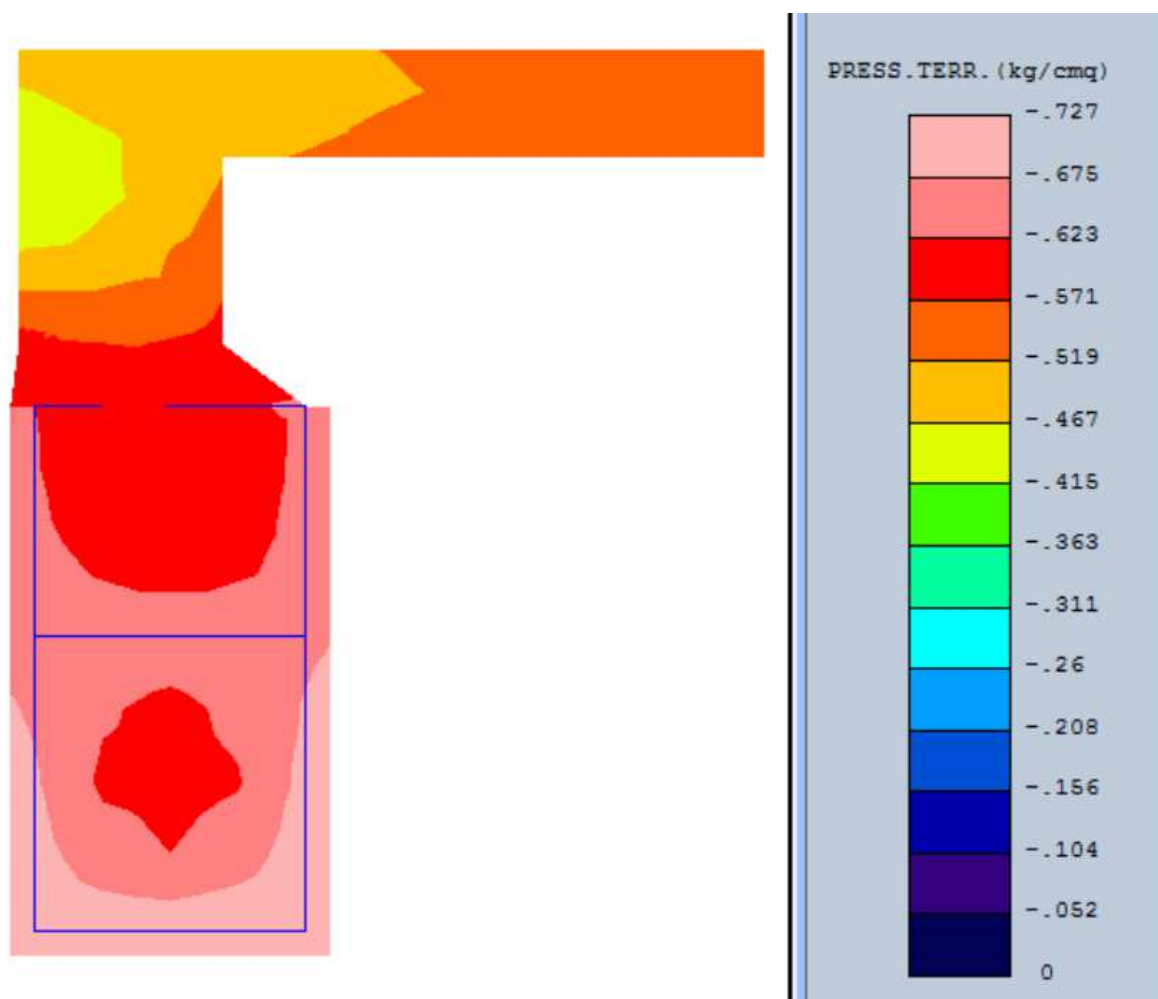


FIG. 7 - Diagramma delle pressioni sul terreno (INVILUPPO)

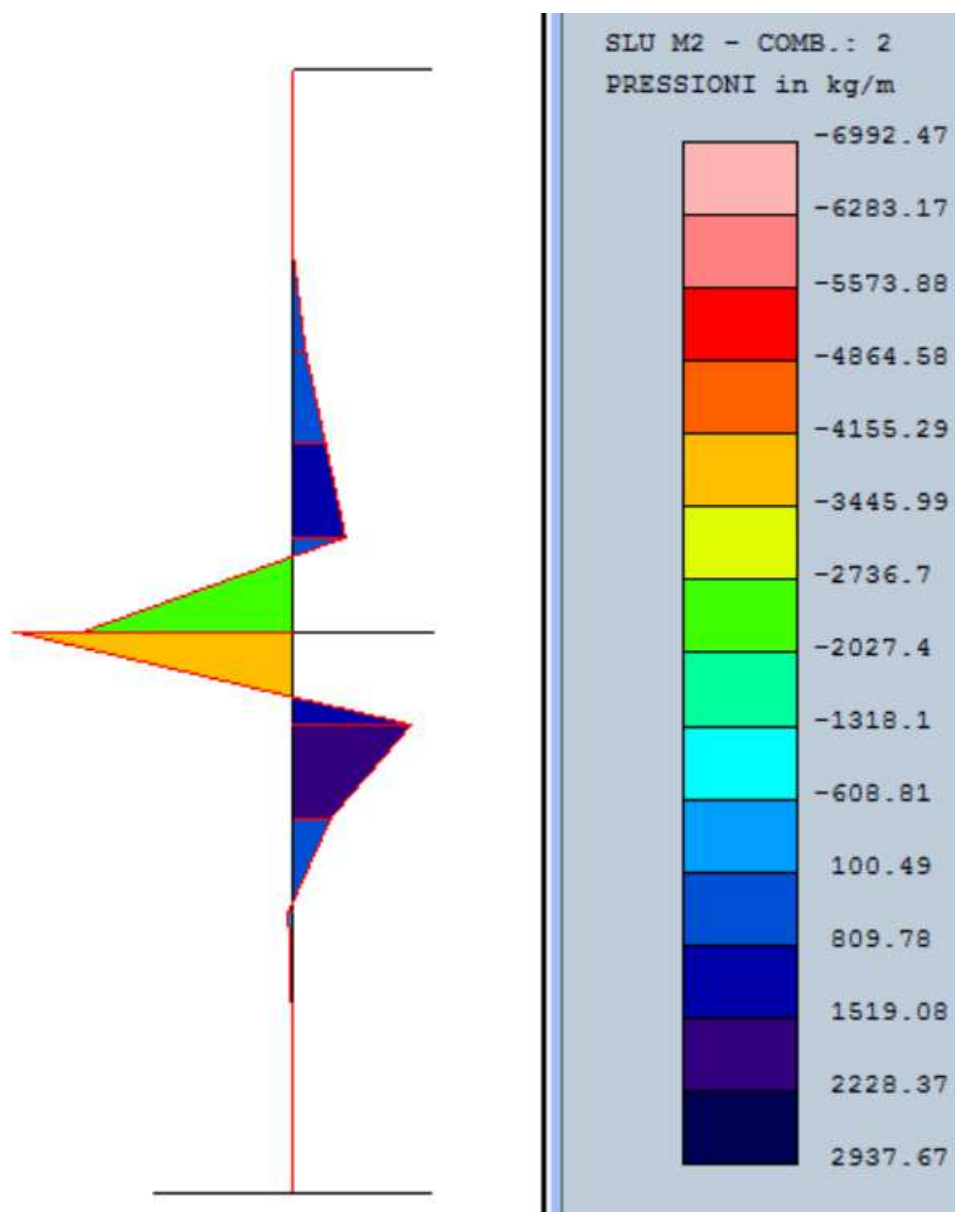


FIG. 8 - Diagramma delle Pressioni agenti sulla palificata (INVILUPPO)

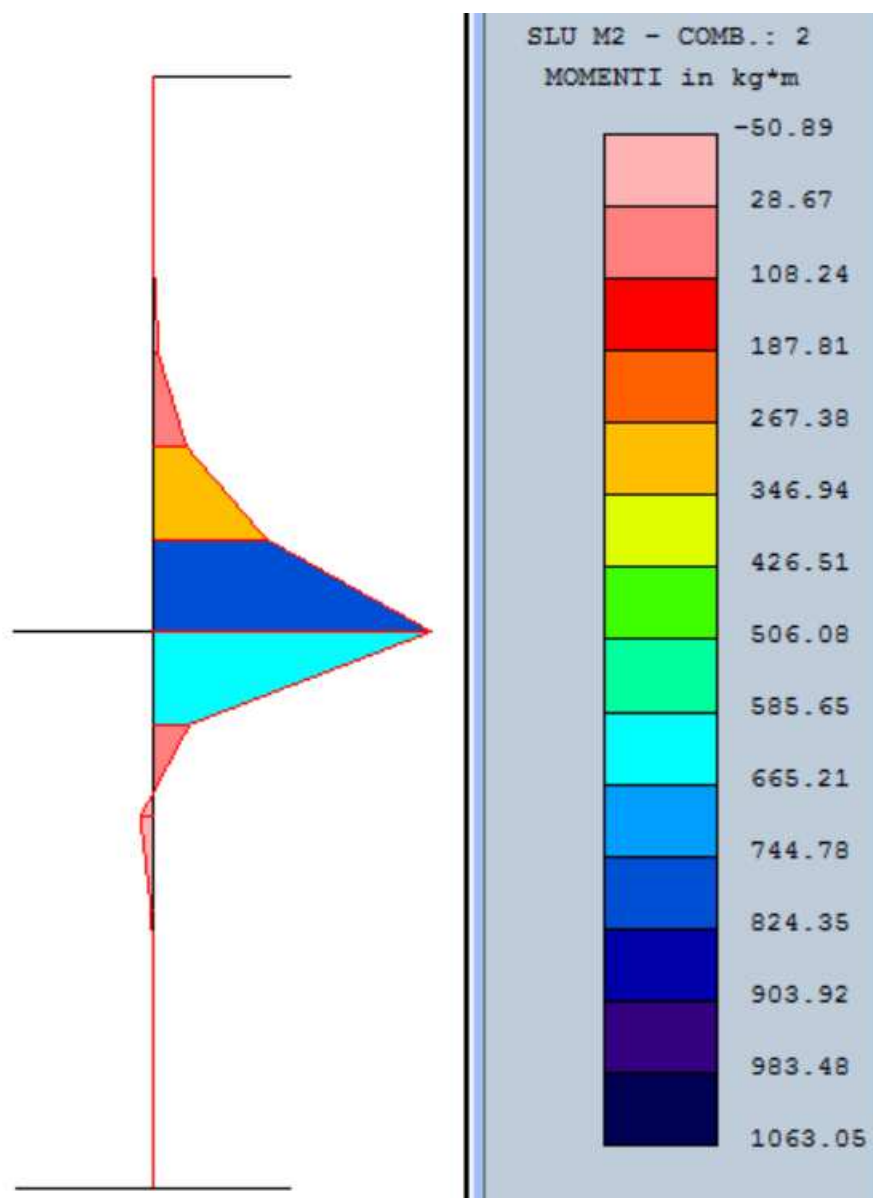


FIG. 9 - Diagramma Momenti Flettenti agenti sulla palificata (INVILUPPO)

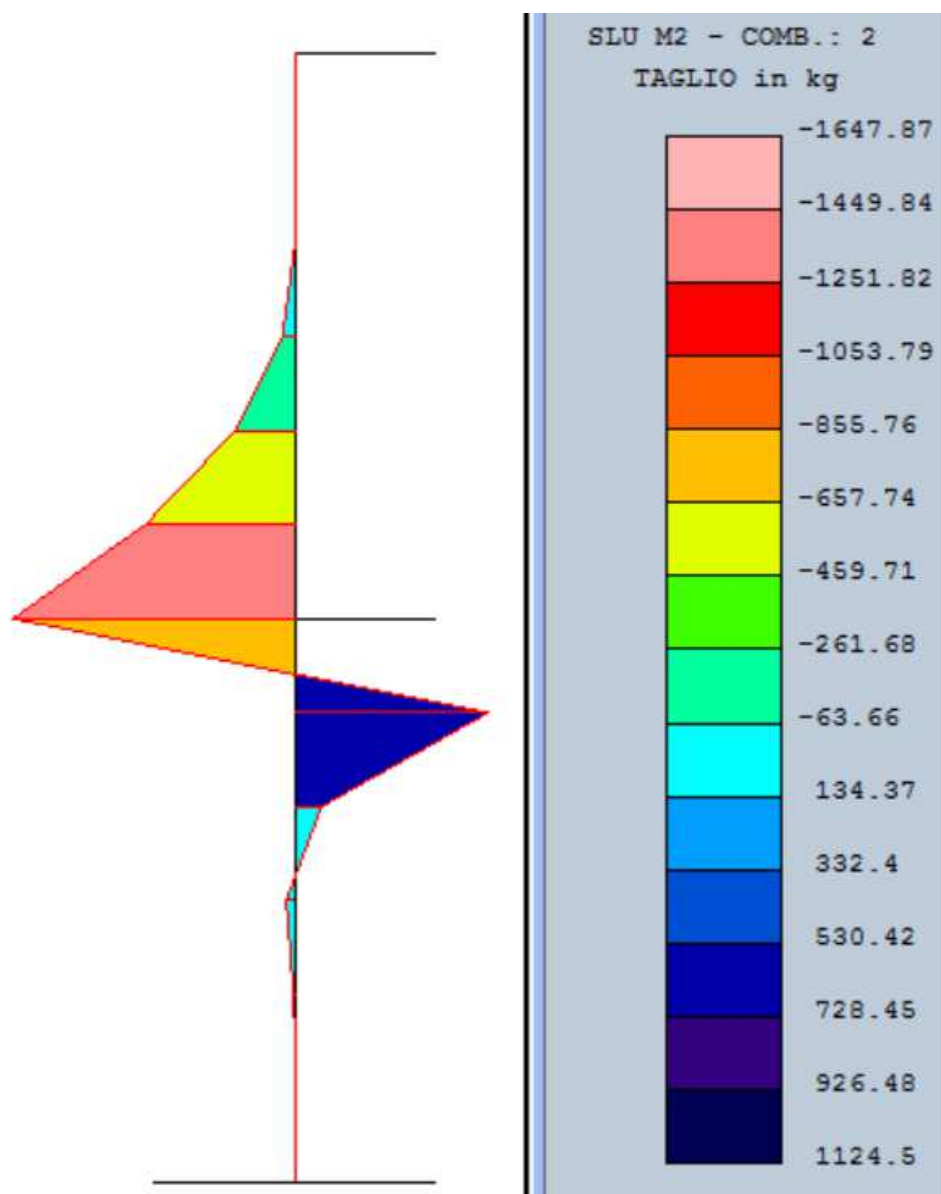


FIG. 9 - Diagramma Taglio agente sulla palificata (INVILUPPO)

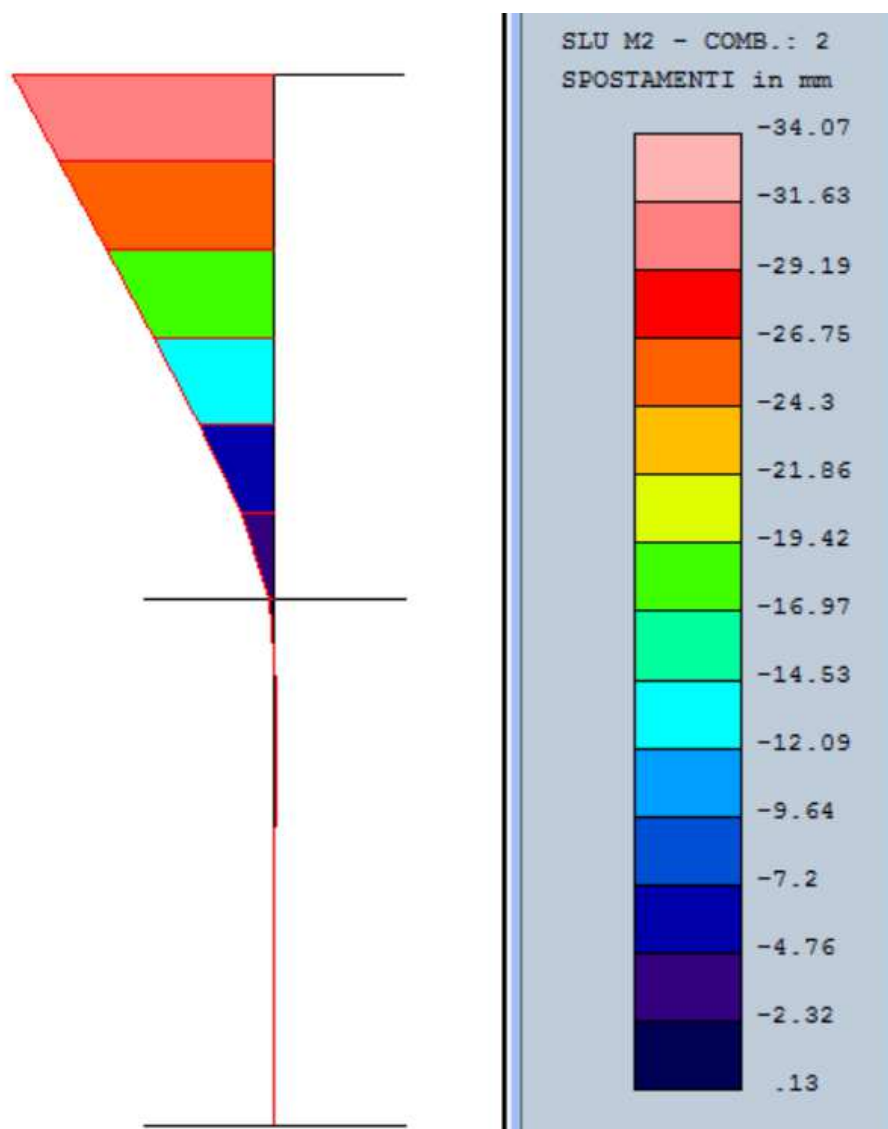


FIG. 10 - Diagramma degli Spostamenti Palificata (INVILUPPO)

k) Caratteristiche di affidabilità del codice di calcolo

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso. La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

l) Geomorfologia a assetto litostratigrafico

Per la definizione della caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, anche in considerazione delle difficoltà di accesso ai luoghi, sono state effettuate due prove penetrometriche dinamiche spinte fino a condizioni di rifiuto che coincidono con la presenza del substrato roccioso, i cui risultati vengono confermati dai parametri di resistenza al taglio ottenuti da sondaggi, prove in sito e di laboratorio su campioni rappresentativi, effettuati in aree limitrofe nello stesso contesto litologico.

Inoltre, per la definizione dei parametri sismici è stata realizzata una prospezione geofisica con elaborazione MASW delle onde di taglio superficiali.

NATURA DEL TERRENO: l'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di formazioni affioranti appartenenti a sedimenti piroclastici pleistocenici. In particolare, nell'area oggetto delle indagini si è riscontrata la presenza di depositi tufacei che caratterizzano il margine occidentale della caldera di Latera.

La formazione caratterizzante l'area di intervento è rappresentata da alternanze in orizzonti e lenti stratificate di tufi gialli, pomici, sabbie e limi ghiaiosi. Lo spessore complessivo della suddetta alternanza può valutarsi, dai dati bibliografici in possesso, tra i 30 m ed i 70 m.

Nello specifico, in base ai rilevamenti effettuati in sito ed ai dati ottenuti dai diversi sondaggi effettuati sotto la direzione del Dott. Geolog. Andrea Irsara, si è potuto ricostruire il seguente profilo stratigrafico del terreno:

- Strato N.1 → TERRENO DI COPERTURA (0.00m ÷ - 4.00 m dal P.C.) : terreni di riporto e materiale detritico prodotto del disfacimento della formazione tufacea. Presenta un addensamento medio ($N_{spt} = 4 \div 10$) con miglioramento graduale delle caratteristiche meccaniche con l'aumento della profondità;
- Strato N.2 → SUBSTRATO ROCCIOSO : costituito da alternanza di orizzonti litoidi marnosi a pomici chiare di elevata resistenza e livelli costituiti da strati tufacei.

Il suddetto litotipo corrisponde al terreno coinvolto nella messa in opera del manufatto di progetto.

I relativi valori caratteristici dei parametri geotecnici sono stati scelti sulla base del criterio che prescrive, secondo la normativa vigente, di cui al paragrafo C.6.2.2 della Circolare Ministeriale 617/2009, l'adozione dei valori minimi ottenuti dalle diverse prove disponibili, da applicare nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo.

Si riportano i valori dei suddetti parametri geotecnici caratteristici corrispondenti ai litotipi presenti.

Valori caratteristici dei parametri geotecnici terreno di copertura

Definizione	Sabbia fine debolmente ghiaiosa con frammenti litici			
Classificazione	<i>Materiale granulare, sottogruppo SM: sabbia fine con fine non plastico. Gruppo A-3, indice di gruppo: 0.</i>			
Peso di volume	γ	kN/mc	18.0	
Peso di volume secco	γ_d	kN/mc	16.0	
Numero di colpi prova penetrometrica	Nspt	-	4 - 10	
Angolo d'attrito drenato	φ'	(°)	27	
Compressione semplice	qu	daN/cm ²	1.2	
Coesione non drenata	c _u	daN/cm ²	0.6	
Modulo di deformazione	E	daN/cm ²	195	
Modulo di reazione unitario	k _h	daN/cm ²	2.0	

Valori caratteristici dei parametri geotecnici substrato litologico (terreno di fondazione)

Definizione	Ammasso roccioso stratificato con alternanze di litotipi			
Classificazione	<i>Qualità scadente di classe IV con indice RMRb = 42 e RMRc = 35</i>			
Peso di volume	γ	kN/mc	20.0	
Peso di volume secco	γ_d	kN/mc	18.0	
Numero di colpi prova penetrometrica	Nspt	-	> 50	
Angolo d'attrito drenato	φ'	(°)	30	
Resistenza compressione semplice	qa	daN/cm ²	10	
Coesione non drenata	c _u	daN/cm ²	1.0	
Modulo di deformazione	E	daN/cm ²	1200	
Modulo di taglio	G	daN/cm ²	440	
Coefficiente di Poisson	m	-	0.35	
Modulo di reazione unitario	k _h	daN/cm ²	13	

TABULATI DI CALCOLO

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (**SLD**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.
- Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1-1 - EN206 - EN 1992-2-1:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)

- Per dimensioni $\leq 150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$
- Per dimensioni $= 400 \text{ mm} \pm 15 \text{ mm}$
- Per dimensioni $\geq 2500 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (**SLE**) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 14.01.2008. e relative Istruzioni.

TABULATI DI CALCOLO

Si allegano i tabulati forniti dall'output del programma "CDS" utilizzato per il dimensionamento delle strutture del fabbricato di progetto.