

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.  
DIREZIONE OPERATIVA INFRASTRUTTURA TERRITORIALE (DOIT)

PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA

**ETS S.r.l.**

Via Benedetto Croce, 68  
00142 Roma  
email: info@etsingegneria.it

SOGGETTO TECNICO: RFI - DIREZIONE OPERATIVA INFRASTRUTTURA TERRITORIALE DI GENOVA  
S.O. INGEGNERIA

### PROGETTO ESECUTIVO

Aggiornamento della Progettazione Esecutiva della galleria artificiale di Mele  
(compreso il relativo tracciato ferroviario, dal PL fino all'imbocco della galleria del Turchino),  
comprensiva degli interventi propedeutici alla realizzazione della galleria artificiale - Linea Genova - Ovada - Acqui Terme

### CUNICOLO DRENANTE RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA : --  
FOGLIO 1 di 76

PROGETTO/ANNO    SOTTOPR.    LIVELLO    NOME DOC.    PROGR.OP.    FASE FUNZ.    NUMERAZ.

3 5 3 7 2 3	0 0 0	P E	T S P N	0 1	0 0	0 5 1 5
-------------	-------	-----	---------	-----	-----	---------

Rev.	Descrizione	Progettista	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
0	EMISSIONE	E.Miraglia	13/10/2023	R.Romanello	13/10/2023	L.Catalo	13/10/2023	D.Lagostena	13/10/2023
1	EMISSIONE	R.Giordano	29/01/2024	F.Foria	29/01/2024	L.Catalo	29/01/2024	D.Lagostena	29/01/2024
		<i>Riccardo Giordano</i>							



LINEA

L	4	4	1

SEDE TECNICA

L	O	0	2	8	2



---

1	Introduzione .....	3
2	Normative e documentazione di riferimento .....	4
2.1	Normative.....	4
2.2	Bibliografia .....	4
2.3	Documenti di progetto di riferimento.....	5
2.4	Sitografia.....	5
3	Inquadramento dell'area di studio .....	6
3.1	Inquadramento geografico.....	6
3.2	Inquadramento geologico .....	6
3.3	Assetto geomorfologico .....	11
3.4	Dinamica di versante .....	12
3.5	Quadro del dissesto idrogeologico .....	17
4	Interventi di progetto .....	19
4.1	Scatolare drenante e paramento drenante.....	19
5	Normativa di riferimento.....	21
6	Descrizione della struttura .....	22
7	Materiali impiegati.....	23
8	Analisi dei carichi .....	24
8.1	PESO PROPRIO .....	24
8.2	PESO E SPINTA DELLE TERRE.....	24
8.3	COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI DELLE AZIONI.....	26
8.4	Prospetto delle condizioni di carico .....	27
9	Analisi di calcolo .....	29
9.1	Calcolo delle sollecitazioni nelle travi e degli spostamenti nodali .....	29
9.2	Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo .....	30
9.3	SOLLECITAZIONI ESTERNE .....	31
9.4	DESCRIZIONE DELLE SEZIONI E AREE DEI FERRI .....	32
9.5	SOLLECITAZIONI RESISTENTI .....	32

9.6	Verifica allo stato limite di esercizio.....	33
9.6.1	VERIFICA A FESSURAZIONE (4.1.2.2.4.5) .....	33
9.6.2	Calcolo delle tensioni di esercizio (4.1.2.2.5) .....	33
9.7	Verifica sismica della struttura.....	34
9.7.1	Dati di progetto dell'azione sismica .....	34
9.7.2	Incremento dinamico della spinta .....	35
9.8	Verifica delle sezioni allo S.L.U. - Conclusioni .....	36
9.8.1	Sollecitazioni trasmesse alle fondazioni .....	37
10	Codici di calcolo.....	38

#### ALLEGATI: TABELLE DEI RISULTATI

- Dati geometrici dell'opera - Materiali
- Descrizione del telaio
- Descrizione delle sezioni
- Coefficienti moltiplicativi delle azioni
- Condizione di carico 10: Dati carichi
- Condizione di carico 10: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 10: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 10bis: Dati carichi
- Condizione di carico 10bis: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 10bis: Verifica delle sezioni – SLU
- Verifica a fessurazione: combinazione quasi permanente
- Condizione di carico 91(sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 91: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 91: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 92 (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 92: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 92: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 93: (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 93: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 93: Verifica delle sezioni – SLU
- Condizione di carico 94 (sisma): Dati carichi
- Condizione di carico 94: Sollecitazioni nelle travi – Spostamenti nodali
- Condizione di carico 94: Verifica delle sezioni – SLU
- Sollecitazioni trasmesse alle fondazioni

## 1 Introduzione

La seguente relazione rientra nell'ambito della Progettazione Esecutiva con oggetto "Aggiornamento della Progettazione esecutiva della galleria artificiale di Mele (compreso il relativo tracciato ferroviario, dal PL fino all'imbocco della galleria del Turchino), comprensiva degli interventi propedeutici alla realizzazione della galleria artificiale- Linea Genova – Ovada – Acqui Terme".

Nello specifico tale relazione è inerente al progetto di realizzazione della Galleria artificiale, delle relative opere strutturali ed idrauliche, delle opere di consolidamento delle opere di contenimento preesistenti e delle opere inerenti alla sistemazione definitiva del versante, in località Mele (Genova).

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Mele, provincia della città metropolitana di Genova in Liguria. Nel punto mediano del sito, le coordinate geografiche (sistema di riferimento WGS 84) sono le seguenti: *Latitudine* 44°28'25.00"N e 8°43'59.93"E. Di seguito uno stralcio della cartografia Google Earth con indicata la zona oggetto di studio.



*Figura 1 – Ubicazione del sito di intervento.*

Nel presente elaborato sono descritti gli studi e le analisi di calcolo condotte sullo scatolare drenante.

---

## 2 Normative e documentazione di riferimento

### 2.1 Normative

- Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 47 del 11 marzo 1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- UNI ENV 1997-1 Eurocodice 7: "Progettazione geotecnica" Parte 1;
- UNI 10006-2002 Costruzione e manutenzione delle strade – Tecniche di impiego delle terre;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" pubblicate sulla G.U. n. 8 del 20/02/2018;
- Circolare esplicativa CSLLPP del 21/01/2019: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni'" di cui al D.M. 17/01/18;
- Calcestruzzo: UNI EN 206-1:2001 - Specificazione, prestazione, produzione e conformità e UNI 11104:2004 - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 201-1.
- Classe di esposizione: linee guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in conformità con l'Eurocodice 2-1-1:2005 e la norma UNI EN 206-1.
- Calcolo dell'apertura delle fessure nello stato limite di servizio: D.M. 9/1/96 e circ. min.LL.PP n°252 del 15/1/96.
- Sismicità del Comune in cui sorge l'opera: i parametri sismici sono stati assunti dal sito Internet del Ministero dei Lavori Pubblici.
- Calcolo della capacità portante delle fondazioni: Brinch-Hansen J. (1970) "A Revised and Extended.

### 2.2 Bibliografia

- ALLASINAZ A., GELATI R., GNACCOLINI M., MARTINIS B., OROMBELLI G., PASQUARÈ G. & ROSSI P. M. (1971) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio n. 82 "Genova" – Roma, Nuova Tecnica Grafica
- AA. VV. (1971) – Foglio n. 82 "Genova" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Servizio Geologico d'Italia
- AA.VV., coord. Vanossi M. (1994) – Guide geologiche regionali. Alpi Liguri. – Società Geologica Italiana 293 pp
- CAPPONI G., GOSSO G., SCAMBELLURI M., SILETTO G. B., TALLONE S. (1994) - Carta geologico-strutturale del settore centro-meridionale del Gruppo di Voltri (Alpi Liguri) e note illustrative. - Bollettino Società Geologica Italiana, 113, 2, 383 - 394
- CASALE L., GIUFFRÈ A., TRAVERSO M., LOMBARDI M. (2002) - Provincia di Genova. Ambiti regionali di bacino 12 e 13. Piani di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico. Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio. Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
- CHIESA S., CORTESOGNO L., FORCELLA F., GALLI M., MESSIGA B., PASQUARÈ G. & PEDEMONTE G. M. (1975) – Assetto strutturale e interpretazione del Gruppo di Voltri. – Boll. Soc. Geol. It., 94, 555-581
- PROVINCIA DI GENOVA (2013) – Piano di Bacino. Ambiti 12 e 13. Piani stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art. 1 del D.L. 11/06/1998 n. 180 convertito in Legge 03/08/1998 n. 267 e s.m.i..
- REGIONE LIGURIA & AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (2023) - Piani di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico (ai sensi dell'art. 1, comma1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998). Ambiti regionali di bacino 12 e 13
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1971) – Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio n. 82 Genova. II Edizione, Roma

- 
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2007) – Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio n. 213 Genova. Progetto CARG, Firenze;
  - Formula for Bearing Capacity". Bull. n° 28 – Danish Geotechnical Institute – Copenhagen.
  - Riduzione della capacità portante per il sisma: Pecket A. (1997) "Analytical formula for a seismic bearing capacity of shallow strip foundations" Proc. 14th Int. Conf. On soil Mechanics and Foundation Engineering.

### ***2.3 Documenti di progetto di riferimento***

- Progetto esecutivo 2003 "Lavori urgenti, atti a mettere in sicurezza zone del muro di controripa al km 22+530 della linea Genova-Ovada in Stazione di Mele, danneggiato da cause di forza maggiore nonché interventi vari di sistemazione del versante sovrastante il muro resto" – Rete Ferroviaria Italiana

### ***2.4 Sitografia***

- <http://www.pianidibacino.ambienteinliguria.it/GE/ambiti12e13/ambiti12e13.html>
- <http://svcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>
- [https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/213\\_GENOVA/Foglio.html](https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/213_GENOVA/Foglio.html)
- <http://www.pcn.minambiente.it>

### 3 Inquadramento dell'area di studio

#### 3.1 Inquadramento geografico

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Mele, provincia della città metropolitana di Genova in Liguria. Nel punto mediano del sito, le coordinate geografiche (sistema di riferimento WGS 84) sono le seguenti: *Latitudine* 44°28'25.00"N e *8°43'59.93"E*. Di seguito uno stralcio della cartografia Google Earth con indicata la zona oggetto di studio.



*Figura 2 – Ubicazione del sito di intervento.*

#### 3.2 Inquadramento geologico

Per il settore oggetto di studio la cartografia storica di riferimento è rappresentata dal Foglio n. 82 "Genova" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, dalla quale si evince che il substrato roccioso pre-quadernario è rappresentato da rocce metamorfiche, di età mesozoica, riferibili al Complesso Ofiolitico del Gruppo di Voltri.

Il Gruppo di Voltri è un sistema composto di falde metamorfiche, situato in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale. In esso prevalgono litologie provenienti da diversi ambienti litosferici: mantello continentale, ofioliti mesozoiche e coperture sedimentarie. Le relazioni originarie tra le diverse litologie sono generalmente cancellate e trasposte a causa dell'intensa tettonica alpina.



---

Nell'area in esame le litologie prevalenti sono riferibili a frammenti di crosta oceanica (Unità Ofiolitiche: Unità M.te Beigua - Carta Geologica d'Italia, Foglio n° 82) ed a metasedimenti di fossa (Unità dei Calcescisti del Turchino - Carta Geologica d'Italia, Foglio n° 82).

Il Gruppo di Voltri comprende numerose unità tettoniche che, in prima approssimazione, si possono ricondurre a una originaria serie stratigrafica ascrivibile al Dominio Piemontese - Ligure che, procedendo dal basso verso l'alto, comprende: serpentinoscisti con lenti di eclogiti (meta-Fe-gabbri) e di gabbri eclogitici (Mg-gabbri), oficalciti (brecce di serpentiniti a cemento carbonatico), una successione di basalti prasinitizzati (metabasiti), quarzoscisti manganeseiferi, marmi e calcescisti.

### Calcescisti del Turchino

Sotto tale denominazione sono compresi le principali associazioni litologiche:

- Calcescisti a muscovite e paragonite; calcemicascisti a muscovite, paragonite  $\pm$  fengite e clorite; argilloscisti seritici; filladi calcarifere a clorite e sericite  $\pm$  grafite; micascisti e quarzomicascisti a clorite  $\pm$  sericite, marmi micacei; calcescisti, calcemicascisti e micascisti albitici. Il contatto tra calcescisti l.s. e rocce basiche e/o ultrabasiche è talora sottolineato da livelli a epidoto, clorite e anfiboli;
- Quarzoscisti;
- Prasiniti, prasiniti ovarditiche ed epidotiche, prasiniti ad attinoto  $\pm$  glaucofane, prasiniti a fuchsite, prasiniti granatifere e a biotite (Membro delle prasiniti di Campo Ligure).

### Ofioliti di Monte Beigua

Nell'area di studio sono rappresentate essenzialmente da rocce ultrabasiche e basiche:

- Serpentiniti da massive a foliate, serpentiniti anfiboliche, serpentinoscisti, talcoscisti e scisti amiantiferi, filoni rodingitici e oficalciti;
- Scisti actinolitici e scisti cloritici-actinolitici, talora a epidoto, costituenti prodotti di laminazione tettonica localizzati entro i calcescisti e soprattutto in corrispondenza ai contatti tra questi ultimi e le masse ofiolitiche;
- Mg-gabbri a tessitura da occhiadina a listata, talora con relitti eclogitici.

Inoltre, a Est di Bric Aresci, vi sono importanti masse di quarziti massicce e/o listate riferibili dal punto di vista litostratigrafico al Dominio Pre-piemontese e/o Piemontese s.s. sensu Vanossi et alii – 1984 (in Capponi et alii, 1994).

Più recentemente è stato pubblicato il Foglio n. 213 Genova della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Servizio Geologico d'Italia, 2007) nel quale sono state modificate le denominazioni delle varie Formazioni indicate nella cartografia e nella Letteratura precedente.

È infine disponibile la Carta geolitologica del Piano di bacino (Regione Liguria & Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 2023).

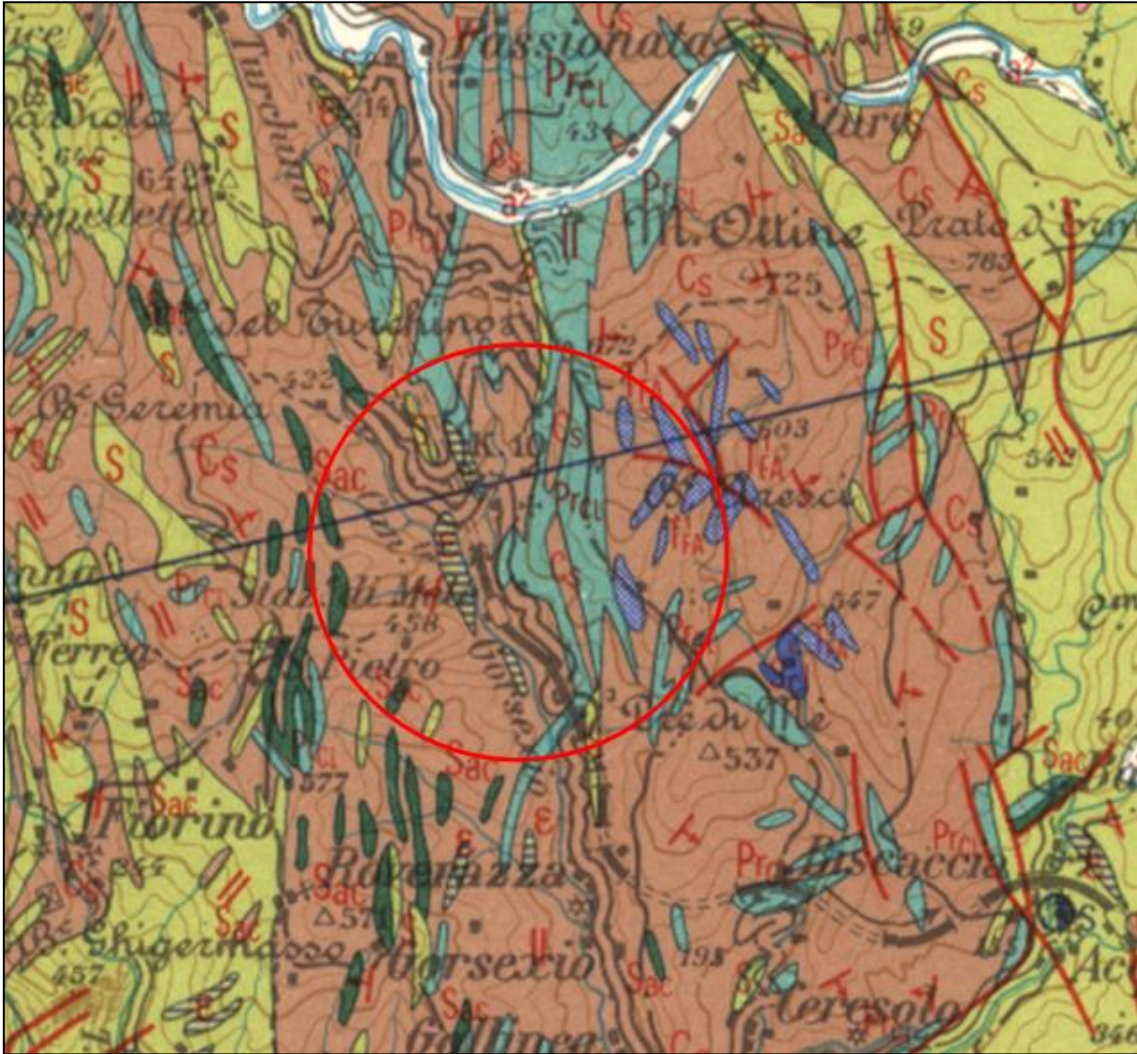


Figura 3 – Stralcio dal Foglio n. 82 “Genova” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000. Legenda: Cs) Calcescisti del Turchino; PrCL) Membro delle Prasiniti di Campo Ligure; S) Ofoliti di M. Beigua (Membro delle serpentine di Capanne Marcarolo); Sac) Scisti actinolitici e cloritico-actinolitici; ε) Metagabbri; T<sup>1</sup> FA) Quarziti di Fosso Angassino.

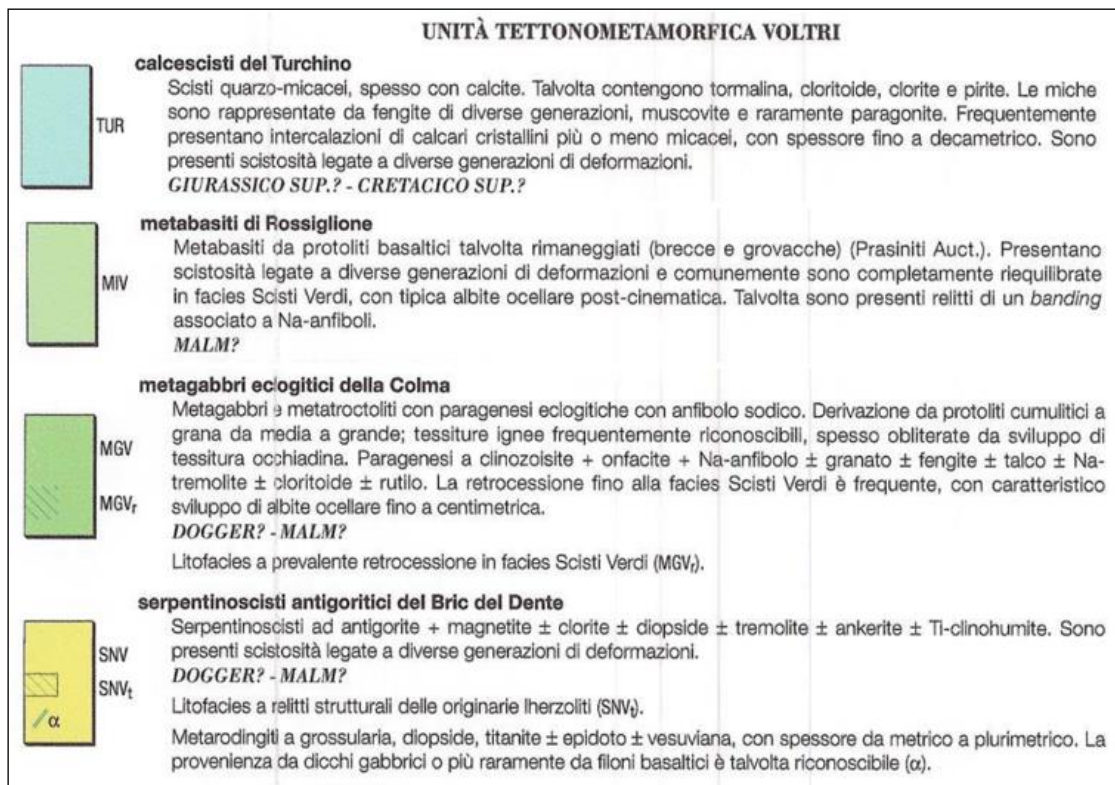
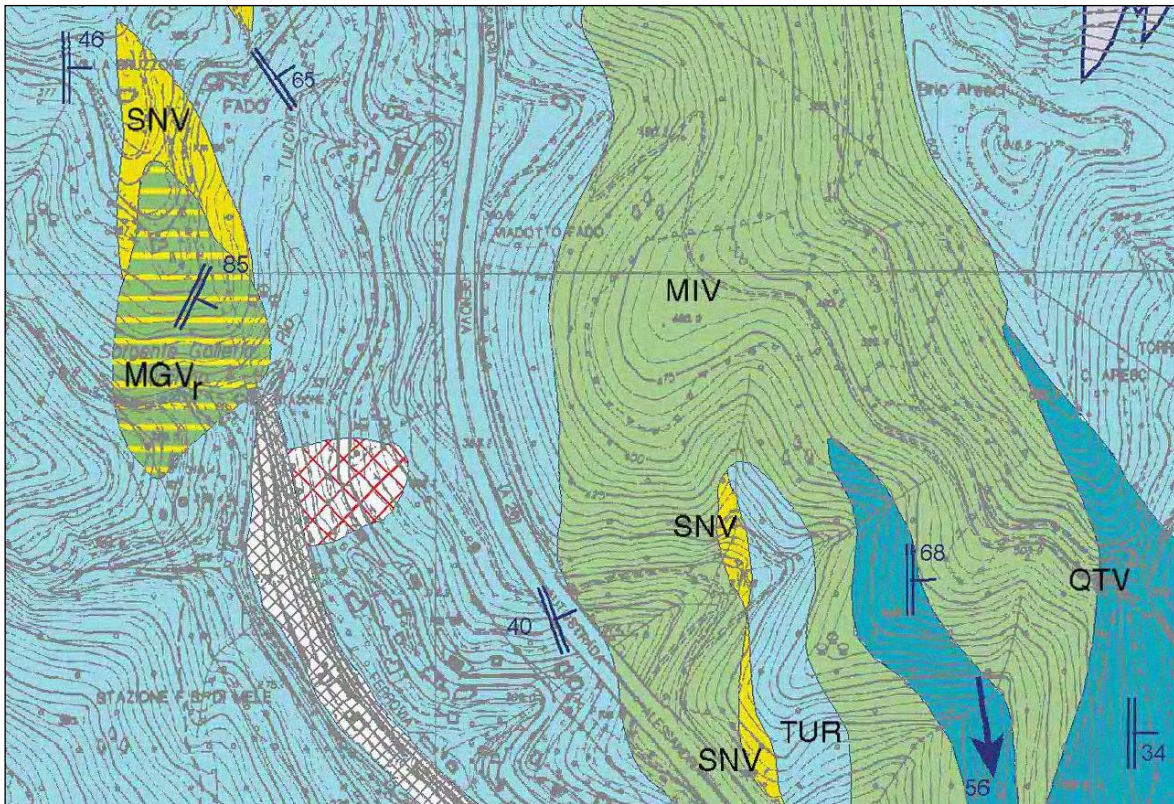


Figura 4– Stralci dal Foglio n. 213 “Genova” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000.

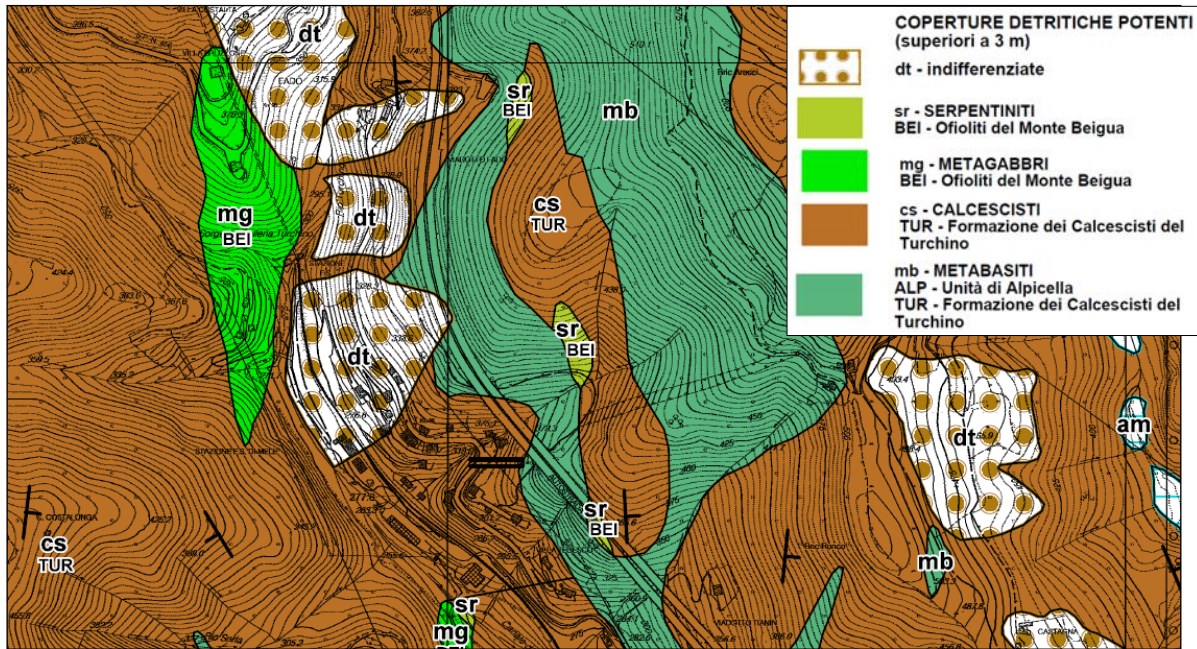


Figura 5 – Stralci dalla Tavola 213090 Carta geologica del Piano di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Ambiti 12 e 13 (Regione Liguria & Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 2023).

STADI METAMORFICI (definiti per rocce a chimismo basico)				
	Eclogitico	Glaucofanico	Anfibolitico ad albite	Scisti Verdi
Miscascisti	ph1+pg+grt+rt+Fe-Tiox		cld+ph2+ab+ttn	ms+bt+chl+ab+ttn+ox
Calcescisti	ph1+ pg+grt+zo+chl+ox		cld+ph2+ab+ttn	ms+bt+chl+ab+ttn+ox
Quarziti e Quarzoscisti	ph1+pg+Mn-ep+Mn-grt+ox±rt		cld+ph2+ab±ttn	ms+bt+chl+ab+ox±ttn
Metabasiti indifferenz.	come basalti e Fe-gabbri			
Basalti	Na-cpx+grt+rt±Fe-Tiox±Na-anf	Na-anf±grt2±ep±ttn	bar+ab+ep+ttn±chl	act+ab+ep+chl+ttn+Fe-ox
Fe-gabbri	Na-cpx+grt1+rt±Fe-ox±Na-anf	Na-anf±grt2±ep±ttn	bar+ab+ep+ttn±chl	act+ab+ep+chl+ttn+Fe-ox
Mg-gabbri	Na-cpx+grt+zo+tc±Na-anf±pg	Na-anf	bar+ab+ep	tr+ab+ep+chl
Ultramafiti	ol+atg+di+Ti-chu±chl		atg+brc+chl±tr±ctl	

Abbreviazioni dei minerali tratte da KRETZ (1983). ab = albite; act = attinolite; anf = anfibolo; atg = antigorite; bar = barrosite; brc = brucite; bt = biotite; chl = clorite; cld = cloritoide; cpx = clinopirosseno; ctl = crisotilo; di = diopside; ep = epidoto; grt = granato; ms = muscovite; ol = olivina; ox = ossidi; pg = paragonite; ph = fengite; rt = rutilo; tc = talco; Ti-chu = titanclinohumite; ttn = titanite; tr = tremolite; zo = zoisite.

Figura 6 – Paragenesi metamorfiche nei litotipi del Gruppo di Voltri, figura tratta da Capponi et alii (1994).

### 3.3 Assetto geomorfologico

L'area oggetto del presente studio è localizzata nel bacino del T. Leiro, immediatamente a valle della confluenza del Rio Turchino nel Rio Gorsexio.

Il versante si presenta come una dorsale allungata in direzione NW-SE, interrotta localmente da selle in contropendenza, interpretabili come tracce di direttrici di un reticolato idrografico pregresso.

Un lembo di superficie pianeggiante modellato in roccia, di probabile origine fluviale, si osserva a valle di Bric Aresci a circa 490 m di altezza.

Il versante compreso tra Bric Aresci (616 m s.l.m.m.) e il fondovalle (quota media 275 m s.l.m.m., nei pressi della Stazione ferroviaria di Mele) si può suddividere in tre differenti settori:

- Il tratto superiore è caratterizzato un profilo concavo, con un'acclività media di circa 25° e tratti inclinati anche di 35°, interrotta da un ripiano compreso tra le quote 485 m e 500 m circa. Sul versante Sud-orientale di Bric Aresci, a si osserva una scarpata in contropendenza orientata N40W, avente le seguenti dimensioni: lunghezza = 30 m, larghezza = 20-25 m, profondità = 5-6 m;
- Il tratto mediano (a monte della A 26) mostra un profilo rettilineo ed un'inclinazione anch'esso di circa 25°;
- Il tratto inferiore (a valle della A 26) mostra una morfologia maggiormente complessa, caratterizzata dalla presenza di ondulazioni longitudinali e trasversali della superficie topografica nonché da un generalizzato rigonfiamento intuibile sulle basi cartografiche pubblicate precedentemente all'attivazione del fenomeno franoso. In corrispondenza al corpo di frana l'acclività può raggiungere i 35°-40°. In quest'ultimo settore si osservano fessure e scarpate aventi direzione parallela alle curve di livello, con altezza variabile compresa tra 1 m e 3-4 m, distribuite essenzialmente tra le quote 320 m e 300 m s.l.m.m..

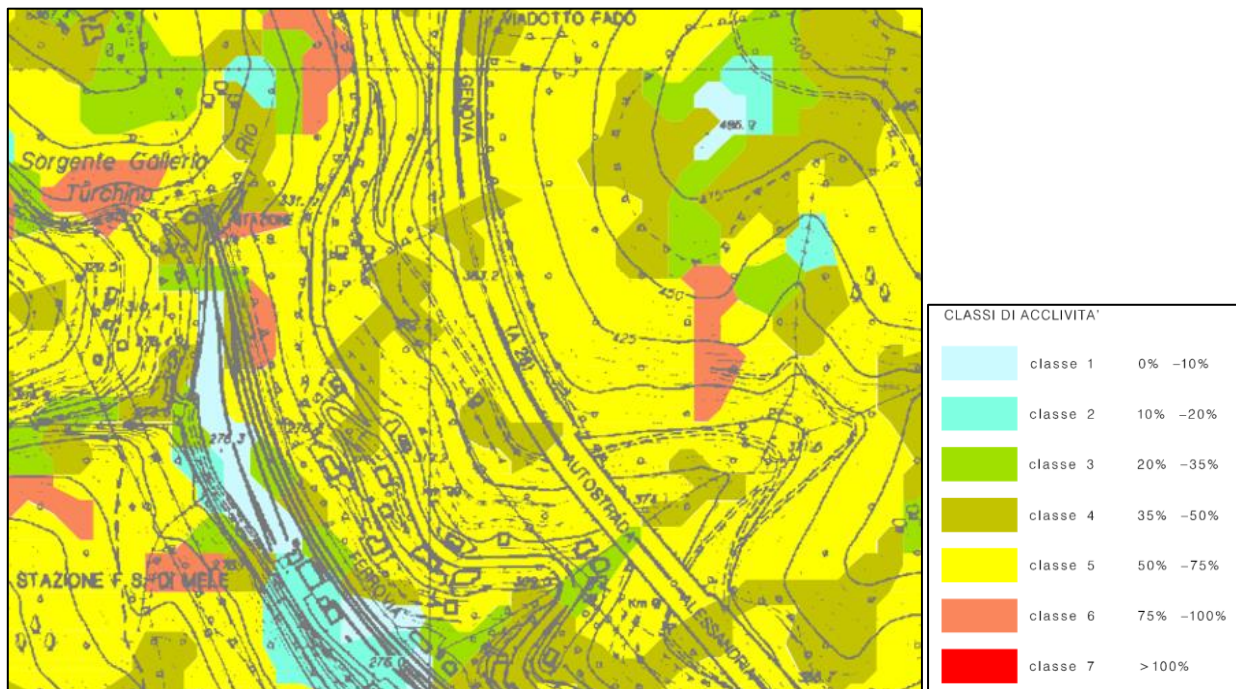


Figura 7 – Stralci dalla Carta dell'acclività (Provincia di Genova, 2013).

### 3.4 Dinamica di versante

In seguito alle eccezionali precipitazioni del mese di Novembre 2000 infatti, si attivò un esteso movimento franoso interessante il settore di versante a monte della Stazione FS nel Comune di Mele in sponda orografica sinistra del rio Turchino. Il movimento franoso si estese da poco a monte della S.S. 456 “del Turchino” alla linea ferroviaria e compromise notevolmente sia la viabilità stradale lungo la statale suddetta sia il movimento ferroviario lungo la linea Genova – Ovada. Gli interventi di sistemazione parziale del versante sono stati oggetto di progettazione esecutiva datata 2003.

Nel primo caso sono stati eseguiti dei lavori da parte dell’ANAS per ripristinare il tracciato stradale a mezzo di un viadotto con fondazioni profonde. Nel secondo caso, invece, è stata necessaria l’interruzione di entrambi i binari di esercizio, è stato realizzato un nuovo tracciato tramite il collegamento in galleria con il vecchio binario dispari, è stata costruita una scogliera di protezione in modo da contenere la frana ed infine è stata realizzata un’opera di consolidamento del versante (in *Figura 8* presenti già la viabilità alternativa e la scogliera di protezione). L’intervento di consolidamento del versante che, ad oggi, risulta ultimato, consiste in diverse tipologie di opere e, in particolare, la consolidazione dei muri rimasti illesi dopo il movimento franoso, a mezzo di cordoli in testa con micropali e tiranti con l’utilizzo di un graticcio di travi in acciaio, ed un’opera d’arte più imponente con lo scopo di contenimento del versante lungo lo sviluppo del tratto di muro crollato.



Figura 8 – Foto frontale della frana avvenuta nel Novembre 2000.



*Figura 9 – Foto frontale della sistemazione provvisoria del versante ad ultimazione lavori.*

L'analisi morfologica e l'interpretazione fotogrammetrica dell'area in esame hanno permesso di individuare in modo evidente un diffuso stato di dissesto lungo l'intero versante, a partire dalla linea ferroviaria sino ad oltre il sovrastante tracciato autostradale. In tale contesto il fenomeno innescatosi nel Novembre 2000 rappresenta una locale riattivazione di una porzione di un più vasto dissesto, del quale sono individuabili i limiti morfologici e le opere di consolidamento realizzate.

Entro l'accumulo dalla frana antica, la tendenza a locali riattivazioni è confermata dal dissesto manifestatosi nel 1986 nel settore di versante a Nord dell'attuale movimento, già interessato da interventi di consolidamento e bonifica e compreso tra la strada statale e l'autostrada.

È inoltre da rilevare la presenza di un settore a minore acclività in corrispondenza dell'imposta della spalla del viadotto Fado, evidenziato dall'analisi delle foto aeree precedenti alla realizzazione dell'autostrada e probabilmente attribuibile alla porzione sommitale dell'accumulo dell'antico fenomeno.

Lo studio delle giaciture degli affioramenti individuati lungo lo sviluppo dell'areale considerato conferma sostanzialmente la delimitazione individuata dall'analisi fotogrammetrica e morfologica. Per un vasto settore del versante in esame risulta infatti evidente una ragionevole congruenza nell'assetto della scistosità, sostanzialmente a reggipoggio, con direzione ed inclinazione rispettivamente variabili tra 70 - 100° e tra 60 - 70°; tale assetto non è confermato entro il settore morfologicamente attribuito al pregresso fenomeno gravitativo, ove la scistosità presenta giaciture casuali.

La porzione di frana riattivata ha individuato un evidente settore di coronamento, poco a monte della sede stradale, che è proseguito lungo la sede stessa e successivamente sino alla parte mediana del versante, definendo i margini laterali del fenomeno. Le dislocazioni manifestatesi in seguito all'evento sono plurimetriche in senso verticale e pluridecametriche in senso orizzontale, che ha condotto alla totale compromissione delle opere di sottoscarpa esistenti. Il fenomeno gravitativo ha manifestato una larghezza sommitale di circa 50 m, a circa 100 m nella porzione terminale; lo sviluppo longitudinale del dissesto è stato di circa 80 m, su un dislivello di circa 60 m.

L'analisi della morfologia e delle fessurazioni evidenziate sul versante successivamente al dissesto ha indicato che, lungo il margine Nord, verso la parte terminale, il materiale dislocato è stato solo parzialmente

contenuto dall'opera di sostegno al piede, localmente aggirata senza il completo scarico a valle del detrito. L'esame delle risultanze della seconda campagna di indagini ha fornito significative informazioni relative all'assetto stratigrafico di tale settore; in particolare il sondaggio S6 (2001) ha individuato un evidente livello di alterazione del substrato, verosimilmente già interessato da antica dislocazione sino alla quota di 18,0 m da p.c. (alla cui quota si riscontra un livello milonitizzato ed argillificato), entro il quale si è ragionevolmente sviluppata la recente superficie di scorrimento. Gli affioramenti di zolle litoidi dislocate entro l'accumulo evidenziano materiali con caratteristiche analoghe al livello sopra descritto.

Lungo il margine Sud dell'accumulo, in prossimità del tratto di muro conservato - lato Genova, sono state osservate concentrazioni e venute idriche localizzate che sono state interessate da interventi di drenaggio profondo.

Nella seguente descrizione dei parametri dimensionali del fenomeno gravitativo in oggetto sono state adottate le indicazioni fornite dalla Regione Liguria per il censimento dei movimenti franosi nell'ambito degli studi per i piani di bacino.

Sinteticamente si riportano i principali elementi descrittivi di una frana:

- *Classificazione: tipo di frana (cfr. Varnes, 1978; Amanti et alii, 1992);*
- *Coronamento: ovvero il materiale rimasto in posto praticamente non disturbato ed adiacente alle parti alte della scarpata principale;*
- *Scarpata principale: superficie ripida del terreno non dislocato posta al margine superiore del corpo di frana e formatasi a seguito del moto di scorrimento del materiale staccatosi dal terreno indisturbato;*
- *Unghia frontale della frana: il margine, arcuato, del materiale di frana dislocato alla maggiore distanza dalla scarpata principale;*
- *Punto inferiore: il punto dell'unghia situato a maggiore distanza dal punto sommitale della frana;*
- *Profondità del corpo di frana: massima profondità della massa dislocata misurata in direzione perpendicolare alla sua lunghezza;*
- *Lunghezza totale: distanza tra il coronamento e l'unghia frontale della frana;*
- *Larghezza del corpo di frana: massima larghezza della massa dislocata, misurata in direzione perpendicolare alla lunghezza dell'ammasso di frana;*
- *Altezza massima: altezza misurata perpendicolarmente dal coronamento alla quota del punto inferiore*
- *Angolo di inclinazione dell'accumulo ( $\alpha$ );*
- *Angolo di inclinazione del pendio ( $\beta$ ).*

**Classificazione:** frana complessa che ha coinvolto il substrato roccioso e la copertura

**Coronamento:** a circa quota 330 m s.m.m.

**Scarpata principale:** localizzata immediatamente a monte del tracciato della S.S. 456 del Turchino

**Unghia frontale della frana:** localizzato in corrispondenza al tracciato ferroviario

**Punto inferiore:** quota 276 m s.l.m.m.

**Profondità del corpo di frana:** 12 m

**Lunghezza totale:** 80 m

**Larghezza del corpo di frana:** 50 m, nel settore adiacente al coronamento; 100 m nel settore di unghia frontale



---

**Altezza massima:** 54 m

**Area interessata:** 6000 m<sup>2</sup>

**Angolo di inclinazione dell'accumulo ( $\alpha'$ ):** 30°- 35°

**Angolo di inclinazione del pendio ( $\alpha$ ):** 25°- 28°

I rilievi di terreno hanno permesso di verificare la presenza di zolle di substrato intensamente tettonizzato, costituite da calcescisti e prasiniti, scompagnate dal movimento ma non disarticolate, le quali mostrano di aver subito una rotazione, come emerge dal confronto con le giaciture del substrato relativamente indisturbato che si osserva in settori adiacenti all'area instabile.

La notevole estensione planimetrica ed altimetrica dei depositi del corpo sedimentario A, la presenza di zolle anche in corrispondenza al coronamento del corpo franoso in oggetto, nonché la presenza di vuoti entro la copertura eluvio/detritico-colluviale (desunta dai sondaggi), induce ad interpretare il corpo A come depositi di un accumulo di frana, probabilmente di natura composita. Tale accumulo, di età sconosciuta ma presumibilmente olocenica, è soggetto a riattivazioni recenti, testimoniate dalla presenza di numerose scarpate e rotture di pendenza interpretabili come nicchie di distacco di frane secondarie, in parte rimodellate ed attualmente vegetate e, ovviamente, dall'aggravarsi delle condizioni di instabilità osservate nel Novembre 2000.

Uno dei dati più interessanti emersi dalla campagna di indagini geognostiche è la presenza di una profonda (sino a 40 m circa) depressione del tetto del substrato roccioso, orientata perpendicolarmente al pendio.

L'esistenza di un fenomeno gravitativo pregresso coinvolgente l'intero versante, confermato dalla notevole potenza dei depositi sciolti, dalla presenza di una profonda depressione del tetto del substrato roccioso e da indizi morfologici, pone due principali problemi interpretativi:

- Non è stata individuata con certezza una nicchia di distacco di dimensioni congruenti con i volumi di materiale coinvolto dal movimento, che dovrebbe essere localizzata verosimilmente immediatamente a monte del tracciato autostradale; l'età del fenomeno potrebbe aver permesso una sua totale obliterazione e/o potrebbe essere mascherata dalla deposizione di depositi colluviali o da corpi di frana minori.
- Un accumulo o una serie di corpi di frana sovrapposti avrebbero ostruito il fondovalle, che nel tratto considerato ha una larghezza di una cinquantina di metri, provocando la formazione di un bacino lacustre e/o palustre immediatamente a monte dello sbarramento del Rio Turchino, ipotesi che non trova riscontro dai risultati del rilevamento geologico e geomorfologico.

Una soluzione a questi due problemi è la postulazione dell'esistenza di una deformazione gravitativa profonda che interessa gran parte del versante. Infatti, come è supportato dalla bibliografia specifica, fenomeni di questo tipo si differenziano dalle frane s.s. per i seguenti motivi:

- Una superficie di scorrimento ben definita non è indispensabile dal punto di vista del meccanismo deformativo;
- L'entità dello spostamento è molto minore rispetto alle dimensioni del fenomeno;
- Le dimensioni del fenomeno sono confrontabili con quelle del versante coinvolto.



In un quadro di questo tipo la maggior parte della deformazione si esplicherebbe in corrispondenza del substrato roccioso intensamente tettonizzato e alterato, producendo nei livelli superficiali, costituiti da depositi sciolti e/o a debole coesione, una generalizzata instabilità con la formazione di nuove superfici di taglio, come si è verificato a carico della S.S. 456 del Turchino e della linea ferroviaria.

### 3.5 Quadro del dissesto idrogeologico

La più recente cartografia inerente il dissesto idrogeologico è contenuta nel Piano di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Ambiti regionali di bacino 12 e 13 (Regione Liguria & Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (2023).

Nella Carta del dissesto idrogeologico si riportano stralci delle seguenti cartografie:

- Carta geomorfologica
- Carta della franosità reale

In particolare, per il settore in esame viene indicato il perimetro di frana complessa attiva compreso in una più ampia paleofrana. Tali perimetrazioni si discostano da quanto rilevato e cartografato dopo l'evento del 2000 (ved. tavole Carta geomorfologica e Carta geologica, sezione e profilo geologico).

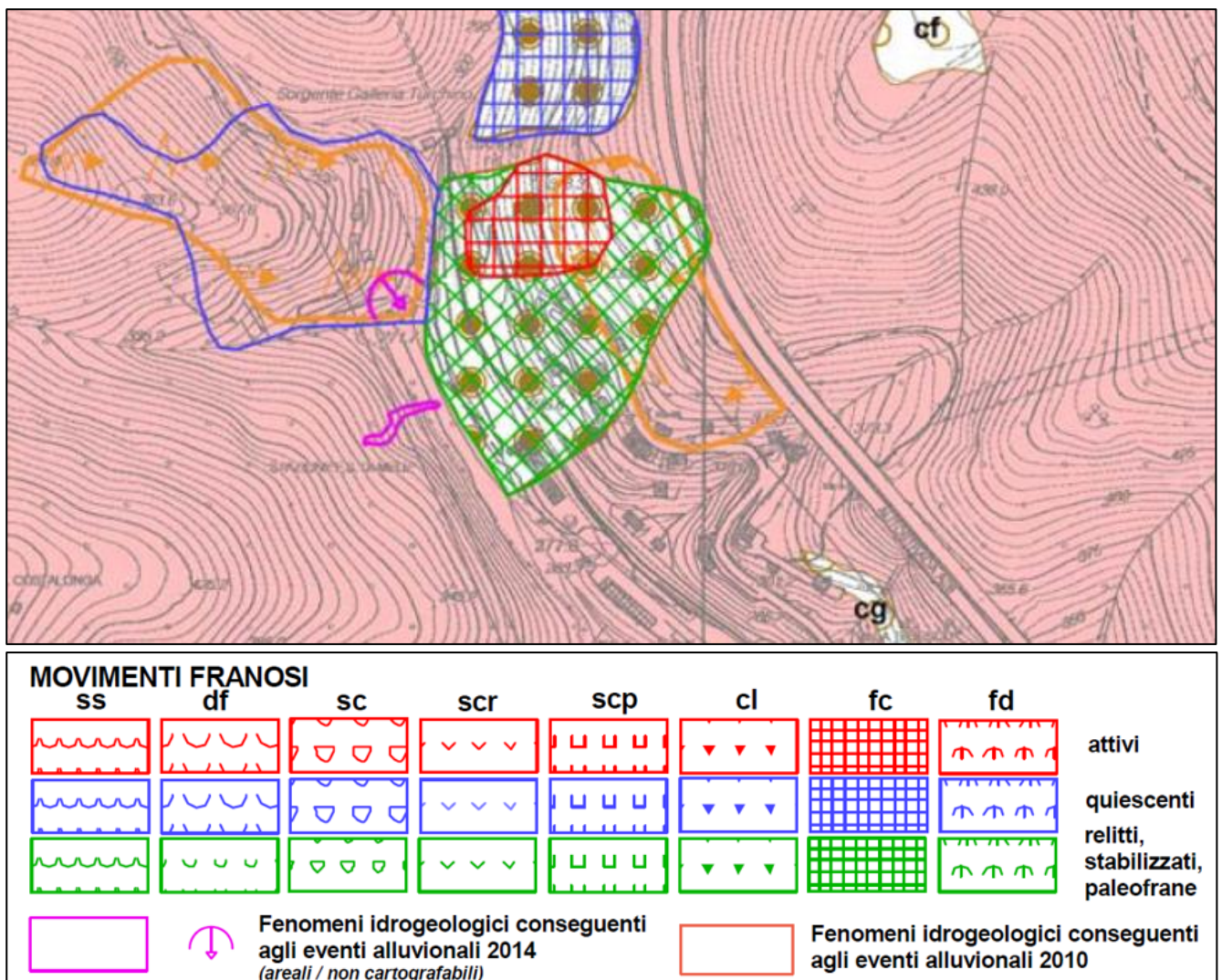


Figura 10 – Stralci dalla Tavola 213090 Carta geomorfologica del Piano di bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Ambiti 12 e 13 (Regione Liguria & Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 2023).



In merito alla dinamica torrentizia, si sottolinea che le cartografie del Piano di bacino e del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) non riportano aree inondabili nel settore oggetto di intervento in quanto le perimetrazioni sono state effettuate solo nel tratto compreso all'incirca tra il concentrico di Mele e la costa.

Per le problematiche di natura idraulica si rimanda agli specifici elaborati progettuali: Relazione idrologico-idraulica, Corografia generale del reticolo idrografico e dei vincoli di natura idraulica, Carta dei bacini idrografici e Sezioni di verifica idraulica.

## 4 Interventi di progetto

L'intervento oggetto di questa progettazione esecutiva consiste nella definitiva messa in sicurezza del versante franato attraverso la realizzazione delle seguenti opere.

- Galleria artificiale prefabbricata;
- Scatolare drenante prefabbricato;
- Prolungamento dei pozzi drenanti esistenti;
- Opere di consolidamento sul tratto di muro crollato;
- Opere di consolidamento sui tratti di muro rimasti in posto;
- Consolidamento dei terreni di fondazione;
- Rampa di accesso;
- Opere di finitura superficiali sulle strutture a vista;
- Risagomature del versante;
- Interventi di rafforzamenti corticali;
- Nuovo tracciato ferroviario di progetto.

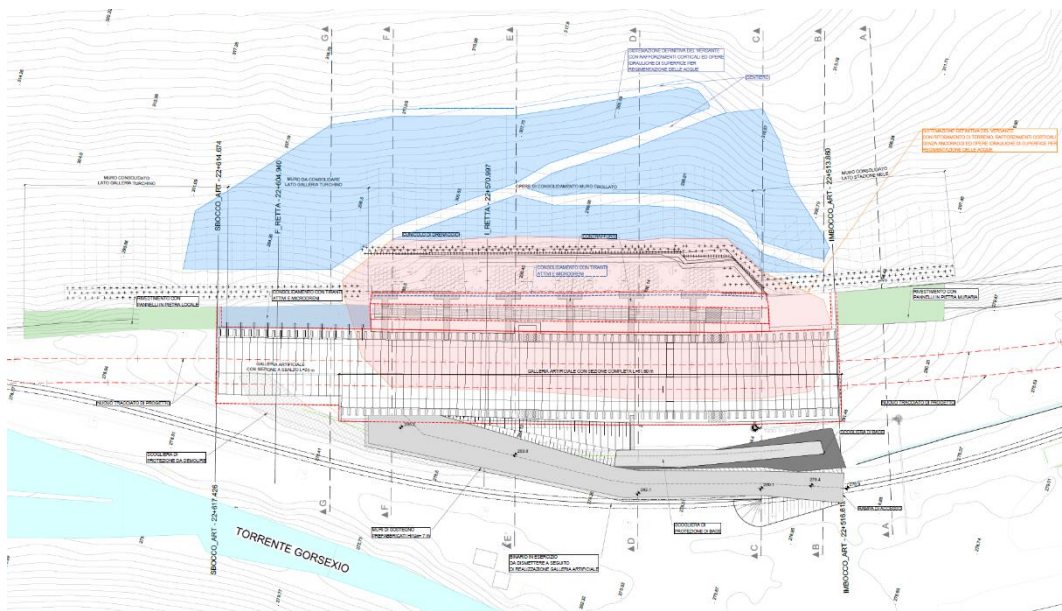


Figura 11 – Stralcio della planimetria di progetto.

Si descrivono di seguito le opere prettamente interessate dal presente documento.

### 4.1 Scatolare drenante e paramento drenante

Lo scatolare drenante consiste in una struttura prefabbricata a portale costituita da una successione di moduli prefabbricati in cemento armato vibrato prodotti in stabilimento, dotati di marcatura "CE", formanti un manufatto con due piedritti verticali distanti tra loro la luce netta  $L = 1,70$  m, due pareti inclinate a smusso e una copertura tra i due smussi posta ad un'altezza  $H = 2,50$  m dall'estradosso della fondazione.

Ogni modulo è formato da un elemento prefabbricato. Il manufatto è sagomato come nella figura seguente ed è dimensionato per resistere all'effetto delle spinte laterali e verticali del terreno, in assenza di spinta idraulica, nel rispetto delle vigenti leggi e norme tecniche delle costruzioni.

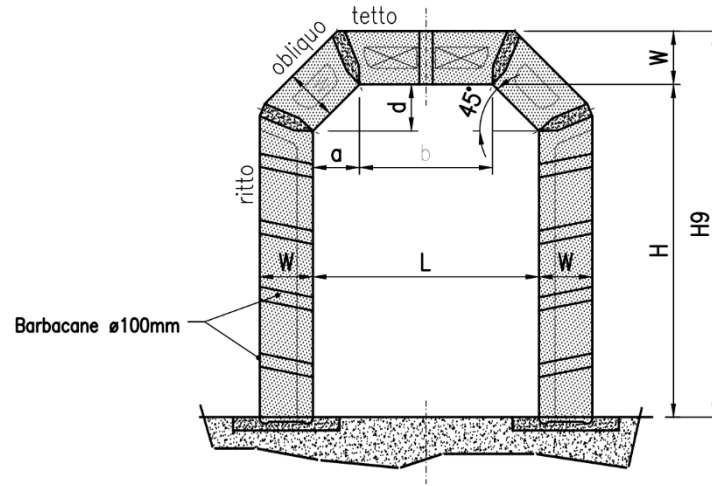


Figura 12 – Sezione tipo dello scatolare drenante.

Attorno allo scatolare, su cui sono previsti degli appositi fori drenanti, sarà realizzato un paramento drenante in pietrame e materiale di apposita pezzatura che avrà lo scopo di incanalare le acque provenienti dai sistemi di drenaggio delle opere di contenimento. Sarà inoltre presente una calza di geotessile al fine di separare il materiale drenante dal materiale di ricoprimento.

Tale opera avrà la funzione fondamentale di drenare e portare via le acque provenienti dai microdreni e le acque di accumulo della terra gravante al cunicolo.

Al di sopra del paramento drenante sarà previsto un apposito ricoprimento di terreno, con terre provenienti dalle operazioni di scavo.

---

## 5 Normativa di riferimento.

Le normative utilizzate sono indicate nel prospetto che segue:

<b>N° e data</b>	<b>Titolo</b>
Legge n° 1086 del 5/11/1971	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e a struttura metallica
D.M. del 17/1/2018	Norme tecniche per le costruzioni

---

---

## 6 Descrizione della struttura

I dati geometrici principali della struttura sono indicati nella prima tabella degli allegati (tabella “Dati geometrici”).

La struttura è costituita da una successione di archi prefabbricati in cemento armato uguali fra loro, posati su due cordoli di fondazione anch'essi in cemento armato.

Ogni arco è costituito da un elemento prefabbricato formato da due ritti, due travi inclinate sull'orizzontale di 45° e una trave orizzontale.

I vari elementi prefabbricati che costituiscono la struttura sono posati in opera affiancati, tra loro. L'armatura è in parte inserita all'interno degli elementi prefabbricati, in parte inserita in opera negli appositi vani fra un prefabbricato e l'altro e nelle articolazioni. Successivamente i prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di calcestruzzo in opera che congloba le armature aggiuntive in opera e rende la struttura monolitica.

I prefabbricati sono costruiti in modo da formare delle cerniere statiche nel collegamento alla fondazione. Sulla struttura è situata una soletta collaborante gettata in opera.

La trasmissione degli sforzi tra un arco prefabbricato ed il successivo avviene sia sull'intero sviluppo dell'arco nel suo intero spessore, sia tramite apposite travi trasversali in cemento armato localizzate negli spigoli tra le varie falde.

Le cerniere laterali, situate alla base dei montanti verticali, collegano il piede del prefabbricato, opportunamente profilato, e il getto di sigillatura solidale alla fondazione. Esse sono in realtà delle cerniere doppie, con due centri di rotazione distinti. Nel loro funzionamento possono verificarsi tre casi:

- Se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'interno del portale, lavora solo la cerniera interna, cioè quella vicina alla facciata interna a vista della struttura, mentre la cerniera esterna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.
- Se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'esterno del portale, lavora solo la cerniera esterna, cioè quella vicina al lato contro terra, mentre la cerniera interna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.
- Se la risultante degli sforzi trasmessi dal ritto alla fondazione passa fra i centri delle due cerniere, lo sforzo normale tiene a contatto entrambe le cerniere e non si ha alcuna rotazione. In tal caso il ritto risulta solidale alla fondazione (comportamento ad incastro).

Il programma di calcolo provvede automaticamente a modificare le coordinate delle cerniere di base a seconda del verso di rotazione.



## 7 Materiali impiegati

Le caratteristiche dei materiali impiegati, sia negli elementi prefabbricati, sia nelle parti realizzate in opera, sono descritte nella tabella "MATERIALI", contenuta nel primo foglio degli allegati della presente relazione.

La tabella riporta anche le loro resistenze, determinate in conformità al punto 4.1.2.1.1 del D.M. 17/1/18, impiegate nei calcoli di verifica.

## 8 Analisi dei carichi

Nei paragrafi che seguono sono esposti i criteri di valutazione delle azioni, che dovranno poi essere moltiplicate per i coefficienti di combinazione stabiliti dalle norme per i diversi tipi di verifiche.

### 8.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato assumendo il peso specifico del cemento armato pari a 25 kN/m<sup>3</sup> ed è considerato distribuito lungo l'asse della struttura.

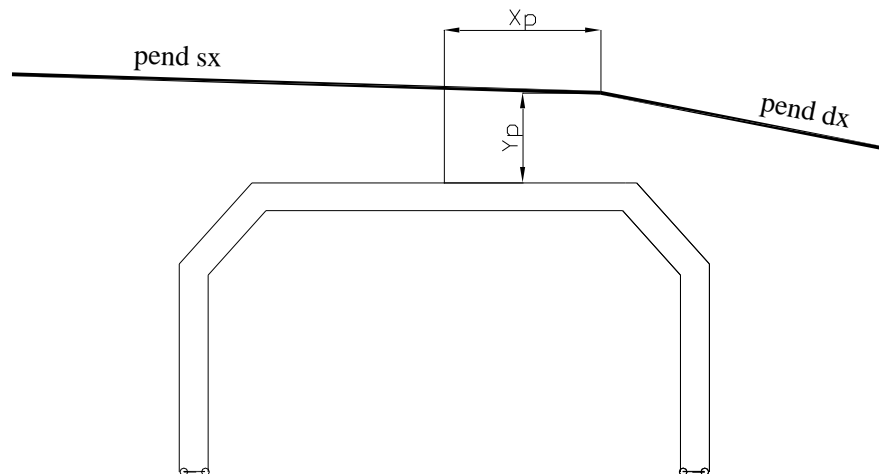
### 8.2 PESO E SPINTA DELLE TERRE

Lo scatolare di drenaggio è stato verificato ipotizzando che l'altezza di terra gravante su di esso sia pari a 10.0m, valutati a partire dell'estradosso del tetto della struttura prefabbricata.

La struttura è stata inoltre verificata per l'accumulo di detriti in seguito ad un evento franoso. Nella condizione di carico 10bis la struttura, soggetta ad un accumulo di terra in chiave pari a 15.00m, è stata verificata cautelativamente utilizzando i coefficienti parziali delle azioni permanenti.

Il profilo del terreno di riempimento ed i suoi parametri geotecnici sono indicati, per ogni condizione di carico, nella tabella intitolata "Verifica delle sezioni" (nella prima parte della tabella, denominata "Dati del calcolo").

Nel caso più generale il terreno è descritto attraverso un profilo trasversale bi-lineare, con pendenza diversa a sinistra e a destra. Lo spigolo P dove si incontrano i due tratti con pendenza diversa é individuato attraverso le sue coordinate  $X_P$  e  $Y_P$ , riferite rispettivamente alla mezzeria della struttura ed al suo estradosso superiore.



Nel caso di terreno di riempimento orizzontale le due pendenze a sinistra e a destra sono ovviamente uguali e in tal caso la quota  $Y_P$  rappresenta lo spessore di terra sulla sommità della struttura.

---

Il diagramma della pressione esercitata dal terreno contro la struttura è calcolato in base all'interazione elastica tra struttura e terreno. In particolare, la pressione laterale della terra è calcolata in funzione della deformazione della struttura e della rigidezza del terrapieno.

Nel caso più generale, la spinta della terra sulla struttura è modellizzata attraverso due termini separati:

- il primo è un carico distribuito indipendente dagli spostamenti e variabile linearmente lungo ogni trave;
- il secondo è una reazione elastica distribuita, funzione degli spostamenti nodali e variabile anch'essa linearmente lungo ogni trave.

In merito al termine elastico il programma agisce in modo che la pressione della terra sulla struttura assuma il valore esatto nei nodi alle estremità di ogni trave (in base alla deformazione della struttura, al modulo elastico del terreno e alla lunghezza dello spessore di terra interessato alla deformazione), mentre all'interno della trave il programma impone che la pressione vari linearmente fra i due valori nodali.

Il termine di pressione della terra indipendente dagli spostamenti (e corrispondente, pertanto, alla pressione su una struttura indeformata, infinitamente rigida) agente sul paramento contro terra è assunto pari alla spinta quiete, valutata con un coefficiente di spinta pari a  $1 - \sin \varphi$  per terreno orizzontale, dove  $\varphi$  è l'angolo d'attrito del terreno. La pressione di quiete ha un diagramma triangolare che parte da zero alla quota del suolo.

La variazione di spinta rispetto a quella di quiete, dovuta all'interazione tra terreno e struttura, è calcolata nel secondo termine. Essa dipende dagli spostamenti orizzontali della parete e dalla rigidezza del terreno (e quindi dal suo modulo elastico e dalla lunghezza del tratto interessato dalla deformazione).

Per i moduli elastici del terreno abbiamo assunto un diagramma lineare crescente con la profondità dalla superficie del suolo. La tabella "Dati del calcolo" riporta il valore del modulo elastico ed il valore di incremento adottato per ogni m di profondità.

La lunghezza del terreno  $L_p$  interessata alla deformazione è data dalla formula seguente:

$$L_p = 1/3 * H_{scavo} * \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi/2).$$

Dove  $H_{scavo}$  è il dislivello fra la superficie del terreno e l'estradosso della fondazione misurato sulla verticale del ritto della struttura.

Dal punto di vista della costruzione del rilevato contro la struttura, il calcolo conferma che è sempre opportuno un buon costipamento della terra di riporto sui lati della struttura, per incrementare il modulo elastico del terreno e garantirne l'uniformità. Inoltre, occorre che il riempimento di terra avvenga in modo non troppo asimmetrico.

### **8.3 COEFFICIENTI MULTIPLICATIVI DELLE AZIONI.**

Le azioni utilizzate nel calcolo sono moltiplicate per i coefficienti delle azioni indicate nel D.M. 17/1/2018.

TABELLA I - COEFFICIENTI MULTIPLICATIVI DELLE AZIONI impiegati nelle verifiche.

AZIONI		Verifiche S.L.U. (combinaz. fondamentale)	Verifiche S.L.E. (fessurazione)	Verifiche S.L.U. (combinaz. sismica)
Peso proprio strutture	g1	1,35	1	1
Peso della terra portata	g2	1,35	1	1
Spinta della terra	g3	1,35 (1 se favorevole)	1	1
Carichi mobili	q1	1,35	0,00 (quasi perm.) 0,75 (frequente) 1,00 (rara)	0
Frenamento	q4	1,5	0	0
Azioni sismiche	-	0	0	1

### 8.4 Prospetto delle condizioni di carico

Le disposizioni dei carichi mobili sulla struttura sono individuate in base all'esame delle linee di influenza per generare le massime sollecitazioni nelle sezioni.

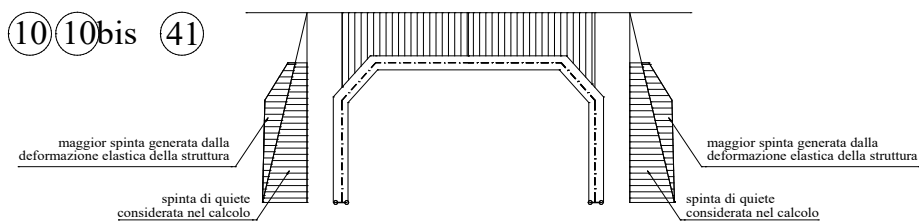
L'analisi comprende le verifiche allo stato limite ultimo, le verifiche allo stato limite di esercizio per la fessurazione e le verifiche sismiche allo stato limite ultimo.

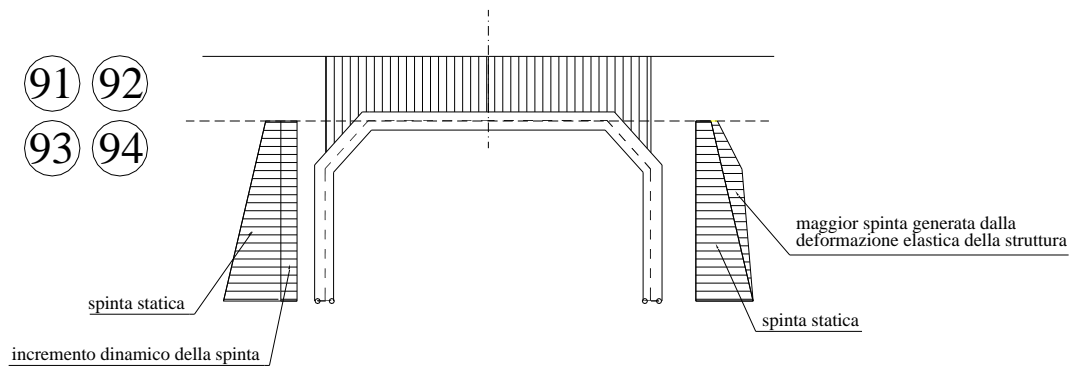
Le condizioni di carico analizzate sono descritte nel prospetto e negli schemi grafici che seguono.

TABELLA II – ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Condiz di carico	Tipo di verifica
10	S.L.U.: solo carichi permanenti: terra max
10bis	S.L.U.: solo carichi permanenti: Accumulo frana
41	S.L.E.: combinazione quasi permanente
91, 92, 93, 94	S.L.U.: combinazione sismica

#### CONDIZIONI DI CARICO





---

## 9 Analisi di calcolo

### ***9.1 Calcolo delle sollecitazioni nelle travi e degli spostamenti nodali***

Le caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni della struttura e gli spostamenti nodali sono calcolati con un modello elastico lineare, senza ridistribuzioni, mediante un programma per travi costituenti un telaio piano, interattivo con la spinta della terra sulle pareti esterne della struttura. La struttura è schematizzata considerando gli assi baricentrici delle travi.

Il programma risolve anche il particolare vincolo a doppia cerniera esistente alla base di ogni ritto.

In particolare, la base di ogni ritto è sagomata in modo da formare due cerniere: una con asse di rotazione in prossimità della facciata interna del manufatto e l'altra in prossimità della facciata contro terra. Le diverse disposizioni dei carichi applicati possono attivare tre situazioni:

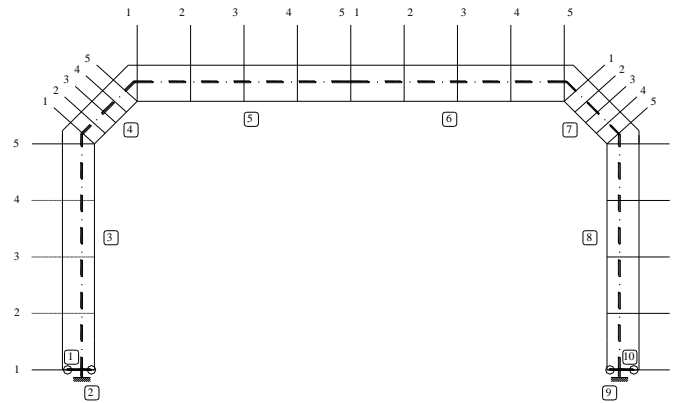
- quando la rotazione della base del ritto avviene verso il terreno si attiva la cerniera in prossimità del lato esterno;
- quando la rotazione della base del ritto è verso l'interno della struttura si attiva la cerniera in prossimità del lato interno;
- quando la risultante delle forze passa tra le due cerniere poste alla base del ritto non si ha alcuna rotazione e lo schema statico diventa di incastro anziché di cerniera.

Nelle prime due situazioni, il modello di calcolo considera due travi fittizie aggiuntive (travi 1 e 10) per tenere conto dell'eccentricità della cerniera rispetto all'asse baricentrico della trave. Le due travi fittizie hanno una lunghezza pari alla distanza tra l'asse baricentrico ed il centro della cerniera e sono orientate verso la cerniera che è attiva (a seconda dei casi, 0° o 180°). Per simulare una rigidezza infinita, queste travi sono dotate di un'area e di un momento d'inerzia molto maggiori di quelli delle altre travi.

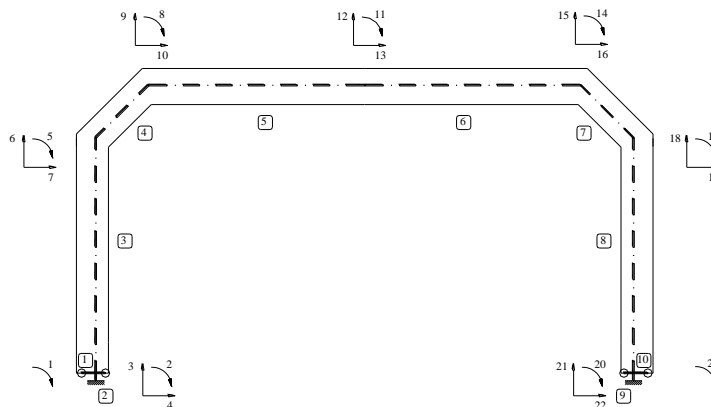
La tabella "Sollecitazioni nelle travi" espone anche le caratteristiche di sollecitazione delle travi fittizie e indica con le espressioni "cerniera esterna", "cerniera interna" o "incastro" l'effettiva condizione di vincolo alla base di ciascun ritto per ogni condizione di carico.

Gli schemi che seguono mostrano la numerazione delle travi, la numerazione delle sezioni in cui sono calcolate le caratteristiche di sollecitazione e la numerazione degli spostamenti nodali considerati.

NUMERAZIONE DELLE TRAVI E DELLE SEZIONI RESISTENTI



NUMERAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI NODALI



## 9.2 Verifica delle sezioni allo stato limite ultimo

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo esposte al punto 4.1.2 del D.M.17/1/2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Le tabelle espongono i dati e i risultati del calcolo per ciascuna delle cinque sezioni di ogni trave. Il calcolo è svolto in base ai criteri illustrati nei paragrafi che seguono.

Il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è quello di tipo parabola-rettangolo (fig. 4.1.1.(a) della norma) in cui assumiamo ovunque  $\varepsilon_{c2} = 0,20\%$  e  $\varepsilon_{cu} = 0,35\%$ , avendo ovunque il calcestruzzo resistenza inferiore a C50/60.

Il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è quello elastico perfettamente plastico, con deformazione massima assunta nel calcolo  $\varepsilon_{ud} = 1\%$ .

Tutte le travi sono dotate di armatura resistente al taglio. Per i puntoni di calcestruzzo nell'ideale traliccio è stata assunta un'inclinazione  $\theta$  tale che  $\text{ctg } \theta = 1,5$



Il calcolo della resistenza al “taglio trazione” ed al “taglio compressione” è fatto applicando rispettivamente le formule [4.1.18] e [4.1.19].

L’armatura a taglio è costituita da staffe perpendicolari all’asse della trave, cioè con  $\alpha = 90^\circ$  e ferri piegati con  $\alpha = 45^\circ$  circa. La loro quantità è indicata nelle tabelle; il calcolo tiene conto di entrambe. Dal momento che l’inclinazione reale dei ferri piegati può variare fra  $40^\circ$  e  $50^\circ$ , nel calcolo è stato assunto, come inclinazione dei ferri piegati,  $\alpha = 40^\circ$  che è il valore che rende minimo il taglio trazione; pertanto al coefficiente  $(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha$  della formula [4.1.18] per la parte relativa ai ferri piegati assume un valore fisso = 1,73.

Il codice di calcolo accerta che il contributo dovuto ai ferri piegati non superi il 50% del totale; altrimenti espone come taglio resistente il doppio di quello dovuto alle sole staffe.

Per assolvere le prescrizioni dell’ultimo capoverso del paragrafo 4.1.2.3.5.2. il codice calcola la quantità  $a_1$  (décalage) con la formula [4.1.30]. Conseguentemente calcola ed espone il momento flettente massimo, agente nel tronco di trave lungo  $2 \cdot a_1$  preso a cavallo della sezione in esame.

### 9.3 SOLLECITAZIONI ESTERNE

Le sollecitazioni esterne agenti nella sezione, calcolate con i coefficienti  $\gamma$  delle azioni, sono rappresentate come segue:

MEd Momento flettente baricentrico

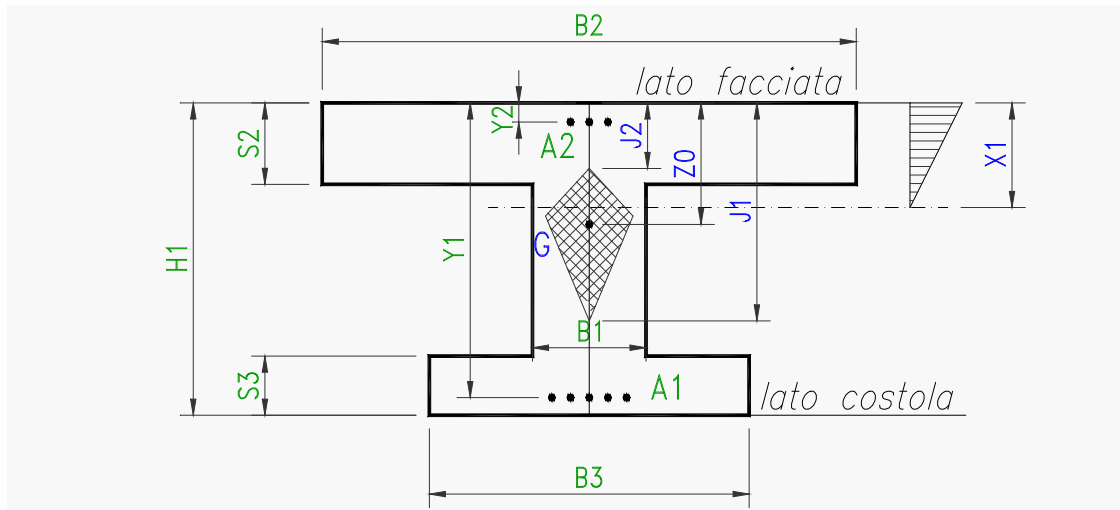
$e_1$  Eccentricità della risultante rispetto alla facciata interna o intradosso delle travi  
 MEd + décalage Momento flettente baricentrico massimo agente sulla trave in una zona larga  
 $0,9 \cdot Y / 2$  estesa da ciascun lato della sezione analizzata (con  $Y$  = altezza utile)

NEd Sforzo normale

VEd Sforzo di taglio

## 9.4 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI E AREE DEI FERRI

La descrizione geometrica della sezione segue lo schema della figura seguente:



Nelle tabelle di verifica sono indicate le seguenti grandezze:

- H = altezza della sezione
- Y = altezza utile = distanza del lembo compresso dal baricentro delle armature tese
- B5 = larghezza lato compresso; dipende dal segno del momento baricentrico MEd e dalla larghezza di compartecipazione della soletta compressa
- B1 = larghezza della sezione al fine della tensione tangenziale
- X1 = distanza dell'asse neutro dal lembo compresso
- A1 = area delle armature esterne, cioè dal lato della terra o dell'estradosso dell'arco
- A2 = area delle armature interne, cioè dal lato della facciata interna della galleria o del ponte
- A3 = sezione dei ferri piegati che competono ad un concio di trave di lunghezza pari  $0,9 \cdot Y$ .
- A4 = sezione complessiva delle staffe che competono ad un concio di trave di lunghezza pari ad 1 m.

## 9.5 SOLLECITAZIONI RESISTENTI

Mrd	Momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale NEd
VRsd	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
VRcd	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

La sezione è verificata se  $MEd + d\acute{e}calage < Mrd$

---

$$\text{abs}(VEd) < VRd = \min(VRsd, VRcd)$$

## **9.6 Verifica allo stato limite di esercizio**

La normativa prescrive di prendere in conto le seguenti combinazioni delle azioni (punto 4.1.2.2.4.1):

- Combinazione quasi permanente: considera le azioni dei soli carichi permanenti
- Combinazione frequente: considera le azioni dei carichi permanenti computati interamente e dei carichi mobili ridotti con un fattore di combinazione 0,75
- Combinazione rara: considera le azioni dei carichi permanenti e dei carichi mobili con un fattore di combinazione pari a 1.

Nei tabulati di verifica le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate con i metodi del calcolo elastico lineare, senza ridistribuzioni. Le disposizioni dei carichi mobili sono le stesse impiegate per determinare le sollecitazioni massime nelle verifiche allo S.L.U.

I momenti flettenti  $M_0$  sono calcolati rispetto all'asse baricentrico della trave. I momenti flettenti  $M_1$  e le eccentricità  $e_1$  sono calcolati rispetto alla facciata interna (= intradosso) delle travi. Hanno segno positivo se tendono la facciata interna e comprimono l'estradosso.

Lo sforzo normale e lo sforzo di taglio sono indicati rispettivamente con  $N_1$  e  $T_1$ .

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema già esposto nella verifica allo stato limite ultimo.

### **9.6.1 VERIFICA A FESSURAZIONE (4.1.2.2.4.5)**

Le aperture delle fessure  $w_d$  sono espresse nell'ultima colonna della tabella.

Lo stato limite di fessurazione è commisurato alle condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione. Per armature poco sensibili, tra le quali rientra l'acciaio da cemento armato ordinario, in condizioni ambientali "aggressive", a sensi della tabella 4.1.III, secondo la classe di esposizione XD1, lo stato limite di fessurazione risulta:

- $w_1 = 0,2$  mm per la combinazione quasi permanente
- $w_2 = 0,3$  mm per la combinazione frequente

I risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

### **9.6.2 Calcolo delle tensioni di esercizio (4.1.2.2.5)**

Sono espresse le tensioni di trazione nell'acciaio e di compressione nel calcestruzzo per confrontarne i valori con i massimi stabiliti per lo stato limite di tensione di esercizio.

Per la combinazione caratteristica rara, in base alle resistenze caratteristiche dei materiali impiegati, risultano le seguenti limitazioni:

$$\text{Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45): } \sigma_c < 0,83 * 45 * 0,60 = 22,41 \text{ N/mm}^2$$

Calcestruzzo nei giunti (C28/35):  $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo della soletta (C28/35):  $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$

Per la combinazione di carico quasi permanente in ambiente moderatamente aggressivo risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45):  $\sigma_c < 0,83 * 45 * 0,45 = 16,81 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo nei giunti (C28/35):  $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo della soletta (C28/35):  $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Acciaio: nella combinazione caratteristica:  $\sigma_s < 0,80 * 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$

I risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

## **9.7 Verifica sismica della struttura.**

### **9.7.1 Dati di progetto dell'azione sismica**

Le azioni sismiche di progetto sono definite in base alla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione attraverso i seguenti tre parametri:

ag = accelerazione orizzontale massima al sito

Fo = fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Tc\* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il loro valore è espresso negli allegati in base alla zona geografica in cui è inserita l'opera, in relazione alla vita di riferimento VR ed alla probabilità di superamento del 10% per lo stato ultimo di vita (SLV). Sono inoltre esposti la categoria del suolo di fondazione, la categoria topografica, i coefficienti sismici verticali e verticali ottenuti, i coefficienti di spinta e l'incremento dinamico utilizzati.

I dati sismici sono riepilogati nella tabella "Dati del sisma" (seconda pagina degli allegati) e richiamati nei tabulati delle verifiche sismiche (condizioni 91-94).

La normativa sui ponti, capitolo 7.9 DM 18, si riferisce a strutture fuori terra tipo viadotti e simili. Per strutture immerse nel terreno per oltre l'80 % (come sono i ponti costituiti da un arco rinfiancato dal terreno), l'Eurocodice indica di utilizzare il metodo pseudo-statico equivalente.

In conformità al paragrafo 7.3.5 gli effetti massimi del sisma sono ottenuti combinando l'azione sismica verticale con quella orizzontale, assumendo alternativamente il 100 % di una con il 30% dell'altra. Considerando inoltre che l'oscillazione verticale può causare un incremento o un decremento dei pesi, si ottengono le seguenti quattro combinazioni delle azioni:

- condizione di carico 91: 100% dell'azione verticale verso il basso + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 92: 100% dell'azione verticale verso l'alto + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 93: 30% dell'azione verticale verso il basso + 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 94: 30% dell'azione verticale verso l'alto + 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra

### **FORZE INERZIALI**

Alle masse della struttura e della terra da essa portata sono state applicate le forze d'inerzia indotte dal sisma utilizzando i seguenti coefficienti sismici:

- coefficiente sismico orizzontale:  $k_h = b * S * a_g/g$  (7.11.6)

- coefficiente sismico verticale:  $k_v = 0.5 k_h$  (7.11.7)

dove:

$b_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$$S = S_s * S_T$$

$S_s$  = coefficiente dell'amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente dell'amplificazione topografica

Le masse soggette all'inerzia sismica sono:

- le masse costituenti l'impalcato (travi 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Le loro forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sull'asse baricentrico di ciascuna trave;
- le masse di terra portate dall'impalcato. Le relative forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sulle varie travi costituenti l'impalcato, in proporzione al peso della terra portata.

### **9.7.2 Incremento dinamico della spinta**

L'incremento dinamico della spinta di quiete che si esercita contro la struttura dal lato di monte (assunto come lato d'arrivo della pressione sismica e posto sul lato sinistro nelle nostre figure) in condizioni sismiche è calcolato con la formula di Wood, richiamata nell'Eurocodice8-parte5 appendice E.9:

$$DP_d = a_g/g * S * g * H^2$$

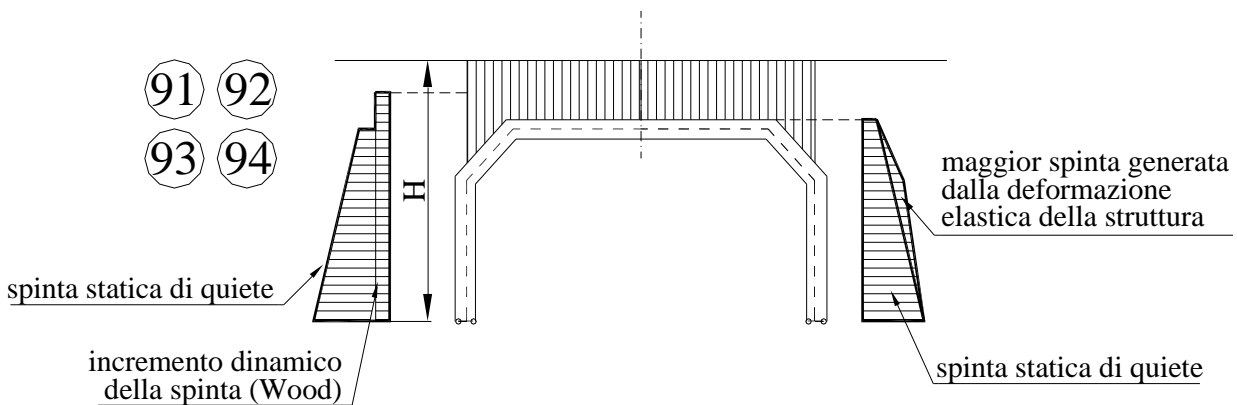
dove:

$g$  = peso specifico del terreno di riempimento

$H$  = altezza spingente = altezza dallo spiccato di fondazione al piano campagna

L'incremento dinamico della spinta è ripartito uniformemente sul ritto e sull'obliquo di monte.

L'incremento dinamico della spinta è ripartito uniformemente sul ritto e sull'obliquo di monte considerando la pressione che agisce su un'altezza pari a quella della struttura più lo spessore di terra al di sopra, ma limitato ad un massimo di 1m quando il ricoprimento è maggiore. Pertanto consideriamo che il primo strato di terra al di sopra della struttura (fino ad 1m) rimanga in aderenza, mentre l'eventuale eccedenza venga equilibrato dalla contropinta del lato opposto.



### 9.8 Verifica delle sezioni allo S.L.U. - Conclusioni

Il calcolo numerico delle caratteristiche di sollecitazione è effettuato con un calcolo elastico lineare, impiegando lo stesso programma per il calcolo di telai piani già impiegato per il calcolo della struttura in condizioni normali. Esso tiene conto dell'interazione con il terreno dal lato di valle.

Le verifiche delle sezioni allo stato limite ultimo sono sviluppate con lo stesso procedimento seguito per le verifiche ai carichi di progetto. I dati e i risultati del calcolo sono esposti in tabelle del tutto analoghe.

Dall'esame dei risultati numerici si conclude che la struttura è idonea a resistere al sisma di progetto con un adeguato margine. Risulta infatti verificato che in tutte le sezioni sia il massimo momento flettente che il massimo sforzo di taglio sotto l'effetto del sisma sono inferiori alle rispettive resistenze delle sezioni. Questa verifica è soddisfatta senza prendere in considerazione non solo la formazione di cerniere plastiche, ma neppure una redistribuzione di momenti flettenti rispetto al calcolo elastico.

Concordemente con quanto ripetutamente espresso nella norma la struttura è verificata sia in termini di resistenza ( $R > S$ ) sia in termini di duttilità e capacità di deformazione, ossia nel rispetto dei criteri di "gerarchia delle resistenze".

Il fattore di sovraresistenza calcolato mediante l'espressione 7.9.7 ed utilizzando  $q=1$  risulta:

$$g_{Rd} = 0,7 + 0,2 * q = 0,9 \text{ occorre pertanto applicare la limitazione inferiore } g_{Rd} = 1.$$

Pertanto, non occorre ottenere una sovraresistenza fuori dalle zone critiche nelle verifiche a pressoflessione.

Per scongiurare il verificarsi di meccanismi resistenti fragili, occorre invece verificare che tutte le sezioni siano dotate di una sovraresistenza a taglio calcolata tramite l'espressione 7.9.10

$$g_{Rd} = 1,25 + 1 - q * V_{ed} / V_{gr,o} , \text{ variabile tra 1 e 1,25.}$$

Tutte le sezioni risultano possedere la sovraresistenza di 1,25 nei riguardi del taglio esterno dovuto alle azioni sismiche; infatti, risulta ovunque  $V_{Rd} / V_{Ed} > 1,25$ . Nelle tabelle di verifica il taglio resistente è quello ottenuto mediante la verifica a stato limite ultimo già esposto, in altre parole i valori esposti non sono ancora divisi per il coefficiente di sovraresistenza  $g_{Rd}$

### 9.8.1 Sollecitazioni trasmesse alle fondazioni

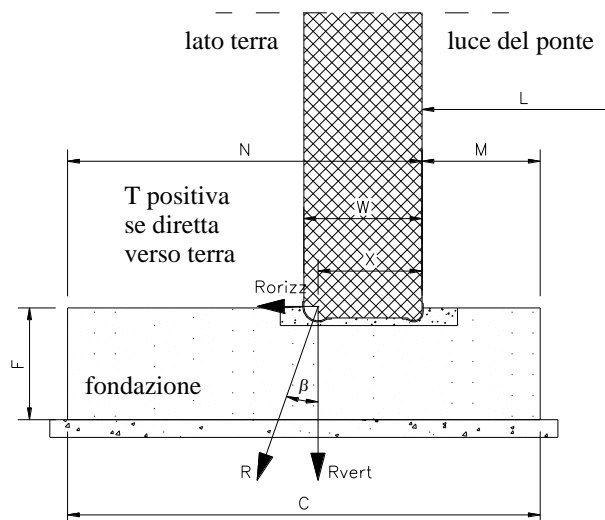
Le due componenti (**R<sub>vert</sub>** e **R<sub>orizz</sub>**) della risultante trasmessa dalla struttura alla fondazione sono indicate nella tabella "Calcolo delle fondazioni", che riporta anche la distanza dalla facciata del punto d'applicazione della risultante.

La risultante verticale sul terreno di fondazione è calcolata tenendo conto della risultante trasmessa dalla struttura, del peso proprio della fondazione e del peso del volume di terra direttamente gravante sulla fondazione all'esterno dei ritti del ponte.

Nella tabella "Calcolo della pressione sul terreno" sono esposti i valori della pressione sul terreno calcolati con coefficienti di combinazione delle azioni pari a 1. Il calcolo è svolto sia con diagramma di pressione plastico parzializzato, sia con diagramma di pressione elastico.

La tabella espone inoltre, nella parte "Verifica a s.l.u. della sezione più sollecitata" i valori delle caratteristiche di sollecitazione (Md, Vd) agenti nelle fondazioni a stato limite ultimo.

Tali valori risultano inferiori alle sollecitazioni resistenti della sezione, esposte nella tabella denominata "Calcolo della sollecitazione resistente a s.l.u." nella parte alta del foglio.



---

## 10 Codici di calcolo

### **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

Il codice di calcolo deriva dall'evoluzione, sviluppata in molti anni, di un programma di soluzione di telai piani nato alla fine degli anni ottanta. L'attuale programma permette la verifica di tutte le tipologie di portali realizzate con i prefabbricati articolati Tensiter di serie.

Sulla base dei dati inseriti, il codice di calcolo determina le reazioni vincolari e le sollecitazioni agenti nelle varie sezioni della struttura risolvendo il telaio con un'analisi statica lineare senza ridistribuzioni.

La verifica della resistenza delle sezioni in cemento armato normale è basata su distribuzioni tensionali a parabola-rettangolo nel calcestruzzo compresso per le verifiche a SLU e sismiche, e su distribuzioni tensionali elastico-lineari parzializzate per le verifiche a SLE (tensioni e fessurazione).

Nelle verifiche a SLU il codice di calcolo mostra il confronto fra le sollecitazioni dovute alle azioni di progetto e le sollecitazioni resistenti. Nelle verifiche a SLE il programma mostra le tensioni calcolate e l'ampiezza delle fessure da confrontare con i valori massimi ammessi dalle norme.

### **ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO**

Gli allegati alla presente relazione sono compilati mediante il programma denominato "CalcoloArticolati", realizzato specificamente per le società del gruppo Tensiter e per le loro licenziatricie sulla base del codice di calcolo iniziale sviluppato originariamente dall'Ing. Carlo Chiaves, inventore delle strutture Tensiter.

Il programma, successivamente aggiornato, espone nella prima pagina delle tabelle la revisione utilizzate per effettuare il calcolo.

### **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

L'affidabilità dei risultati forniti dal codice è stata controllata per molteplici condizioni di utilizzo, per testare tutte le diverse parti del codice. Ad esempio:

- è stata verificata la simmetria dei risultati su strutture simmetriche sia nella geometria che nei carichi; i risultati forniti sono risultati simmetrici, con buona precisione, benché il metodo di risoluzione del telaio avvenga con un calcolo matriciale per sua natura asimmetrico;



- sono stati sviluppati i test relativi a una sola azione non nulla, onde confrontarne i risultati con quelli facilmente calcolabili a mano;
- sono stati confrontati i risultati del calcolo di varie sezioni in c.a., sia a doppio T che circolari armate (pali), variamente sollecitate sia a SLU che a SLE, con i risultati di identiche sezioni calcolate a mano.

In base ai risultati di questo programma o delle sue precedenti versioni sono state costruite più di 500 opere con prefabbricati articolati Tensiter, in Italia e all'estero, in condizioni molto diversificate, comprendenti sottopassi e cavalcavia stradali e ferroviari, gallerie artificiali con ricoperture in terra fino a 15 m, ponti e ponticelli su fiumi, torrenti e canali, anche in zone ad elevata sismicità.

Inoltre, in molti casi, sono stati effettuati anche confronti di verifica con i risultati calcolati in via indipendente da altri progettisti nell'ambito delle procedure di approvazione di progetti specifici.

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70

**DATI GEOMETRICI DELL'OPERA**

Luce netta della struttura	m	1.70
Altezza nominale interna della struttura	m	2.50
Numero di archi prefabbricati	n°	60
Interasse tra gli archi della struttura	m	1.25
Larghezza teorica totale	m	75.00
Lunghezza orizzontale dell'obliquo (aa)	m	0.35

**MATERIALI**

<b>Calcestruzzo (§ 11.2.10 e 4.1.2.1.1)</b>		
<b>Calcestruzzo dei prefabbricati</b>		
Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	<b>45</b>
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	37.35
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 * f_{ck} / 1,5$	N/mm <sup>2</sup>	21.17
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	N/mm <sup>2</sup>	3.35
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctm} * 0,7 / 1,5$	N/mm <sup>2</sup>	1.56
<b>Calcestruzzo dei giunti</b>		
Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	<b>35</b>
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	29.05
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 * f_{ck} / 1,5$	N/mm <sup>2</sup>	16.46
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	N/mm <sup>2</sup>	2.84
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctm} * 0,7 / 1,5$	N/mm <sup>2</sup>	1.32
Modulo elastico impiegato nel calcolo	N/mm <sup>2</sup>	32 600
<b>Acciaio (§ 4.1.2.1.1)</b>		
	tipo	<b>B450C</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	N/mm <sup>2</sup>	450
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$	N/mm <sup>2</sup>	391.3

**PROGRAMMA DI CALCOLO**

'CalcoloArticolati' vers.5.4.7
Normativa: Italia: D.M. 17/1/18

**MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)**

Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70

**DATI DEL TERRENO**

<b>PROFILO del terreno sopra la struttura:</b>		
Coordinate del punto P rispetto alla mezzeria dell'estradosso:		
Xp	m	0
Yp	m	10
Yp solo terra	m	10
Pendenza del profilo (pos. se il profilo pende a destra):		
pendenza a sinistra di P	%	0
pendenza a destra di P	%	0
<b>PESO SPECIFICO del terreno:</b>		
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19
<b>SPINTE:</b>		
angolo d'attrito della terra	°	33
coefficiente di spinta di quiete a sinistra	-	0.46
coefficiente di spinta di quiete a destra	-	0.46
<b>Modulo elastico del terreno:</b>		
in superficie a sinistra	N/mm <sup>2</sup>	40
in superficie a destra	N/mm <sup>2</sup>	40
incremento con la profondità	N/mm <sup>2</sup> /m	0

**DATI DEL SISMA**

Vita nominale	anni	100
Classe d'uso	-	IV
Cu	-	2.00
VR = Vita di riferimento	anni	200
Periodo di ritorno (SLV con P <sub>VR</sub> =10%)	anni	1898
Categoria del sottosuolo		C
ag = accelerazione orizzontale massima al sito	g	0.098
Fo = fattore di amplif. dello spettro in accelerazione or.	-	2.567
Tc* = periodo di inizio del tratto a velocità costante	-	0.311
Categoria topografica	-	T1
S <sub>T</sub> = coeff. conseguente alla categoria topografica	-	1.0
S <sub>s</sub> = coeff. di amplificazione stratigrafica orizzontale	-	1.500
S = S <sub>s</sub> * S <sub>T</sub>	-	1.5
<b>Coefficienti sismici</b>		
$\beta$ = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa	-	1
K <sub>h</sub> = coeff sismico orizzontale = $\beta * S * a_g/g$	-	0.147
K <sub>v</sub> = coeff sismico verticale = $\pm K_h / 2$	-	$\pm 0.074$
<b>Incremento dinamico della spinta (formula di Wood)</b>		
angolo d'attrito della terra		33
Coefficienti di spinta:		
di quiete a sinistra		0.46
di quiete a destra		0.46
$\Delta E_d = a_g/g * S * \gamma * H^2$	kN/m	140.52
punto di applicazione dell'incremento dinamico: metà altezza		

**DESCRIZIONE DEL TELAIO**

n° trave	Lunghezza		Area cm2	Momento d'inertia cm4	Orientamento		H sez. cm.	Posizione baricentro cm.	Mod. elastico terreno	
	facciata	trave			facciata	trave			esterno	interno
	cm.	cm.			gradi	gradi			N/cm2	N/cm2
1	0.00	10.04	1000000	1000000000	0.00°	180.00°	0.00	0.00	0	0
2	0.00	0.01	0	0	90.00°	90.00°	0.00	0.00	0	0
3	215.00	229.25	2508	325004	90.00°	90.00°	40.00	14.04	4000	0
4	49.50	57.63	3512	634923	45.00°	45.00°	40.00	20.00	4000	0
5	50.00	58.28	3576	636288	0.00°	0.00°	40.00	20.00	4000	0
6	50.00	58.28	3576	636288	0.00°	0.00°	40.00	20.00	4000	0
7	49.50	57.63	3512	634923	-45.00°	-45.00°	40.00	20.00	4000	0
8	215.00	229.25	2508	325004	-90.00°	-90.00°	40.00	14.04	4000	0
9	0.00	0.01	0	0	-90.00°	-90.00°	0.00	0.00	0	0
10	0.00	10.04	1000000	1000000000	0.00°	180.00°	0.00	0.00	0	0

Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**DESCRIZIONE DELLE SEZIONI**

TRAVE	Sez	H1	Y1	Y2	B1	B2	S2	V2	B3	S3	V3	A1	A2	A3	A4	I0	G
3	1	40.0	32.7	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	8.73	0.93	13.73	0	14.0
3	2	40.0	33.5	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	11.88	0.00	11.36	0	14.0
3	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	11.88	2.62	11.36	0	14.0
3	4	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	10.90	13.36	1.53	11.36	0	14.0
3	5	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	13.98	8.03	4.91	11.36	0	14.0
4	1	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	13.98	8.95	2.26	11.96	0	20.0
4	2	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	12.37	10.22	2.93	11.96	0	20.0
4	3	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	10.96	5.65	3.61	11.96	0	20.0
4	4	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.96	8.58	3.61	11.96	0	20.0
4	5	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.96	9.01	4.02	11.96	0	20.0
5	1	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	11.72	8.09	9.97	11.23	0.00	20.0
5	2	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	12.66	12.59	3.10	11.23	0.00	20.0
5	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	9.58	10.12	3.10	11.23	0.00	20.0
5	4	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	8.04	10.12	0.00	11.23	0.00	20.0
5	5	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	8.04	10.12	0.00	11.23	0.00	20.0
6	1	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	8.04	10.12	0.00	11.23	0.00	20.0
6	2	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	8.04	10.12	0.00	11.23	0.00	20.0
6	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	9.58	10.12	3.10	11.23	0.00	20.0
6	4	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	12.66	12.59	3.10	11.23	0.00	20.0
6	5	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	125	12	0	11.72	8.09	9.97	11.23	0.00	20.0
7	1	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.96	9.01	4.02	11.96	0	20.0
7	2	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	9.96	8.58	3.61	11.96	0	20.0
7	3	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	10.96	5.65	3.61	11.96	0	20.0
7	4	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	12.37	10.22	2.93	11.96	0	20.0
7	5	40.0	34.0	4.3	32	125	12	0	125	12	0	13.98	8.95	2.26	11.96	0	20.0
8	1	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	13.98	8.03	4.91	11.36	0	14.0
8	2	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	10.90	13.36	1.53	11.36	0	14.0
8	3	40.0	34.0	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	11.88	2.62	11.36	0	14.0
8	4	40.0	33.5	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	11.88	0.00	11.36	0	14.0
8	5	40.0	32.7	4.3	36	125	12	0	36	0	0	5.34	8.73	0.93	13.73	0	14.0

**Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**  
MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**Coefficienti moltiplicativi delle azioni  
per le diverse condizioni di carico impiegate**

<b>cond. carico</b>	<b>gi1</b>	<b>gi2</b>	<b>gi3</b>	<b>gi4</b>	<b>q1</b>	<b>q3</b>	<b>dinamico</b>
10	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
10bis	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
41	1	1	1	1	0	0	0
91, 92, 93, 94	1	1	1	1	0	0	0

## DATI CONDIZIONE DI CARICO 10 - Solo carichi permanenti, profilo massimo ammissibile (s.l.u.)

## CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave N/cm.	fine trave N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1902.6	0.0	1902.6	1564.5	-4.6	1559.9
4	2340.8	2248.4	1106.3	-3.2	1103.0	1063.8	-0.6	1063.2
5	3206.3	3206.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3206.3	3206.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2248.4	2340.8	-1063.8	0.6	-1063.2	-1106.3	3.2	-1103.0
8	0.0	0.0	-1564.5	4.6	-1559.9	-1902.6	0.0	-1902.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

## FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

## PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	120.7	
6	120.7	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

## FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

**CONDIZIONE DI CARICO 10 - Solo carichi permanenti, profilo massimo ammissibile (s.l.u.)****SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	192.26	192.26	192.26	192.26	192.26	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-8.84	-17.69	-26.53	-35.37	
	T	(kN)	-352.39	-352.39	-352.39	-352.39	-352.39	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	352.39	347.84	343.29	338.74	334.19	
	M	(kN.m)	-35.37	40.87	64.47	37.74	-36.99	
	T	(kN)	192.26	92.15	-3.63	-95.10	-182.25	
TRAVE 4	N	(kN)	379.93	368.47	356.75	345.12	333.60	
	M	(kN.m)	-64.68	-55.33	-49.80	-48.07	-50.10	
	T	(kN)	124.19	60.09	29.29	-1.26	-31.57	
TRAVE 5	N	(kN)	267.04	267.04	267.04	267.04	267.04	
	M	(kN.m)	-38.63	-20.44	-7.44	0.35	2.95	
	T	(kN)	166.35	124.76	83.17	41.59	0.00	
TRAVE 6	N	(kN)	267.04	267.04	267.04	267.04	267.04	
	M	(kN.m)	2.95	0.35	-7.44	-20.44	-38.63	
	T	(kN)	0.00	-41.59	-83.17	-124.76	-166.35	
TRAVE 7	N	(kN)	333.60	345.12	356.75	368.47	379.93	
	M	(kN.m)	-50.10	-48.07	-49.80	-55.33	-64.68	
	T	(kN)	31.57	1.26	-29.29	-60.09	-124.19	
TRAVE 8	N	(kN)	334.19	338.74	343.29	347.84	352.39	
	M	(kN.m)	-36.99	37.74	64.47	40.87	-35.37	
	T	(kN)	182.25	95.10	3.63	-92.15	-192.26	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	192.26	192.26	192.26	192.26	192.26	
	M	(kN.m)	-35.37	-26.53	-17.69	-8.84	0.00	
	T	(kN)	352.39	352.39	352.39	352.39	352.39	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.36945		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.36945	X(3)= 0.04	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.19000	X(6)= -0.06	X(7)= 0.07
inizio trave 5	X(8)= -0.04463	X(9)= -0.02	X(10)= 0.01
inizio trave 6	X(11)= 0.00000	X(12)= -0.02	X(13)= 0.00
inizio trave 7	X(14)= 0.04463	X(15)= -0.02	X(16)= -0.01
inizio trave 8	X(17)= 0.19000	X(18)= -0.06	X(19)= -0.07
inizio trave 9	X(20)= -0.36945	X(21)= 0.04	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= -0.36945	X(21)= 0.04	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= -0.36945		



**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 10 - Solo carichi permanenti, profilo massimo ammissibile (s.l.u.)**

**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 10.00 m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m3 a destra: 1.94 t/m3  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.46 x (g3) = 0.621  
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 40 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-35.4	-4.0	<b>-35.4</b>	352.4	192.3	<b>192.3</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	4.5	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-108.2</b>	294.8	476.1	294.8	1.93
	2	40.9	-25.8	<b>57.8</b>	347.8	92.2	<b>92.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>210.3</b>	214.2	476.4	214.2	4.41
	3	64.5	-32.8	<b>64.5</b>	343.3	-3.6	<b>-3.6</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.6	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>211.1</b>	-377.6	-577.1	-377.6	4.39
	4	37.7	-25.2	<b>55.8</b>	338.7	-95.1	<b>-95.1</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.7	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>230.8</b>	-309.5	-544.7	-309.5	4.24
	5	-37.0	-3.0	<b>-64.6</b>	334.2	-182.2	<b>-151.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.8	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-212.0</b>	-408.1	-594.1	-408.1	2.00
4	1	-64.7	-3.0	<b>-64.7</b>	379.9	124.2	<b>36.3</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.9	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-239.2</b>	355.7	472.6	355.7	3.60
	2	-55.3	-5.0	<b>-64.6</b>	368.5	60.1	<b>-6.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.6	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-218.4</b>	-397.5	-485.8	-397.5	3.59
	3	-49.8	-6.0	<b>-63.1</b>	356.7	29.3	<b>-27.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-200.1</b>	-429.7	-496.8	-429.7	3.58
	4	-48.1	-6.1	<b>-53.6</b>	345.1	-1.3	<b>56.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-186.0</b>	429.7	495.8	429.7	3.57
	5	-50.1	-5.0	<b>-53.6</b>	333.6	-31.6	<b>38.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-184.1</b>	429.7	501.4	429.7	3.57

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-38.6	-5.5	<b>-53.6</b>	267.0	166.3	<b>79.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-194.2</b>	403.4	623.5	403.4	3.71
	2	-20.4	-12.3	<b>-53.6</b>	267.0	124.8	<b>70.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-205.2</b>	394.9	544.6	394.9	3.72
	3	-7.4	-17.2	<b>-35.3</b>	267.0	83.2	<b>53.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-168.5</b>	394.9	544.6	394.9	3.70
	4	0.4	-20.1	<b>3.0</b>	267.0	41.6	<b>29.5</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.4	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>182.9</b>	211.8	459.3	211.8	3.91
	5	3.0	-21.1	<b>6.7</b>	267.0	0.0	<b>2.3</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.4	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>182.9</b>	211.8	459.3	211.8	3.91
6	1	3.0	-21.1	<b>6.7</b>	267.0	0.0	<b>2.3</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.4	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>182.9</b>	211.8	459.3	211.8	3.91
	2	0.4	-20.1	<b>3.0</b>	267.0	-41.6	<b>-29.5</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.4	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>182.9</b>	-211.8	-459.3	-211.8	3.91
	3	-7.4	-17.2	<b>-35.3</b>	267.0	-83.2	<b>-53.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-168.5</b>	-394.9	-544.6	-394.9	3.70
	4	-20.4	-12.3	<b>-53.6</b>	267.0	-124.8	<b>-70.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-205.2</b>	-394.9	-544.6	-394.9	3.72
	5	-38.6	-5.5	<b>-53.6</b>	267.0	-166.3	<b>-79.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-194.2</b>	-403.4	-623.5	-403.4	3.71
7	1	-50.1	-5.0	<b>-53.6</b>	333.6	31.6	<b>-38.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-184.1</b>	-429.7	-501.4	-429.7	3.57
	2	-48.1	-6.1	<b>-53.6</b>	345.1	1.3	<b>-56.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-186.0</b>	-429.7	-495.8	-429.7	3.57
	3	-49.8	-6.0	<b>-63.1</b>	356.7	-29.3	<b>27.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-200.1</b>	429.7	496.8	429.7	3.58
	4	-55.3	-5.0	<b>-64.6</b>	368.5	-60.1	<b>6.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.6	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-218.4</b>	397.5	485.8	397.5	3.59
	5	-64.7	-3.0	<b>-64.7</b>	379.9	-124.2	<b>-36.3</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.9	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-239.2</b>	-355.7	-472.6	-355.7	3.60
8	1	-37.0	-3.0	<b>-64.6</b>	334.2	182.2	<b>151.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.8	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-212.0</b>	408.1	594.1	408.1	2.00
	2	37.7	-25.2	<b>55.8</b>	338.7	95.1	<b>95.1</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.7	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>230.8</b>	309.5	544.7	309.5	4.24
	3	64.5	-32.8	<b>64.5</b>	343.3	3.6	<b>3.6</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.6	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>211.1</b>	377.6	577.1	377.6	4.39
	4	40.9	-25.8	<b>57.8</b>	347.8	-92.2	<b>-92.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>210.3</b>	-214.2	-476.4	-214.2	4.41
	5	-35.4	-4.0	<b>-35.4</b>	352.4	-192.3	<b>-192.3</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	4.5	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-108.2</b>	-294.8	-476.1	-294.8	1.93

## DATI CONDIZIONE DI CARICO 10bis - Accumulo terreno dopo frana - Solo carichi permanenti (s.l.u.)

## CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave N/cm.	fine trave N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	2640.0	0.0	2640.0	2301.9	-4.5	2297.4
4	3474.4	3382.0	1627.7	-3.2	1624.5	1585.2	-0.6	1584.6
5	4809.4	4809.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4809.4	4809.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	3382.0	3474.4	-1585.2	0.6	-1584.6	-1627.7	3.2	-1624.5
8	0.0	0.0	-2301.9	4.5	-2297.4	-2640.0	0.0	-2640.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

## FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

## PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	84.6	
4	118.5	
5	120.7	
6	120.7	
7	118.5	
8	84.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

## FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

## CONDIZIONE DI CARICO 10bis - Accumulo terreno dopo frana - Solo carichi permanenti (s.l.u.)

**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	270.94	270.94	270.94	270.94	270.94	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-12.83	-25.66	-38.48	-51.31	
	T	(kN)	-511.16	-511.16	-511.16	-511.16	-511.16	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	511.16	506.61	502.06	497.51	492.96	
	M	(kN.m)	-51.31	56.57	90.50	52.80	-54.21	
	T	(kN)	270.94	131.20	-4.23	-135.33	-262.12	
TRAVE 4	N	(kN)	556.00	539.35	522.27	505.30	488.42	
	M	(kN.m)	-94.10	-79.64	-70.79	-67.53	-69.83	
	T	(kN)	184.89	94.14	48.86	3.82	-40.96	
TRAVE 5	N	(kN)	387.48	387.48	387.48	387.48	387.48	
	M	(kN.m)	-52.35	-25.39	-6.13	5.42	9.27	
	T	(kN)	246.50	184.88	123.25	61.63	0.00	
TRAVE 6	N	(kN)	387.48	387.48	387.48	387.48	387.48	
	M	(kN.m)	9.27	5.42	-6.13	-25.39	-52.35	
	T	(kN)	0.00	-61.63	-123.25	-184.88	-246.50	
TRAVE 7	N	(kN)	488.42	505.30	522.27	539.35	556.00	
	M	(kN.m)	-69.83	-67.53	-70.79	-79.64	-94.10	
	T	(kN)	40.96	-3.82	-48.86	-94.14	-184.89	
TRAVE 8	N	(kN)	492.96	497.51	502.06	506.61	511.16	
	M	(kN.m)	-54.21	52.80	90.50	56.57	-51.31	
	T	(kN)	262.12	135.33	4.23	-131.20	-270.94	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	270.94	270.94	270.94	270.94	270.94	
	M	(kN.m)	-51.31	-38.48	-25.66	-12.83	0.00	
	T	(kN)	511.16	511.16	511.16	511.16	511.16	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.50970		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.50971	X(3)= 0.05	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.25869	X(6)= -0.09	X(7)= 0.10
inizio trave 5	X(8)= -0.05237	X(9)= -0.05	X(10)= 0.02
inizio trave 6	X(11)= 0.00000	X(12)= -0.04	X(13)= 0.00
inizio trave 7	X(14)= 0.05237	X(15)= -0.05	X(16)= -0.02
inizio trave 8	X(17)= 0.25869	X(18)= -0.09	X(19)= -0.10
inizio trave 9	X(20)= -0.50971	X(21)= 0.05	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= -0.50971	X(21)= 0.05	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= -0.50970		

## VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

Condizione di carico 10bis - Accumulo terreno dopo frana - Solo carichi permanenti (s.l.u.)

### Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso:  $X_p = 0.00$  m.  $Y_p = 15.00$  m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m<sup>3</sup> a destra: 1.94 t/m<sup>3</sup>  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra:  $0.46 \times g_3 = 0.621$  a destra:  $0.46 \times (g_3) = 0.621$   
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 40 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 10.99 m. a dx: 10.99 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni:  $g_1 = 1.35$   $g_2 = 1.35$   $g_3 = 1.35$

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M <sub>Rd</sub> baricentrico	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rd</sub>	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-51.3	-4.0	<b>-51.3</b>	511.2	270.9	<b>270.9</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	5.1	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-125.3</b>	294.8	493.0	294.8	1.93
	2	56.6	-25.2	<b>80.8</b>	506.6	131.2	<b>131.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	15.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>233.4</b>	214.2	493.3	214.2	4.70
	3	90.5	-32.1	<b>90.5</b>	502.1	-4.2	<b>-4.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	15.8	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>233.9</b>	-377.6	-597.6	-377.6	4.69
	4	52.8	-24.7	<b>78.4</b>	497.5	-135.3	<b>-135.3</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.7	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>259.1</b>	-309.5	-564.1	-309.5	4.39
	5	-54.2	-3.0	<b>-93.9</b>	493.0	-262.1	<b>-216.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	6.3	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-227.7</b>	-408.1	-615.3	-408.1	2.00
4	1	-94.1	-3.1	<b>-94.1</b>	556.0	184.9	<b>56.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.5	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-266.9</b>	355.7	486.1	355.7	3.64
	2	-79.6	-5.2	<b>-93.9</b>	539.3	94.1	<b>-3.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.2	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-245.7</b>	-397.5	-499.3	-397.5	3.62
	3	-70.8	-6.4	<b>-91.6</b>	522.3	48.9	<b>-34.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.1	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-226.7</b>	-429.7	-510.2	-429.7	3.62
	4	-67.5	-6.6	<b>-78.0</b>	505.3	3.8	<b>-81.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.8	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-212.1</b>	-429.7	-508.8	-429.7	3.60
	5	-69.8	-5.7	<b>-74.5</b>	488.4	-41.0	<b>62.8</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.7	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-209.4</b>	429.7	514.1	429.7	3.59

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-52.4	-6.5	<b>-74.5</b>	387.5	246.5	<b>117.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-213.9</b>	403.4	635.7	403.4	3.74
	2	-25.4	-13.4	<b>-74.5</b>	387.5	184.9	<b>104.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-224.8</b>	394.9	555.3	394.9	3.73
	3	-6.1	-18.4	<b>-47.4</b>	387.5	123.3	<b>79.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-188.4</b>	394.9	555.3	394.9	3.72
	4	5.4	-21.4	<b>9.3</b>	387.5	61.6	<b>43.7</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.8	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>202.1</b>	211.8	468.3	211.8	3.93
	5	9.3	-22.4	<b>9.3</b>	387.5	0.0	<b>-3.4</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.8	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>202.1</b>	-211.8	-468.3	-211.8	3.93
6	1	9.3	-22.4	<b>9.3</b>	387.5	0.0	<b>-3.4</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.8	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>202.1</b>	-211.8	-468.3	-211.8	3.93
	2	5.4	-21.4	<b>9.3</b>	387.5	-61.6	<b>-43.7</b>	40.0	35.7	125.0	36.0	5.8	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>202.1</b>	-211.8	-468.3	-211.8	3.93
	3	-6.1	-18.4	<b>-47.4</b>	387.5	-123.3	<b>-79.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-188.4</b>	-394.9	-555.3	-394.9	3.72
	4	-25.4	-13.4	<b>-74.5</b>	387.5	-184.9	<b>-104.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-224.8</b>	-394.9	-555.3	-394.9	3.73
	5	-52.4	-6.5	<b>-74.5</b>	387.5	-246.5	<b>-117.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-213.9</b>	-403.4	-635.7	-403.4	3.74
7	1	-69.8	-5.7	<b>-74.5</b>	488.4	41.0	<b>-62.8</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.7	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-209.4</b>	-429.7	-514.1	-429.7	3.59
	2	-67.5	-6.6	<b>-78.0</b>	505.3	-3.8	<b>81.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.8	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-212.1</b>	429.7	508.8	429.7	3.60
	3	-70.8	-6.4	<b>-91.6</b>	522.3	-48.9	<b>34.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.1	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-226.7</b>	429.7	510.2	429.7	3.62
	4	-79.6	-5.2	<b>-93.9</b>	539.3	-94.1	<b>3.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.2	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-245.7</b>	397.5	499.3	397.5	3.62
	5	-94.1	-3.1	<b>-94.1</b>	556.0	-184.9	<b>-56.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.5	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-266.9</b>	-355.7	-486.1	-355.7	3.64
8	1	-54.2	-3.0	<b>-93.9</b>	493.0	262.1	<b>216.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	6.3	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-227.7</b>	408.1	615.3	408.1	2.00
	2	52.8	-24.7	<b>78.4</b>	497.5	135.3	<b>135.3</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.7	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>259.1</b>	309.5	564.1	309.5	4.39
	3	90.5	-32.1	<b>90.5</b>	502.1	4.2	<b>4.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	15.8	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>233.9</b>	377.6	597.6	377.6	4.69
	4	56.6	-25.2	<b>80.8</b>	506.6	-131.2	<b>-131.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	15.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>233.4</b>	-214.2	-493.3	-214.2	4.70
	5	-51.3	-4.0	<b>-51.3</b>	511.2	-270.9	<b>-270.9</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	5.1	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-125.3</b>	-294.8	-493.0	-294.8	1.93

## DATI CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

## CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave N/cm.	fine trave N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.	quiete/altro N/cm.	per deformaz N/cm.	TOTALE N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1409.3	0.0	1409.3	1158.9	-3.4	1155.5
4	1733.9	1665.5	819.4	-2.4	817.0	788.0	-0.4	787.5
5	2375.0	2375.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2375.0	2375.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1665.5	1733.9	-788.0	0.4	-787.5	-819.4	2.4	-817.0
8	0.0	0.0	-1158.9	3.4	-1155.5	-1409.3	0.0	-1409.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

## FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm	Entità della forza N	Distanza dal nodo precedente cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

## PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	62.7	
4	87.8	
5	89.4	
6	89.4	
7	87.8	
8	62.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

## FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

**CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile****SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	142.41	142.41	142.41	142.41	142.41	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-6.55	-13.10	-19.65	-26.20	
	T	(kN)	-261.03	-261.03	-261.03	-261.03	-261.03	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	261.03	257.66	254.29	250.92	247.55	
	M	(kN.m)	-26.20	30.27	47.75	27.95	-27.40	
	T	(kN)	142.41	68.26	-2.69	-70.44	-135.00	
TRAVE 4	N	(kN)	281.43	272.94	264.26	255.65	247.11	
	M	(kN.m)	-47.91	-40.99	-36.89	-35.61	-37.11	
	T	(kN)	91.99	44.51	21.70	-0.94	-23.38	
TRAVE 5	N	(kN)	197.81	197.81	197.81	197.81	197.81	
	M	(kN.m)	-28.62	-15.14	-5.51	0.26	2.19	
	T	(kN)	123.22	92.41	61.61	30.80	0.00	
TRAVE 6	N	(kN)	197.81	197.81	197.81	197.81	197.81	
	M	(kN.m)	2.19	0.26	-5.51	-15.14	-28.62	
	T	(kN)	0.00	-30.81	-61.61	-92.42	-123.22	
TRAVE 7	N	(kN)	247.11	255.65	264.26	272.94	281.43	
	M	(kN.m)	-37.11	-35.61	-36.89	-40.99	-47.91	
	T	(kN)	23.38	0.94	-21.70	-44.51	-91.99	
TRAVE 8	N	(kN)	247.55	250.92	254.29	257.66	261.03	
	M	(kN.m)	-27.40	27.95	47.75	30.27	-26.20	
	T	(kN)	135.00	70.44	2.69	-68.26	-142.41	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	142.41	142.41	142.41	142.41	142.41	
	M	(kN.m)	-26.20	-19.65	-13.10	-6.55	0.00	
	T	(kN)	261.03	261.03	261.03	261.03	261.03	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.27367		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.27367	X(3)= 0.03	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.14074	X(6)= -0.04	X(7)= 0.05
inizio trave 5	X(8)= -0.03306	X(9)= -0.02	X(10)= 0.01
inizio trave 6	X(11)= 0.00000	X(12)= -0.01	X(13)= 0.00
inizio trave 7	X(14)= 0.03306	X(15)= -0.02	X(16)= -0.01
inizio trave 8	X(17)= 0.14074	X(18)= -0.04	X(19)= -0.05
inizio trave 9	X(20)= -0.27367	X(21)= 0.03	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= -0.27367	X(21)= 0.03	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= -0.27367		



**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 41 - S.I.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile**

**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 10.00 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m3 a destra: 1.94 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.46 x (g3) = 0.46

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 40 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W <sub>k</sub> mm
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ <sub>acc</sub>	σ <sub>cls</sub>	τ <sub>cls</sub>	σ <sub>staffe</sub>	σ <sub>f.pieg</sub>	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	41	-26.2	-4.0	10.4	261.0	142.4	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	8.73	0.93	13.73	16.8	2.7	1.43	-	-	0.0000
	2	41	30.3	-25.8	66.4	257.7	68.3	40.0	35.7	36.0	36.0	36.6	5.34	11.88	0.00	11.36	-0.5	3.3	0.70	-	-	0.0000
	3	41	47.8	-32.8	83.5	254.3	-2.7	40.0	35.7	36.0	36.0	26.3	5.34	11.88	2.62	11.36	11.5	5.4	-0.03	-	-	0.0000
	4	41	28.0	-25.2	63.2	250.9	-70.4	40.0	35.7	36.0	36.0	37.9	10.90	13.36	1.53	11.36	-1.0	2.9	-0.72	-	-	0.0000
	5	41	-27.4	-3.0	7.4	247.6	-135.0	40.0	34.0	125.0	36.0	17.7	13.98	8.03	4.91	11.36	13.9	2.5	-1.30	-	-	0.0000
4	1	41	-47.9	-3.0	8.4	281.4	92.0	40.0	34.0	125.0	32.0	17.8	13.98	8.95	2.26	11.96	15.6	2.8	1.00	-	-	0.0000
	2	41	-41.0	-5.0	13.6	272.9	44.5	40.0	34.0	125.0	32.0	22.5	12.37	10.22	2.93	11.96	7.1	2.3	0.49	-	-	0.0000
	3	41	-36.9	-6.0	16.0	264.3	21.7	40.0	34.0	125.0	32.0	26.2	10.96	5.65	3.61	11.96	3.6	2.0	0.25	-	-	0.0000
	4	41	-35.6	-6.1	15.5	255.6	-0.9	40.0	34.0	125.0	32.0	26.3	9.96	8.58	3.61	11.96	3.4	2.0	-0.01	-	-	0.0000
	5	41	-37.1	-5.0	12.3	247.1	-23.4	40.0	34.0	125.0	32.0	21.8	9.96	9.01	4.02	11.96	7.1	2.1	-0.26	-	-	0.0000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure $W_k$
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	$\sigma_{acc}$	$\sigma_{cls}$	$\tau_{cls}$	$\sigma_{staffe}$	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compreso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	41	-28.6	-5.5	10.9	197.8	123.2	40.0	34.0	125.0	36.0	23.9	11.72	8.09	9.97	11.23	4.0	1.6	1.23	-	-	0.0000
	2	41	-15.1	-12.3	24.4	197.8	92.4	40.0	34.0	125.0	36.0	43.5	12.66	12.59	3.10	11.23	-1.3	1.0	0.89	-	-	0.0000
	3	41	-5.5	-17.2	34.0	197.8	61.6	40.0	34.0	125.0	36.0	85.2	9.58	10.12	3.10	11.23	-2.5	0.7	0.59	-	-	0.0000
	4	41	0.3	-20.1	39.8	197.8	30.8	40.0	35.7	125.0	36.0	881.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-3.2	0.5	0.30	-	-	0.0000
	5	41	2.2	-21.1	41.8	197.8	0.0	40.0	35.7	125.0	36.0	171.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-2.9	0.6	0.00	-	-	0.0000
6	1	41	2.2	-21.1	41.8	197.8	0.0	40.0	35.7	125.0	36.0	171.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-2.9	0.6	0.00	-	-	0.0000
	2	41	0.3	-20.1	39.8	197.8	-30.8	40.0	35.7	125.0	36.0	881.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-3.2	0.5	-0.30	-	-	0.0000
	3	41	-5.5	-17.2	34.0	197.8	-61.6	40.0	34.0	125.0	36.0	85.2	9.58	10.12	3.10	11.23	-2.5	0.7	-0.59	-	-	0.0000
	4	41	-15.1	-12.3	24.4	197.8	-92.4	40.0	34.0	125.0	36.0	43.5	12.66	12.59	3.10	11.23	-1.3	1.0	-0.89	-	-	0.0000
	5	41	-28.6	-5.5	10.9	197.8	-123.2	40.0	34.0	125.0	36.0	23.9	11.72	8.09	9.97	11.23	4.0	1.6	-1.23	-	-	0.0000
7	1	41	-37.1	-5.0	12.3	247.1	23.4	40.0	34.0	125.0	32.0	21.8	9.96	9.01	4.02	11.96	7.1	2.1	0.26	-	-	0.0000
	2	41	-35.6	-6.1	15.5	255.6	0.9	40.0	34.0	125.0	32.0	26.3	9.96	8.58	3.61	11.96	3.4	2.0	0.01	-	-	0.0000
	3	41	-36.9	-6.0	16.0	264.3	-21.7	40.0	34.0	125.0	32.0	26.2	10.96	5.65	3.61	11.96	3.6	2.0	-0.25	-	-	0.0000
	4	41	-41.0	-5.0	13.6	272.9	-44.5	40.0	34.0	125.0	32.0	22.5	12.37	10.22	2.93	11.96	7.1	2.3	-0.49	-	-	0.0000
	5	41	-47.9	-3.0	8.4	281.4	-92.0	40.0	34.0	125.0	32.0	17.8	13.98	8.95	2.26	11.96	15.6	2.8	-1.00	-	-	0.0000
8	1	41	-27.4	-3.0	7.4	247.6	135.0	40.0	34.0	125.0	36.0	17.7	13.98	8.03	4.91	11.36	13.9	2.5	1.30	-	-	0.0000
	2	41	28.0	-25.2	63.2	250.9	70.4	40.0	35.7	36.0	36.0	37.9	10.90	13.36	1.53	11.36	-1.0	2.9	0.72	-	-	0.0000
	3	41	47.8	-32.8	83.5	254.3	2.7	40.0	35.7	36.0	36.0	26.3	5.34	11.88	2.62	11.36	11.5	5.4	0.03	-	-	0.0000
	4	41	30.3	-25.8	66.4	257.7	-68.3	40.0	35.7	36.0	36.0	36.6	5.34	11.88	0.00	11.36	-0.5	3.3	-0.70	-	-	0.0000
	5	41	-26.2	-4.0	10.4	261.0	-142.4	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	8.73	0.93	13.73	16.8	2.7	-1.43	-	-	0.0000

## VERIFICA A FESSURAZIONE: combinazione quasi permanente (apertura &lt; 0.20 mm)

Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 41  $\Psi_2 = 0.000$ 

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure $W_k$
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	$\sigma_{acc}$	$\sigma_{cls}$	$\tau_{cls}$	$\sigma_{staffe}$	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	41sx	-26.2	-4.0	10.4	261.0	142.4	40.0	32.7	125.0	36.0	16.1	5.34	8.73	0.93	13.73	16.8	2.7	1.43	-	-	0.000
	2	41sx	30.3	-25.8	66.4	257.7	68.3	40.0	35.7	36.0	36.0	36.6	5.34	11.88	0.00	11.36	-0.5	3.3	0.70	-	-	0.000
	3	41sx	47.8	-32.8	83.5	254.3	-2.7	40.0	35.7	36.0	36.0	26.3	5.34	11.88	2.62	11.36	11.5	5.4	-0.03	-	-	0.000
	4	41sx	28.0	-25.2	63.2	250.9	-70.4	40.0	35.7	36.0	36.0	37.9	10.90	13.36	1.53	11.36	-1.0	2.9	-0.72	-	-	0.000
	5	41sx	-27.4	-3.0	7.4	247.6	-135.0	40.0	34.0	125.0	36.0	17.7	13.98	8.03	4.91	11.36	13.9	2.5	-1.30	-	-	0.000
4	1	41sx	-47.9	-3.0	8.4	281.4	92.0	40.0	34.0	125.0	32.0	17.8	13.98	8.95	2.26	11.96	15.6	2.8	1.00	-	-	0.000
	2	41sx	-41.0	-5.0	13.6	272.9	44.5	40.0	34.0	125.0	32.0	22.5	12.37	10.22	2.93	11.96	7.1	2.3	0.49	-	-	0.000
	3	41sx	-36.9	-6.0	16.0	264.3	21.7	40.0	34.0	125.0	32.0	26.2	10.96	5.65	3.61	11.96	3.6	2.0	0.25	-	-	0.000
	4	41sx	-35.6	-6.1	15.5	255.6	-0.9	40.0	34.0	125.0	32.0	26.3	9.96	8.58	3.61	11.96	3.4	2.0	-0.01	-	-	0.000
	5	41sx	-37.1	-5.0	12.3	247.1	-23.4	40.0	34.0	125.0	32.0	21.8	9.96	9.01	4.02	11.96	7.1	2.1	-0.26	-	-	0.000
5	1	41sx	-28.6	-5.5	10.9	197.8	123.2	40.0	34.0	125.0	36.0	23.9	11.72	8.09	9.97	11.23	4.0	1.6	1.23	-	-	0.000
	2	41sx	-15.1	-12.3	24.4	197.8	92.4	40.0	34.0	125.0	36.0	43.5	12.66	12.59	3.10	11.23	-1.3	1.0	0.89	-	-	0.000
	3	41sx	-5.5	-17.2	34.0	197.8	61.6	40.0	34.0	125.0	36.0	85.2	9.58	10.12	3.10	11.23	-2.5	0.7	0.59	-	-	0.000
	4	41sx	0.3	-20.1	39.8	197.8	30.8	40.0	35.7	125.0	36.0	881.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-3.2	0.5	0.30	-	-	0.000
	5	41sx	2.2	-21.1	41.8	197.8	0.0	40.0	35.7	125.0	36.0	171.8	8.04	10.12	0.00	11.23	-2.9	0.6	0.00	-	-	0.000

## DATI CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

## CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1572.7	0.0	1572.7	1322.2	0.0	1322.2
4	1848.3	1775.4	1003.6	0.0	1003.6	969.4	0.0	969.4
5	2531.8	2531.8	94.1	0.0	94.1	94.1	0.0	94.1
6	2531.8	2531.8	94.1	0.0	94.1	94.1	0.0	94.1
7	1775.4	1848.3	-722.0	-37.0	-759.0	-750.8	-32.7	-783.5
8	0.0	0.0	-1158.9	-46.3	-1205.2	-1409.3	0.0	-1409.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

## FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

## PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	66.8	
4	93.6	
5	95.3	
6	95.3	
7	93.6	
8	66.8	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

## FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

## CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

		sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N (kN)	172.26	172.26	172.26	172.26	172.26	Cerniera interna
	M (kN.m)	0.00	-6.06	-12.12	-18.18	-24.24	
	T (kN)	-241.46	-241.46	-241.46	-241.46	-241.46	
TRAVE 2	N (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M (kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N (kN)	241.46	237.87	234.28	230.69	227.09	
	M (kN.m)	-24.24	45.88	72.19	56.38	0.15	
	T (kN)	172.26	89.17	9.24	-67.53	-141.15	
TRAVE 4	N (kN)	272.95	265.09	257.02	249.02	241.09	
	M (kN.m)	-21.38	-17.16	-16.10	-18.19	-23.40	
	T (kN)	79.97	21.28	-4.23	-29.53	-54.63	
TRAVE 5	N (kN)	218.00	219.22	220.44	221.66	222.88	
	M (kN.m)	-19.89	-10.12	-4.46	-2.90	-5.45	
	T (kN)	94.56	61.72	28.88	-3.96	-36.79	
TRAVE 6	N (kN)	222.88	224.10	225.32	226.54	227.76	
	M (kN.m)	-5.45	-12.10	-22.85	-37.72	-56.68	
	T (kN)	-36.79	-69.63	-102.47	-135.31	-168.15	
TRAVE 7	N (kN)	302.45	312.30	322.24	332.27	342.11	
	M (kN.m)	-69.89	-69.84	-72.68	-78.42	-87.08	
	T (kN)	11.92	-11.26	-34.62	-58.17	-111.75	
TRAVE 8	N (kN)	300.68	304.28	307.87	311.46	315.05	
	M (kN.m)	-61.93	10.09	45.62	43.28	1.66	
	T (kN)	167.09	100.48	31.29	-40.46	-114.80	
TRAVE 9	N (kN)	315.05	315.05	315.05	315.05	315.05	Incastro
	M (kN.m)	1.66	1.66	1.66	1.66	1.65	
	T (kN)	-114.80	-114.80	-114.80	-114.80	-114.80	
TRAVE 10	N (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M (kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.82075		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.82075	X(3)= 0.08	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.06042	X(6)= 0.02	X(7)= 0.87
inizio trave 5	X(8)= -0.00669	X(9)= 0.02	X(10)= 0.85
inizio trave 6	X(11)= 0.02028	X(12)= 0.02	X(13)= 0.84
inizio trave 7	X(14)= 0.10750	X(15)= -0.01	X(16)= 0.83
inizio trave 8	X(17)= 0.31357	X(18)= -0.09	X(19)= 0.73
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scalolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 91 - Verifica sismica (s.l.u.)**
**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso:  $X_p = 0.00$  m.  $Y_p = 10.00$  m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m<sup>3</sup> a destra: 1.94 t/m<sup>3</sup>  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra:  $0.46 \times g_3 = 0.46$  a destra:  $0.46 \times (g_3) = 0.46$   
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni:  $g_1 = 1.00$   $g_2 = 1.00$   $g_3 = 1.00$

**Verifica sismica** 100% vert verso il basso + 30% orizz verso dx

 Valore di  $ag/g = 0.0826$  Categoria del suolo di fondazione: E

 $F_0 =$  fattore di amplificazione orizz. = 2.56  $S = S_s \cdot S_T = 1.6$ 
 $T_c^* =$  periodo iniziale a velocità costante = 0.3

 $\beta =$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

 $\Delta E_d =$  incremento dinamico della spinta = kN/m<sup>2</sup> 13.068

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.040; vert = 0.066

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		M <sub>Ed</sub>	e1 distanza da facc.	M <sub>Ed</sub> + décalage	N <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub> - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M <sub>Rd</sub> baricentrico	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rd</sub>	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-24.2	-4.0	<b>-24.2</b>	241.5	172.3	<b>172.3</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	4.1	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-95.9</b>	294.8	464.4	294.8	1.93
	2	45.9	-33.3	<b>63.0</b>	237.9	89.2	<b>89.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	11.3	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>191.8</b>	214.2	464.7	214.2	4.28
	3	72.2	-44.9	<b>72.2</b>	234.3	9.2	<b>9.2</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.9	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>192.4</b>	377.6	563.0	377.6	4.25
	4	56.4	-38.5	<b>68.6</b>	230.7	-67.5	<b>-67.5</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.6	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>210.6</b>	-309.5	-531.6	-309.5	4.16
	5	0.2	-14.1	<b>30.3</b>	227.1	-141.2	<b>-114.6</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	7.8	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>148.8</b>	-428.5	-605.3	-428.5	4.05
4	1	-21.4	-12.2	<b>-21.4</b>	273.0	80.0	<b>7.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-222.0</b>	355.7	464.4	355.7	3.58
	2	-17.2	-13.5	<b>-21.3</b>	265.1	21.3	<b>-34.0</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-201.5</b>	-397.5	-477.6	-397.5	3.57
	3	-16.1	-13.7	<b>-22.5</b>	257.0	-4.2	<b>42.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-183.6</b>	429.7	488.7	429.7	3.56
	4	-18.2	-12.7	<b>-28.6</b>	249.0	-29.5	<b>18.3</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.9	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-170.1</b>	429.7	488.0	429.7	3.55
	5	-23.4	-10.3	<b>-28.6</b>	241.1	-54.6	<b>3.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-168.7</b>	429.7	493.8	429.7	3.55

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min. cm2
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-19.9	-10.9	<b>-28.6</b>	218.0	94.6	<b>25.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.0	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-186.0</b>	403.4	618.6	403.4	3.71
	2	-10.1	-15.4	<b>-28.6</b>	219.2	61.7	<b>18.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-197.3</b>	394.9	540.4	394.9	3.71
	3	-4.5	-18.0	<b>-18.0</b>	220.4	28.9	<b>5.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-160.7</b>	394.9	540.5	394.9	3.69
	4	-2.9	-18.7	<b>-10.7</b>	221.7	-4.0	<b>5.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.3</b>	201.7	434.2	201.7	3.68
	5	-5.4	-17.6	<b>-20.8</b>	222.9	-36.8	<b>-35.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.5</b>	-201.7	-434.3	-201.7	3.68
6	1	-5.4	-17.6	<b>-20.8</b>	222.9	-36.8	<b>-35.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.5</b>	-201.7	-434.3	-201.7	3.68
	2	-12.1	-14.6	<b>-35.0</b>	224.1	-69.6	<b>-60.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.7</b>	-201.7	-434.4	-201.7	3.68
	3	-22.9	-9.9	<b>-53.3</b>	225.3	-102.5	<b>-79.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-161.5</b>	-394.9	-540.9	-394.9	3.69
	4	-37.7	-3.4	<b>-71.5</b>	226.5	-135.3	<b>-92.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-198.5</b>	-394.9	-541.0	-394.9	3.71
	5	-56.7	4.9	<b>-71.5</b>	227.8	-168.1	<b>-99.3</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-187.7</b>	-403.4	-619.6	-403.4	3.71
7	1	-69.9	3.1	<b>-71.5</b>	302.4	11.9	<b>-41.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-178.9</b>	-429.7	-498.9	-429.7	3.56
	2	-69.8	2.4	<b>-77.4</b>	312.3	-11.3	<b>32.9</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.1	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-180.6</b>	429.7	493.2	429.7	3.56
	3	-72.7	2.6	<b>-85.6</b>	322.2	-34.6	<b>8.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-194.4</b>	429.7	494.0	429.7	3.58
	4	-78.4	3.6	<b>-87.0</b>	332.3	-58.2	<b>-7.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-212.5</b>	-397.5	-482.9	-397.5	3.58
	5	-87.1	5.5	<b>-87.1</b>	342.1	-111.8	<b>-44.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.7	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-233.2</b>	-355.7	-469.7	-355.7	3.60
8	1	-61.9	6.6	<b>-87.0</b>	300.7	167.1	<b>143.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.6	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-208.6</b>	408.1	589.7	408.1	2.00
	2	10.1	-17.4	<b>30.6</b>	304.3	100.5	<b>100.5</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.4	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>224.4</b>	309.5	540.5	309.5	3.76
	3	45.6	-28.9	<b>49.3</b>	307.9	31.3	<b>31.3</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.1	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>205.1</b>	377.6	572.5	377.6	4.34
	4	43.3	-27.9	<b>49.1</b>	311.5	-40.5	<b>-40.5</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.4	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>204.3</b>	-214.2	-472.6	-214.2	4.37
	5	1.7	-14.6	<b>25.3</b>	315.1	-114.8	<b>-114.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	11.0	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>170.2</b>	-316.5	-512.5	-316.5	3.76

## DATI CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

## CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1572.7	0.0	1572.7	1322.2	0.0	1322.2
4	1619.5	1555.5	1003.6	0.0	1003.6	969.4	0.0	969.4
5	2218.3	2218.3	94.1	0.0	94.1	94.1	0.0	94.1
6	2218.3	2218.3	94.1	0.0	94.1	94.1	0.0	94.1
7	1555.5	1619.5	-722.0	-39.2	-761.2	-750.8	-34.3	-785.0
8	0.0	0.0	-1158.9	-48.4	-1207.3	-1409.3	0.0	-1409.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

## FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

## PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	58.6	
4	82.0	
5	83.5	
6	83.5	
7	82.0	
8	58.6	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

## FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni



## CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	172.99	172.99	172.99	172.99	172.99	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-5.16	-10.33	-15.49	-20.66	
	T	(kN)	-205.81	-205.81	-205.81	-205.81	-205.81	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	205.81	202.66	199.52	196.37	193.22	
	M	(kN.m)	-20.66	49.85	76.55	61.14	5.31	
	T	(kN)	172.99	89.90	9.97	-66.80	-140.42	
TRAVE 4	N	(kN)	248.57	242.78	236.78	230.85	224.96	
	M	(kN.m)	-16.09	-14.63	-16.08	-20.42	-27.62	
	T	(kN)	63.24	0.00	-23.43	-46.67	-69.73	
TRAVE 5	N	(kN)	217.27	218.49	219.71	220.93	222.15	
	M	(kN.m)	-26.86	-19.02	-14.78	-14.13	-17.08	
	T	(kN)	77.10	48.32	19.55	-9.22	-37.99	
TRAVE 6	N	(kN)	222.15	223.37	224.59	225.81	227.03	
	M	(kN.m)	-17.08	-23.63	-33.77	-47.51	-64.85	
	T	(kN)	-37.99	-66.76	-95.53	-124.31	-153.08	
TRAVE 7	N	(kN)	288.00	295.78	303.65	311.58	319.34	
	M	(kN.m)	-75.64	-73.82	-74.62	-78.07	-84.19	
	T	(kN)	25.31	4.16	-17.16	-38.64	-96.24	
TRAVE 8	N	(kN)	269.20	272.35	275.50	278.65	281.79	
	M	(kN.m)	-59.19	12.34	47.34	44.42	2.23	
	T	(kN)	166.22	99.52	30.26	-41.54	-115.88	
TRAVE 9	N	(kN)	281.79	281.79	281.79	281.79	281.79	
	M	(kN.m)	2.23	2.23	2.22	2.22	2.22	
	T	(kN)	-115.88	-115.88	-115.88	-115.88	-115.88	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.89114		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.89115	X(3)= 0.09	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.08562	X(6)= 0.03	X(7)= 0.93
inizio trave 5	X(8)= -0.03038	X(9)= 0.05	X(10)= 0.90
inizio trave 6	X(11)= 0.02313	X(12)= 0.05	X(13)= 0.89
inizio trave 7	X(14)= 0.13885	X(15)= 0.01	X(16)= 0.88
inizio trave 8	X(17)= 0.35168	X(18)= -0.08	X(19)= 0.77
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scalolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 92 - Verifica sismica (s.I.u.)**
**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso:  $X_p = 0.00$  m.  $Y_p = 10.00$  m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m<sup>3</sup> a destra: 1.94 t/m<sup>3</sup>  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra:  $0.46 \times g_3 = 0.46$  a destra:  $0.46 \times (g_3) = 0.46$   
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni:  $g_1 = 1.00$   $g_2 = 1.00$   $g_3 = 1.00$

**Verifica sismica**

100% vert verso l'alto + 30% orizz verso dx

 Valore di  $ag/g = 0.0826$  Categoria del suolo di fondazione: E

 $F_0 =$  fattore di amplificazione orizz. = 2.56  $S = S_s \cdot S_T = 1.6$ 
 $T_c^* =$  periodo iniziale a velocità costante = 0.3

 $\beta =$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

 $\Delta Ed =$  incremento dinamico della spinta = kN/m<sup>2</sup> 13.068

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.040; vert = -0.066

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M <sub>Rd</sub> baricentrico	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rd</sub>	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-20.7	-4.0	<b>-20.7</b>	205.8	173.0	<b>173.0</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	4.0	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-91.9</b>	294.8	460.6	294.8	1.93
	2	49.9	-38.6	<b>67.1</b>	202.7	89.9	<b>89.9</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.7	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>185.6</b>	214.2	461.0	214.2	4.24
	3	76.6	-52.4	<b>76.6</b>	199.5	10.0	<b>10.0</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.4	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>186.1</b>	377.6	558.5	377.6	4.22
	4	61.1	-45.2	<b>73.1</b>	196.4	-66.8	<b>-66.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.2	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>204.0</b>	-309.5	-527.4	-309.5	4.14
	5	5.3	-16.8	<b>35.2</b>	193.2	-140.4	<b>-113.9</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	7.6	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>142.0</b>	-428.5	-600.6	-428.5	4.03
4	1	-16.1	-13.5	<b>-16.1</b>	248.6	63.2	<b>-3.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-218.0</b>	-355.7	-462.5	-355.7	3.58
	2	-14.6	-14.0	<b>-19.6</b>	242.8	0.0	<b>50.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.2	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-197.9</b>	397.5	475.9	397.5	3.57
	3	-16.1	-13.2	<b>-26.4</b>	236.8	-23.4	<b>19.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-180.2</b>	429.7	487.1	429.7	3.56
	4	-20.4	-11.2	<b>-34.0</b>	230.8	-46.7	<b>-2.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-167.0</b>	-429.7	-486.6	-429.7	3.55
	5	-27.6	-7.7	<b>-34.0</b>	225.0	-69.7	<b>-16.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.8	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-166.0</b>	-429.7	-492.5	-429.7	3.55

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min. cm2
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-26.9	-7.6	<b>-34.0</b>	217.3	77.1	<b>16.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.0	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-185.9</b>	403.4	618.5	403.4	3.70
	2	-19.0	-11.3	<b>-34.0</b>	218.5	48.3	<b>10.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-197.2</b>	394.9	540.3	394.9	3.71
	3	-14.8	-13.3	<b>-25.3</b>	219.7	19.6	<b>-0.8</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-160.6</b>	-394.9	-540.4	-394.9	3.69
	4	-14.1	-13.6	<b>-22.3</b>	220.9	-9.2	<b>-0.9</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.2</b>	-201.7	-434.2	-201.7	3.68
	5	-17.1	-12.3	<b>-31.9</b>	222.1	-38.0	<b>-36.4</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.4</b>	-201.7	-434.3	-201.7	3.68
6	1	-17.1	-12.3	<b>-31.9</b>	222.1	-38.0	<b>-36.4</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.4</b>	-201.7	-434.3	-201.7	3.68
	2	-23.6	-9.4	<b>-45.0</b>	223.4	-66.8	<b>-58.4</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.5	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-142.6</b>	-201.7	-434.4	-201.7	3.68
	3	-33.8	-5.0	<b>-61.8</b>	224.6	-95.5	<b>-75.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-161.4</b>	-394.9	-540.8	-394.9	3.69
	4	-47.5	1.0	<b>-78.3</b>	225.8	-124.3	<b>-86.6</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.1	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-198.4</b>	-394.9	-541.0	-394.9	3.71
	5	-64.8	8.6	<b>-78.3</b>	227.0	-153.1	<b>-92.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.0	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-187.5</b>	-403.4	-619.5	-403.4	3.71
7	1	-75.6	6.3	<b>-78.3</b>	288.0	25.3	<b>-23.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-176.5</b>	-429.7	-497.7	-429.7	3.56
	2	-73.8	5.0	<b>-78.3</b>	295.8	4.2	<b>-36.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.0	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-177.9</b>	-429.7	-491.8	-429.7	3.56
	3	-74.6	4.6	<b>-83.1</b>	303.6	-17.2	<b>22.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.3	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-191.3</b>	429.7	492.5	429.7	3.57
	4	-78.1	5.1	<b>-84.1</b>	311.6	-38.6	<b>7.9</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-209.2</b>	397.5	481.3	397.5	3.58
	5	-84.2	6.4	<b>-84.2</b>	319.3	-96.2	<b>-35.0</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.7	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-229.5</b>	-355.7	-468.0	-355.7	3.59
8	1	-59.2	7.9	<b>-84.1</b>	269.2	166.2	<b>142.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.5	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-205.4</b>	408.1	585.5	408.1	2.00
	2	12.3	-18.6	<b>32.6</b>	272.4	99.5	<b>99.5</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.0	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>218.5</b>	309.5	536.7	309.5	3.76
	3	47.3	-31.2	<b>50.8</b>	275.5	30.3	<b>30.3</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	11.6	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>199.6</b>	377.6	568.3	377.6	4.30
	4	44.4	-30.0	<b>50.5</b>	278.6	-41.5	<b>-41.5</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	11.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>198.8</b>	-214.2	-469.1	-214.2	4.32
	5	2.2	-14.8	<b>26.1</b>	281.8	-115.9	<b>-115.9</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	10.5	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>164.4</b>	-316.5	-508.6	-316.5	3.76

**DATI CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)**

**CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco**

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1953.8	0.0	1953.8	1703.4	0.0	1703.4
4	1768.2	1698.4	1433.3	0.0	1433.3	1392.8	0.0	1392.8
5	2422.0	2422.0	313.5	0.0	313.5	313.5	0.0	313.5
6	2422.0	2422.0	313.5	0.0	313.5	313.5	0.0	313.5
7	1698.4	1768.2	-568.1	-108.7	-676.8	-590.6	-99.5	-690.1
8	0.0	0.0	-1158.9	-140.7	-1299.6	-1409.3	0.0	-1409.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

**FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco**

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

**PESI PROPRII delle travi**

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	63.9	
4	89.5	
5	91.2	
6	91.2	
7	89.5	
8	63.9	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

**FORZE NODALI su un arco**

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

## CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	239.59	239.59	239.59	239.59	239.59	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-3.71	-7.43	-11.14	-14.86	
	T	(kN)	-147.99	-147.99	-147.99	-147.99	-147.99	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	147.99	144.55	141.12	137.68	134.24	
	M	(kN.m)	-14.86	85.87	131.60	124.03	64.88	
	T	(kN)	239.59	135.71	34.98	-62.59	-157.01	
TRAVE 4	N	(kN)	222.38	219.08	215.55	212.07	208.65	
	M	(kN.m)	40.81	34.85	25.35	12.32	-4.22	
	T	(kN)	29.16	-62.52	-91.11	-119.49	-147.66	
TRAVE 5	N	(kN)	266.31	270.37	274.44	278.51	282.57	
	M	(kN.m)	-15.75	-16.78	-21.74	-30.62	-43.44	
	T	(kN)	7.45	-23.96	-55.38	-86.79	-118.21	
TRAVE 6	N	(kN)	282.57	286.64	290.71	294.77	298.84	
	M	(kN.m)	-43.44	-60.17	-80.84	-105.43	-133.95	
	T	(kN)	-118.21	-149.62	-181.04	-212.45	-243.87	
TRAVE 7	N	(kN)	406.97	416.92	426.98	437.14	447.11	
	M	(kN.m)	-153.46	-153.35	-155.94	-161.23	-169.25	
	T	(kN)	11.65	-10.00	-31.80	-53.76	-130.51	
TRAVE 8	N	(kN)	370.66	374.10	377.53	380.97	384.41	
	M	(kN.m)	-133.01	-20.54	53.69	88.92	84.42	
	T	(kN)	244.37	173.90	102.05	28.82	-45.79	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-45.79	-45.79	-45.79	-45.79	-45.79	
	M	(kN.m)	84.42	63.32	42.21	21.11	0.00	
	T	(kN)	-384.41	-384.41	-384.41	-384.41	-384.41	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 2.00219		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 2.00220	X(3)= 0.20	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.01865	X(6)= 0.16	X(7)= 2.49
inizio trave 5	X(8)= -0.06912	X(9)= 0.18	X(10)= 2.46
inizio trave 6	X(11)= -0.00388	X(12)= 0.20	X(13)= 2.45
inizio trave 7	X(14)= 0.25494	X(15)= 0.14	X(16)= 2.44
inizio trave 8	X(17)= 0.69265	X(18)= -0.03	X(19)= 2.23
inizio trave 9	X(20)= 0.33356	X(21)= 0.07	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.33356	X(21)= 0.07	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.33353		

**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 93 - Verifica sismica (s.I.u.)**
**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso:  $X_p = 0.00$  m.  $Y_p = 10.00$  m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m<sup>3</sup> a destra: 1.94 t/m<sup>3</sup>  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra:  $0.46 \times g_3 = 0.46$  a destra:  $0.46 \times (g_3) = 0.46$   
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni:  $g_1 = 1.00$   $g_2 = 1.00$   $g_3 = 1.00$

**Verifica sismica**

30% vert verso il basso + 100% orizz verso dx

 Valore di  $ag/g = 0.0826$ 

Categoria del suolo di fondazione: E

 $F_0 =$  fattore di amplificazione orizz. = 2.56

 $S = S_s \cdot S_T = 1.6$ 
 $T_c^* =$  periodo iniziale a velocità costante = 0.3

 $\beta =$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

 $\Delta E_d =$  incremento dinamico della spinta = kN/m<sup>2</sup> 43.56

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.132; vert = 0.020

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		M <sub>Ed</sub>	e1 distanza da facc.	M <sub>Ed</sub> + décalage	N <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Ed</sub> - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M <sub>Rd</sub> baricentrico	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rd</sub>	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-14.9	-4.0	<b>-14.9</b>	148.0	239.6	<b>239.6</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	3.7	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-85.4</b>	294.8	454.4	294.8	1.93
	2	85.9	-73.4	<b>113.1</b>	144.6	135.7	<b>135.7</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.9	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>175.1</b>	214.2	454.8	214.2	4.18
	3	131.6	-107.3	<b>134.7</b>	141.1	35.0	<b>35.0</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.6	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>175.4</b>	377.6	551.0	377.6	4.16
	4	124.0	-104.1	<b>133.9</b>	137.7	-62.6	<b>-62.6</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	8.9	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>192.6</b>	-309.5	-520.2	-309.5	4.11
	5	64.9	-62.4	<b>97.7</b>	134.2	-157.0	<b>-122.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	7.3	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>130.1</b>	-428.5	-592.4	-428.5	4.01
4	1	40.8	-38.4	<b>40.8</b>	222.4	29.2	<b>-52.3</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.2	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>161.7</b>	-366.4	-481.0	-366.4	3.75
	2	34.9	-35.9	<b>40.8</b>	219.1	-62.5	<b>-0.6</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.3	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>176.8</b>	-408.2	-494.9	-408.2	3.75
	3	25.3	-31.8	<b>40.6</b>	215.5	-91.1	<b>-38.5</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	4.6	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>119.1</b>	-450.1	-506.7	-450.1	3.72
	4	12.3	-25.8	<b>34.4</b>	212.1	-119.5	<b>-65.8</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.0	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>155.0</b>	-450.1	-506.4	-450.1	3.74
	5	-4.2	-18.0	<b>-17.2</b>	208.7	-147.7	<b>-82.5</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.7	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-163.3</b>	-429.7	-491.2	-429.7	3.54

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-15.7	-14.1	<b>-17.2</b>	266.3	7.5	<b>-58.4</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-194.0</b>	-403.4	-623.5	-403.4	3.71
	2	-16.8	-13.8	<b>-28.9</b>	270.4	-24.0	<b>17.2</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-205.7</b>	394.9	544.9	394.9	3.72
	3	-21.7	-12.1	<b>-41.1</b>	274.4	-55.4	<b>-33.1</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-169.7</b>	-394.9	-545.3	-394.9	3.70
	4	-30.6	-9.0	<b>-57.2</b>	278.5	-86.8	<b>-77.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-151.9</b>	-201.7	-438.3	-201.7	3.69
	5	-43.4	-4.6	<b>-77.2</b>	282.6	-118.2	<b>-116.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-152.6</b>	-201.7	-438.6	-201.7	3.69
6	1	-43.4	-4.6	<b>-77.2</b>	282.6	-118.2	<b>-116.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-152.6</b>	-201.7	-438.6	-201.7	3.69
	2	-60.2	1.0	<b>-101.1</b>	286.6	-149.6	<b>-140.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-153.2</b>	-201.7	-438.9	-201.7	3.69
	3	-80.8	7.8	<b>-129.0</b>	290.7	-181.0	<b>-158.8</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-172.4</b>	-394.9	-546.7	-394.9	3.70
	4	-105.4	15.8	<b>-155.0</b>	294.8	-212.5	<b>-171.3</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-209.7</b>	-394.9	-547.1	-394.9	3.72
	5	-134.0	24.8	<b>-155.0</b>	298.8	-243.9	<b>-178.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-199.4</b>	-403.4	-626.8	-403.4	3.72
7	1	-153.5	17.7	<b>-155.0</b>	407.0	11.6	<b>-38.4</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-196.2</b>	-429.7	-507.4	-429.7	3.58
	2	-153.4	16.8	<b>-160.3</b>	416.9	-10.0	<b>31.3</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-197.8</b>	429.7	501.6	429.7	3.58
	3	-155.9	16.5	<b>-167.9</b>	427.0	-31.8	<b>8.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.8	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-211.5</b>	429.7	502.4	429.7	3.60
	4	-161.2	16.9	<b>-169.1</b>	437.1	-53.8	<b>-6.2</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.8	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-229.5</b>	-397.5	-491.2	-397.5	3.60
	5	-169.3	17.9	<b>-169.3</b>	447.1	-130.5	<b>-67.9</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.1	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-249.9</b>	-355.7	-477.8	-355.7	3.62
8	1	-133.0	21.8	<b>-169.1</b>	370.7	244.4	<b>218.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.9	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-215.7</b>	408.1	599.0	408.1	2.00
	2	-20.5	-8.5	<b>-63.9</b>	374.1	173.9	<b>173.9</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>-179.5</b>	299.3	525.4	299.3	2.00
	3	53.7	-28.3	<b>74.3</b>	377.5	102.1	<b>102.1</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	13.2	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>216.6</b>	377.6	581.5	377.6	4.44
	4	88.9	-37.4	<b>91.9</b>	381.0	28.8	<b>28.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	13.5	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>215.6</b>	214.2	480.0	214.2	4.46
	5	84.4	-36.0	<b>91.4</b>	384.4	-45.8	<b>-45.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	12.0	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>182.1</b>	-316.5	-520.5	-316.5	4.34

**DATI CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)**

**CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco**

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1953.8	0.0	1953.8	1703.4	0.0	1703.4
4	1699.6	1632.5	1433.3	0.0	1433.3	1392.8	0.0	1392.8
5	2328.0	2328.0	313.5	0.0	313.5	313.5	0.0	313.5
6	2328.0	2328.0	313.5	0.0	313.5	313.5	0.0	313.5
7	1632.5	1699.6	-568.1	-110.4	-678.5	-590.6	-101.0	-691.6
8	0.0	0.0	-1158.9	-142.9	-1301.7	-1409.3	0.0	-1409.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

**FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco**

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

**PESI PROPRII delle travi**

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	61.5	
4	86.1	
5	87.6	
6	87.6	
7	86.1	
8	61.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

**FORZE NODALI su un arco**

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni



## CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

**SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI**

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	240.26	240.26	240.26	240.26	240.26	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-3.42	-6.84	-10.27	-13.69	
	T	(kN)	-136.37	-136.37	-136.37	-136.37	-136.37	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	136.37	133.07	129.77	126.46	123.16	
	M	(kN.m)	-13.69	87.39	133.48	126.27	67.47	
	T	(kN)	240.26	136.37	35.64	-61.93	-156.34	
TRAVE 4	N	(kN)	214.10	211.42	208.51	205.65	202.85	
	M	(kN.m)	43.51	36.68	26.38	12.64	-4.54	
	T	(kN)	23.77	-69.24	-97.20	-124.97	-152.53	
TRAVE 5	N	(kN)	265.64	269.71	273.78	277.84	281.91	
	M	(kN.m)	-17.00	-18.72	-24.22	-33.50	-46.55	
	T	(kN)	1.29	-28.91	-59.10	-89.30	-119.49	
TRAVE 6	N	(kN)	281.91	285.98	290.04	294.11	298.17	
	M	(kN.m)	-46.55	-63.37	-83.97	-108.34	-136.49	
	T	(kN)	-119.49	-149.69	-179.88	-210.08	-240.27	
TRAVE 7	N	(kN)	402.97	412.29	421.71	431.24	440.57	
	M	(kN.m)	-155.42	-154.91	-157.00	-161.73	-169.11	
	T	(kN)	14.69	-6.36	-27.56	-48.91	-126.42	
TRAVE 8	N	(kN)	362.14	365.44	368.75	372.05	375.35	
	M	(kN.m)	-132.99	-20.97	52.76	87.47	82.43	
	T	(kN)	243.58	173.02	101.10	27.83	-46.80	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-46.80	-46.80	-46.80	-46.80	-46.80	
	M	(kN.m)	82.43	61.83	41.22	20.61	0.00	
	T	(kN)	-375.35	-375.35	-375.35	-375.35	-375.35	

**SPOSTAMENTI NODALI**

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 2.03803		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 2.03804	X(3)= 0.20	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= -0.02453	X(6)= 0.17	X(7)= 2.54
inizio trave 5	X(8)= -0.07737	X(9)= 0.19	X(10)= 2.50
inizio trave 6	X(11)= -0.00599	X(12)= 0.22	X(13)= 2.49
inizio trave 7	X(14)= 0.26107	X(15)= 0.16	X(16)= 2.47
inizio trave 8	X(17)= 0.70204	X(18)= -0.02	X(19)= 2.26
inizio trave 9	X(20)= 0.36202	X(21)= 0.08	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.36202	X(21)= 0.08	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.36199		

**VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12730a-651 - H x L = 2.50 x 1.70**

MICOS SpA-Scatolare di drenaggio Mele (GE)

**Condizione di carico 94 - Verifica sismica (s.I.u.)**
**Dati del calcolo:**

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso:  $X_p = 0.00$  m.  $Y_p = 10.00$  m.  
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 0% a dx = 0%  
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.94 t/m<sup>3</sup> a destra: 1.94 t/m<sup>3</sup>  
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra:  $0.46 \times g_3 = 0.46$  a destra:  $0.46 \times (g_3) = 0.46$   
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 40 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m  
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 7.92 m. a dx: 7.92 m.  
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni:  $g_1 = 1.00$   $g_2 = 1.00$   $g_3 = 1.00$

**Verifica sismica**

30% vert verso l'alto + 100% orizz verso dx

 Valore di  $ag/g = 0.0826$ 

Categoria del suolo di fondazione: E

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.56

S = Ss\*ST=1.6

Tc\* = periodo iniziale a velocità costante = 0.3

 $\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

 $\Delta Ed$  = incremento dinamico della spinta = kN/m<sup>2</sup> 43.56

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.132; vert = -0.020

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-13.7	-4.0	<b>-13.7</b>	136.4	240.3	<b>240.3</b>	40.0	32.7	125.0	36.0	3.7	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>-84.0</b>	294.8	453.2	294.8	1.93
	2	87.4	-79.7	<b>114.8</b>	133.1	136.4	<b>136.4</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.8	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>173.0</b>	214.2	453.6	214.2	4.17
	3	133.5	-116.9	<b>136.7</b>	129.8	35.6	<b>35.6</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	9.5	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>173.3</b>	377.6	549.5	377.6	4.15
	4	126.3	-113.9	<b>136.0</b>	126.5	-61.9	<b>-61.9</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	8.8	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>190.4</b>	-309.5	-518.9	-309.5	4.11
	5	67.5	-68.8	<b>100.1</b>	123.2	-156.3	<b>-122.1</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	7.2	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>127.9</b>	-428.5	-590.9	-428.5	4.01
4	1	43.5	-40.3	<b>43.5</b>	214.1	23.8	<b>-55.9</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.2	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>160.4</b>	-366.4	-480.3	-366.4	3.74
	2	36.7	-37.4	<b>43.5</b>	211.4	-69.2	<b>-8.7</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.3	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>175.6</b>	-408.2	-494.3	-408.2	3.75
	3	26.4	-32.7	<b>43.2</b>	208.5	-97.2	<b>-45.7</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	4.6	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>117.9</b>	-450.1	-506.1	-450.1	3.72
	4	12.6	-26.1	<b>36.2</b>	205.7	-125.0	<b>-72.4</b>	40.0	35.7	125.0	32.0	5.0	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>153.9</b>	-450.1	-505.8	-450.1	3.74
	5	-4.5	-17.8	<b>-17.9</b>	202.8	-152.5	<b>-88.8</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	4.7	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-162.3</b>	-429.7	-490.7	-429.7	3.54

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-17.0	-13.6	<b>-17.9</b>	265.6	1.3	<b>-62.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-193.9</b>	-403.4	-623.4	-403.4	3.71
	2	-18.7	-13.1	<b>-31.7</b>	269.7	-28.9	<b>10.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.2	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-205.6</b>	394.9	544.8	394.9	3.72
	3	-24.2	-11.2	<b>-44.1</b>	273.8	-59.1	<b>-37.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-169.6</b>	-394.9	-545.2	-394.9	3.70
	4	-33.5	-7.9	<b>-60.4</b>	277.8	-89.3	<b>-80.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-151.8</b>	-201.7	-438.2	-201.7	3.69
	5	-46.5	-3.5	<b>-80.3</b>	281.9	-119.5	<b>-117.8</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-152.4</b>	-201.7	-438.5	-201.7	3.69
6	1	-46.5	-3.5	<b>-80.3</b>	281.9	-119.5	<b>-117.8</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-152.4</b>	-201.7	-438.5	-201.7	3.69
	2	-63.4	2.2	<b>-104.1</b>	286.0	-149.7	<b>-140.9</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.7	8.04	10.12	0.00	11.23	<b>-153.1</b>	-201.7	-438.8	-201.7	3.69
	3	-84.0	9.0	<b>-131.6</b>	290.0	-179.9	<b>-158.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	4.9	9.58	10.12	3.10	11.23	<b>-172.3</b>	-394.9	-546.6	-394.9	3.70
	4	-108.3	16.8	<b>-157.2</b>	294.1	-210.1	<b>-170.5</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	12.66	12.59	3.10	11.23	<b>-209.6</b>	-394.9	-547.0	-394.9	3.72
	5	-136.5	25.8	<b>-157.2</b>	298.2	-240.3	<b>-176.9</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	11.72	8.09	9.97	11.23	<b>-199.3</b>	-403.4	-626.7	-403.4	3.72
7	1	-155.4	18.6	<b>-157.2</b>	403.0	14.7	<b>-34.0</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.4	9.96	9.01	4.02	11.96	<b>-195.5</b>	-429.7	-507.1	-429.7	3.58
	2	-154.9	17.6	<b>-160.9</b>	412.3	-6.4	<b>33.8</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.5	9.96	8.58	3.61	11.96	<b>-197.1</b>	429.7	501.3	429.7	3.58
	3	-157.0	17.2	<b>-167.9</b>	421.7	-27.6	<b>11.8</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.7	10.96	5.65	3.61	11.96	<b>-210.6</b>	429.7	502.0	429.7	3.60
	4	-161.7	17.5	<b>-169.0</b>	431.2	-48.9	<b>-2.7</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	5.8	12.37	10.22	2.93	11.96	<b>-228.5</b>	-397.5	-490.7	-397.5	3.60
	5	-169.1	18.4	<b>-169.1</b>	440.6	-126.4	<b>-65.6</b>	40.0	34.0	125.0	32.0	6.1	13.98	8.95	2.26	11.96	<b>-248.9</b>	-355.7	-477.3	-355.7	3.61
8	1	-133.0	22.7	<b>-169.0</b>	362.1	243.6	<b>217.7</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.9	13.98	8.03	4.91	11.36	<b>-214.8</b>	408.1	597.9	408.1	2.00
	2	-21.0	-8.3	<b>-64.2</b>	365.4	173.0	<b>173.0</b>	40.0	34.0	125.0	36.0	5.3	10.90	13.36	1.53	11.36	<b>-178.6</b>	299.3	524.4	299.3	2.00
	3	52.8	-28.3	<b>73.2</b>	368.7	101.1	<b>101.1</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	13.0	5.34	11.88	2.62	11.36	<b>215.2</b>	377.6	580.4	377.6	4.42
	4	87.5	-37.5	<b>90.2</b>	372.0	27.8	<b>27.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	13.3	5.34	11.88	0.00	11.36	<b>214.2</b>	214.2	479.0	214.2	4.45
	5	82.4	-36.0	<b>89.7</b>	375.4	-46.8	<b>-46.8</b>	40.0	35.7	36.0	36.0	11.9	5.34	8.73	0.93	13.73	<b>180.6</b>	-316.5	-519.4	-316.5	4.32

**SOLLECITAZIONI TRASMESSE DALLA STRUTTURA ALLA FONDAZIONE**

Forze e momenti si riferiscono ad una striscia larga quanto l'arco (l=1.25m)

Le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti gamma delle azioni esposte nelle tabelle precedenti.

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto sinistro			Sollecitazioni alla base del ritto destro		
	Rvert=N kN	Rorizz=V kN (1)	Distanza da facciata m	Rvert=N kN	Rorizz=V kN (1)	Distanza da facciata m
<b>SLU</b>						
10	352	-192	0.040	352	-192	0.040
10bis	511	-271	0.040	511	-271	0.040
<b>SLE</b>						
- Quasi Perm.						
41	261	-142	0.040	261	-142	0.040
<b>SLU sisma</b>						
91	241	-172	0.040	315	-115	0.146
92	206	-173	0.040	282	-116	0.148
93	148	-240	0.040	384	-46	0.360
94	136	-240	0.040	375	-47	0.360

(1) positiva se diretta verso l'esterno della galleria

Incluso peso terra sopra la struttura e spinta della terra contro la struttura.

Escluso peso terra sopra la fondazione.