

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

### FV04 – FERMATA ALBENGA

Relazione di calcolo

Fabbricato Tecnologico

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 1   0 0   D   2 6   C L   F V 0 4 0 0   0 0 2   A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	P.L. Carci <i>P.L. Carci</i>	Gennaio 2022	M. Severi <i>M. Severi</i>	Gennaio 2022	G. Fadda <i>G. Fadda</i>	Gennaio 2022	A Perego Gennaio 2022



File: IV0100D26CLFV0300001A.doc

n. Elab.: X

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
2.1	GEOMETRIA .....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
3.2	ELABORATI PROGETTUALI .....	7
4	MATERIALI .....	7
4.1	ELEMENTI IN C.A. ....	7
4.2	ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA .....	10
4.3	DURABILITÀ STRUTTURALE ELEMENTI IN C.A. ....	11
4.3.1	Classe di esposizione .....	11
4.3.2	Copriferro.....	12
4.4	DURABILITÀ ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA.....	13
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	14
6	ANALISI DEI CARICHI .....	15
6.1	PESI PROPRI .....	15
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI .....	15
6.2.1	Tamponamenti esterni .....	16
6.3	AZIONI VARIABILI.....	18
6.3.1	Azioni variabili verticali da destinazione d'uso .....	18
6.3.2	Azioni variabili: vento .....	19
6.3.3	Azioni variabili: neve .....	26
6.3.4	Azioni variabili: temperatura .....	28
6.3.5	Azione sismica .....	29
6.3.6	Spettro di progetto per lo SLU .....	33
6.3.7	Spettro di progetto per lo Stato limite di Danno .....	34
6.3.8	Spettro di progetto per lo Stato limite di Operatività.....	35
7	COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	36
7.1	COMBINAZIONI GEOTECNICHE .....	37
7.2	ELENCO COMBINAZIONI DI CARICO.....	38
8	MODELLO DI CALCOLO ED ANALISI STRUTTURALE .....	40
8.1.1	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo .....	42
8.1.2	Affidabilità del codice di calcolo.....	42
8.2	CRITERI DI MODELLAZIONE DELLE MASSE STRUTTURALI.....	43
8.3	CALCOLO DELLE AZIONI INTERNE E DEGLI SPOSTAMENTI.....	43
8.3.1	Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto .....	43
8.3.2	Combinazione delle riposte modali .....	44
8.3.3	Combinazione degli effetti delle componenti dell'azione sismica .....	44
9	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	45
9.1	RISULTATI DELL'ANALISI MODALE .....	45
9.2	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	50
10	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITA' .....	58
10.1	ANALISI E CALCOLO DEGLI SPOSTAMENTI .....	58
11	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO ELEMENTI IN C.A. ....	60
11.1	VERIFICHE DELLE TRAVI.....	60
11.1.1	Prescrizioni sulla geometria.....	60
11.1.2	Prescrizioni sui quantitativi di armatura ed i dettagli costruttivi .....	61
11.1.3	Verifica travi a pressoflessione .....	62
11.1.4	Calcolo del taglio sollecitante di progetto .....	67
11.1.5	Definizione della lunghezza della zona critica .....	68

11.1.6	Disposizioni riguardanti le armature trasversali .....	69
11.1.7	Armatura a taglio in zona critica .....	69
11.1.8	Armatura a taglio nelle rimanenti zone della trave.....	69
11.1.9	Verifiche allo S.L.E.....	73
11.2	VERIFICA PILASTRI.....	76
11.2.1	Geometria e limiti dimensionali .....	76
11.2.2	Azioni di progetto e resistenze.....	76
11.2.3	Resistenza a compressione .....	76
11.2.4	Dettagli costruttivi per la duttilità locale .....	76
11.2.5	Verifica a presso-flessione .....	77
11.2.6	Calcolo del taglio di progetto.....	85
11.2.7	Verifica di resistenza a taglio in zona critica.....	85
11.2.8	Verifiche in capacità pilastri e gerarchia Trave-colonna .....	86
11.2.9	Verifica S.L.E. Pilastro.....	90
11.2.10	Armature pilastri .....	95
11.3	VERIFICA TRAVI DI FONDAZIONE .....	97
11.4	SCALA INTERNA IN C.A. ....	103
12	VERIFICA STATI LIMITE E DI ESERCIZIO ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA .....	106
12.1.1	Verifica delle connessioni.....	113
12.2	GRIGLIATO METALLICO PEDONALE.....	115
13	GIUNTI SISMICI.....	117
14	VERIFICA SOLAI.....	119
15	VERIFICHE DELLE FONDAZIONI .....	133
15.1	GENERALITÀ .....	133
15.2	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	135
16	VERIFICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI .....	139
16.1	GENERALITÀ .....	139
16.1.1	Tamponatura esterna s=40cm.....	139
17	GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	141

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportate le verifiche strutturali relative al fabbricato tecnologico "FV04" da realizzarsi in corrispondenza della fermata Albenga nell'ambito del progetto definitivo di raddoppio della linea Genova-Ventimiglia tratta Finale Ligure-Andora in corrispondenza della progressiva chilometrica pk 86+227.

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'edificio è caratterizzato da una pianta rettangolare di ingombro strutturale massimo 34.50 x 6.60 m circa e si articola in due livelli fuori terra con copertura piana. La fondazione sarà realizzata con un graticcio di travi di fondazione gettate sopra un magrone di pulizia di almeno 10 cm di spessore. Le travi di fondazione perimetrali avranno una sezione rettangolare 90x60 cm. Dalle travi di fondazione spiccheranno dei pilastri a sezione rettangolare 70x40 cm. Sulle testate corte del fabbricato, per ridurre la deformabilità torsionale, sono previste due pareti in c.a. a tutta altezza di spessore 30 cm. Il calpestio del piano primo sarà realizzato mediante travi in ca.a a sezione rettangolare 40x65 organizzate sul perimetro della struttura mentre internamente sono previste travi a spessore di solaio 60x35 cm. Il solaio sarà realizzato a predalle con sezione  $h = 5+25+5 = 25$  cm. A questo livello nella zona cronteggia il nuovo rilevato ferroviario la realizzazione di un grigliato metallico pedonale tipo keller poggiato ad una serie di travi in carpenteria metallica HEA120 disposte ad interasse di circa 1.74 m e poggiate da un lato al fabbricato in parola tramite un profilo metallico L 150x150x14 stoppato alla trave di bordo mediante ancoraggi chimici e dal lato muro di sostegno del nuovo rilevato ferroviario con identico profilo ad L. Il grigliato sarà quindi indipendente sia dalla struttura in parola che da quella del nuovo muro di sostegno del rilevato.

A tale grigliato si avrà accesso mediante una scala in c.a. a soletta rampante posizionata ad una estremità dell'edificio.

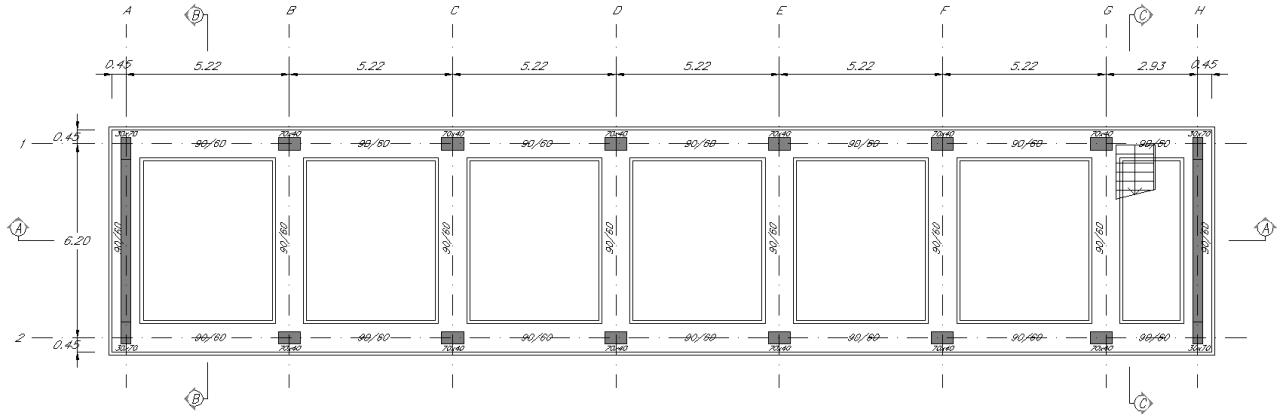
A livello della copertura il solaio è sempre del tipo a predalle  $h = 5+20+5$  e sarà portato da una serie di travi perimetrali a sezione 40x40 cm che nell'interno della struttura divengono a spessore di solaio 60x30 cm.

Per consentire il fissaggio di una tettoia in carpenteria metallica a sbalzo dalla facciata dell'edificio ad una quota intermedia, ed in corrispondenza di questi elementi metallici, è posizionata una trave in c.a. a sezione rettangolare 40x45 cm. Da questa trave sbalzano dei profili HEA280 principali fissati alla trave stessa mediante delle barre filettate inghisate chimicamente alla trave. Il profilo di questa tettoia è guarnito sul bordo con un profilo IPE240 oltre ad essere presente un profilo intermedio sempre IPE240 per consentire l'appoggio dei pannelli in lamiera coibentata che verranno utilizzati per ricoprire l'estradosso della tettoia. Inferiormente la carpenteria verrà schermata con dei pannelli in lamiera stirata di alluminio tipo alucubond o similare.

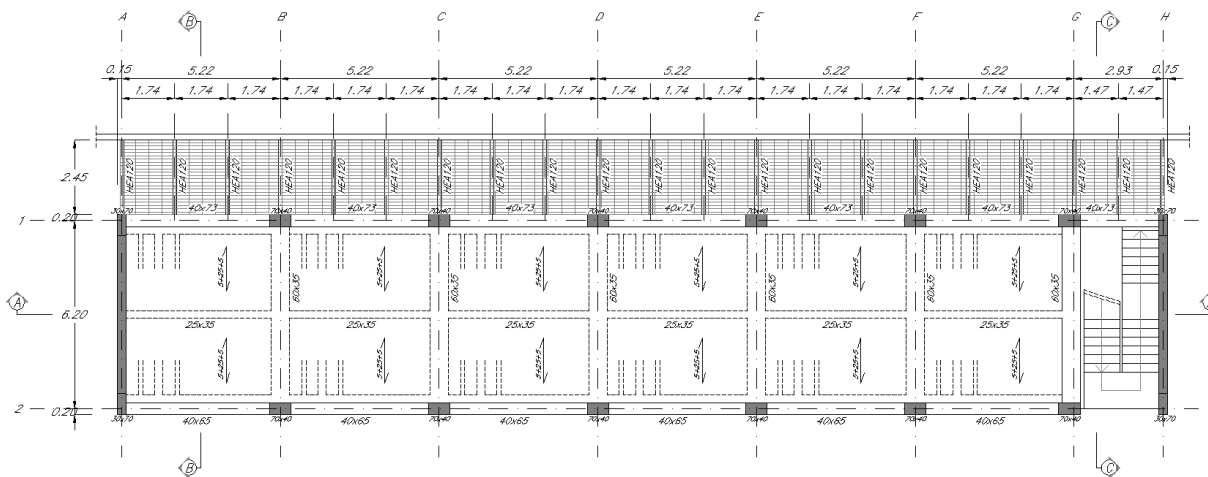
Le pareti perimetrali esterne saranno realizzate con elementi in laterizio forato porizzato dello spessore di 40 cm che saranno intonacati sia internamente che esternamente con interposizione di rete plastica termosaldata avente funzione antiribaltamento per le murature. Le finiture esterne prevedono la realizzazione di un cappotto termico di isolamento.



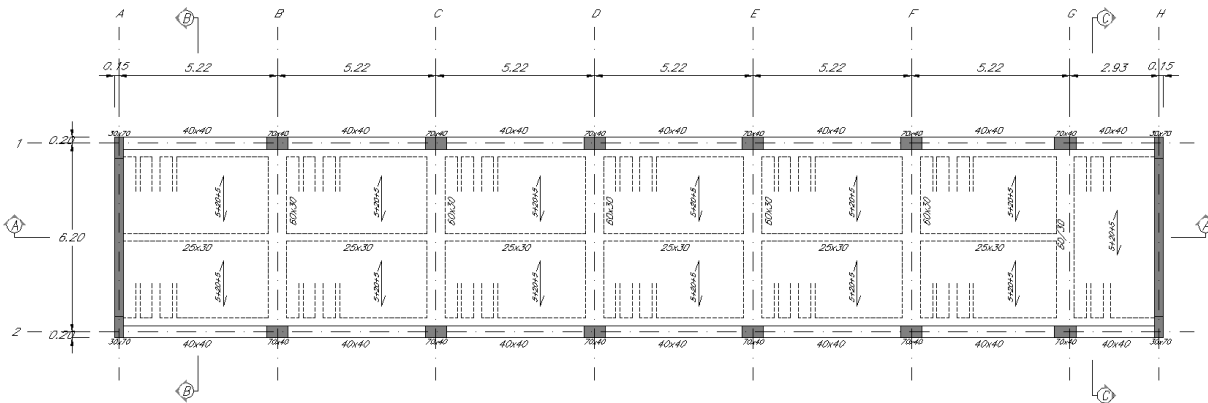
## 2.1 Geometria



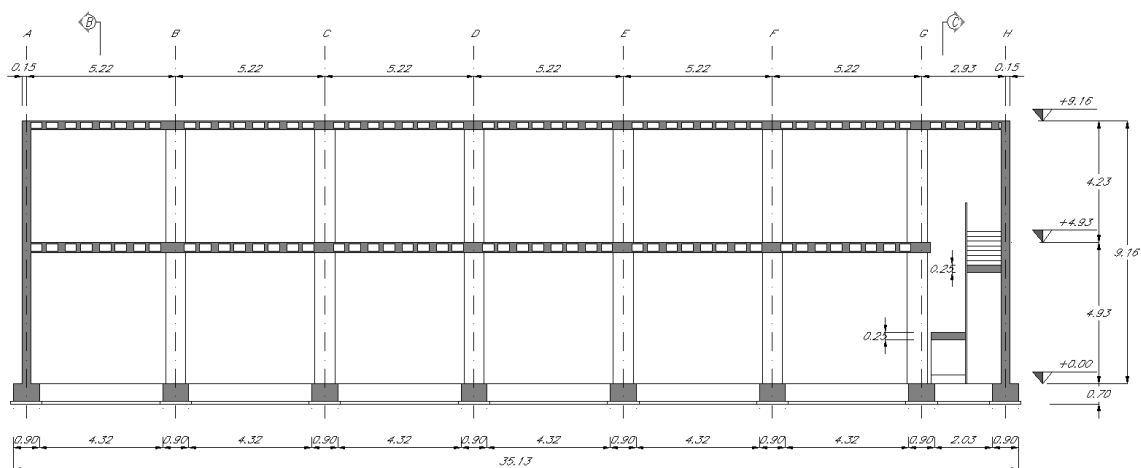
**Figura 1 – carpenterie fondazioni**



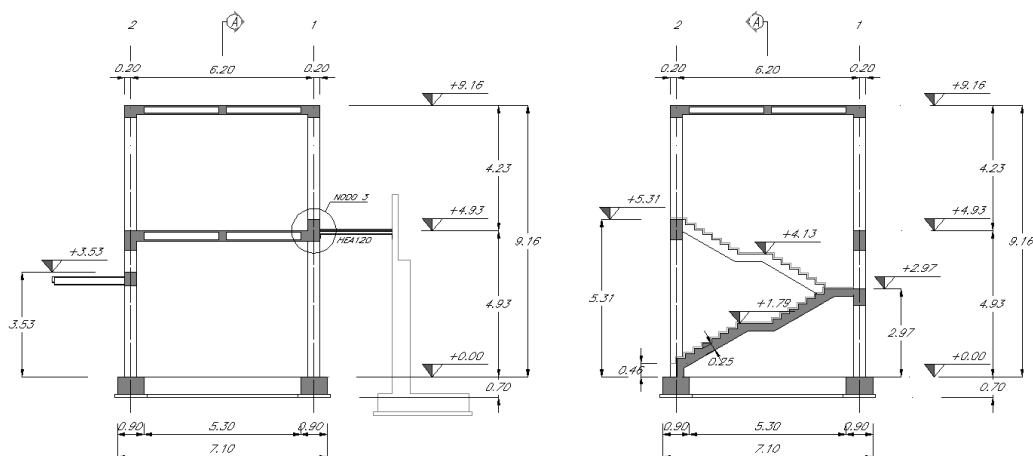
**Figura 2 – carpenterie piano primo**



**Figura 3 – carpenterie copertura**



**Figura 4 – sezione longitudinale**



**Figura 5 – sezioni trasversali**

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Normative di riferimento

- [1]. L. n. 1086 del 5/11/1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2]. L. n. 64 del 2/2/1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

- [4]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- [6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [7]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- [8]. RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili. Parte II – Sezione 6 - Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- [9]. UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- [10]. UNI EN 1991-1-2 (2005) - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali
- [11]. UNI EN 1997-1 (2005) - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [12]. UNI EN 1998-1 (2005) - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- [13]. UNI EN 1998-5 (2005) - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [14]. D.M. 31.07.2012: Approvazione delle Appendici Nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.
- [15]. Manuale di Tecnologia del fissaggio HILTI Ed. 2008.

### **3.2 Elaborati progettuali**

IV0I00D26BZFFV0400001A  
IV0I00D26BAFV0400001A  
IV0I00D26BZFFV0400002A  
IV0I00D26BZFFV0400003A

## **4 MATERIALI**

### **4.1 Elementi in c.a.**

Per le strutture di fondazione ed elevazione, sono prescritti materiali di qualità certificata; di seguito sono riportati i valori di calcolo per i materiali.

Calcestruzzo per fondazione ( $\gamma_m = 1,5$ ): **Classe C25/30**

PROPRIETA' MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO	
$R_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo <i>Anche <math>f_{ck} = 0.83 * R_{ck}</math></i>
$f_{cd} = 14.17$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo <i><math>f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c</math></i>
$\alpha_{cc} = 0.85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1.50$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cm} = 33$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo <i><math>f_{cm} = f_{ck} + 8</math> [N/mm<sup>2</sup>]</i>
$E_{cm} = 31476$ N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico (di Young) da assumere in sede di progettazione per il cls <i><math>E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</i>
$f_{ctm} = 2.56$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo <i><math>f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}</math> [N/mm<sup>2</sup>] per classi <math>\leq C50/60</math> <math>f_{ctm} = 2.12 + \ln[1 + (f_{cm}/10)]</math> [N/mm<sup>2</sup>] per classi <math>&gt; C50/60</math></i>
$f_{ctk,0.05} = 1.80$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% <i><math>f_{ctk,0.05} = 0.7 * f_{ctm}</math></i>
$f_{ctd,0.05} = 1.20$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% <i><math>f_{ctd,0.05} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c</math></i>
$f_{bk,0.05} = 4.04$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza corrispondente al frattile 5%) <i><math>f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.05}</math> <math>\eta = 1</math> per barre di diametro <math>\phi \leq 32mm</math> <math>\eta = (132 - \phi) / 100</math> per barre di diametro superiore</i>
$f_{bd,0.05} = 2.69$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 5%) <i><math>f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c</math></i>
$f_{ctk,0.95} = 3.33$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% <i><math>f_{ctk,0.95} = 1.3 * f_{ctm}</math></i>
$f_{ctd,0.95} = 2.22$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% <i><math>f_{ctd,0.95} = f_{ctk,0.95} / \gamma_c</math></i>
$f_{bk,0.95} = 7.50$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) <i><math>f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.95}</math> <math>\eta = 1</math> per barre di diametro <math>\phi \leq 32mm</math> <math>\eta = (132 - \phi) / 100</math> per barre di diametro superiore</i>
$f_{bd,0.95} = 5.00$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95) <i><math>f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c</math></i>
$f_{ctm} = 3.08$ N/mm <sup>2</sup>	Valor medio della resistenza a trazione per flessione <i><math>f_{ctm} = 1.2 * f_{ctm}</math></i>

Calcestruzzo elevazione ( $\gamma_m = 1,5$ ): **Classe C30/37**

PROPRIETA' MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO	
$R_{ck} = 37$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo $Anche f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$
$f_{cd} = 17.00$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
$\alpha_{cc} = 0.85$	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma_c = 1.50$	Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cm} = 38$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{cm} = f_{ck} + 8$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$E_{cm} = 32837$ N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico (di Young) da assumere in sede di progettazione per il cls $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{ctm} = 2.90$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $\leq C50/60$ $f_{ctm} = 2.12 + \ln[1 + (f_{cm}/10)]$ [N/mm <sup>2</sup> ] per classi $> C50/60$
$f_{ctk,0.05} = 2.03$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctk,0.05} = 0.7 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.05} = 1.35$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 5% $f_{ctd,0.05} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$
$f_{bk,0.05} = 4.56$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza corrispondente al frattile 5%) $f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.05}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.05} = 3.04$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 5%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctk,0.95} = 3.77$ N/mm <sup>2</sup>	Valore caratteristico della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctk,0.95} = 1.3 * f_{ctm}$
$f_{ctd,0.95} = 2.51$ N/mm <sup>2</sup>	Valore di progetto della resistenza a trazione del cls corrispondente al frattile 95% $f_{ctd,0.95} = f_{ctk,0.95} / \gamma_c$
$f_{bk,0.95} = 8.47$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk,0.95}$ $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32mm$ $\eta = (132 - \phi) / 100$ per barre di diametro superiore
$f_{bd,0.95} = 5.65$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza tangenziale di progetto di aderenza acciaio-calcestruzzo (resistenza cls corrispondente al frattile 95%) $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$
$f_{ctm} = 3.48$ N/mm <sup>2</sup>	Valor medio della resistenza a trazione per flessione $f_{ctm} = 1.2 * f_{ctm}$

- Acciaio ordinario per elementi in c.a. ( $\gamma_m = 1,15$ ): **B450C**

PROPRIETA' MECCANICHE DELL'ACCIAIO	
$f_{y\text{nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$	Valore nominale della tensione di snervamento frattile 5%)
$f_{t\text{nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$	Valore nominale della tensione di rottura (frattile 5%)
$f_{yk} \geq f_{y\text{nom}}$	Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)
$f_{tk} \geq f_{t\text{nom}}$	Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)
$f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$	Resistenza di calcolo dell'acciaio $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$
$\gamma_s = 1,50$	Coefficiente parziale di sicurezza
$E_s = 2000000 \text{ daN/cm}^2$	Modulo elastico (di Young) dell'acciaio
$1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$	Rapporti di duttilità (frattile 10%)
$(A_{gt})_k \geq 7,5\%$	Allungamento (frattile 10%)

## 4.2 Elementi in carpenteria metallica

Acciaio per carpenteria:

Materiale:	S275J0 per ambienti esterni
Tensione di rottura a trazione:	$f_t = 430 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento:	$f_y = 275 \text{ MPa}$

Collegamenti bullonati:

Classe vite:	8.8
Tensione di rottura:	$f_{u,b} = 800 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento:	$f_{y,b} = 640 \text{ MPa}$

modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$
coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100 °C)	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Le rispettive resistenze di calcolo saranno valutate di volta in volta a seconda della verifica trattata.

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER STRUTTURE IN ACCIAIO (NTC 18)

Coefficiente di sicurezza parziale per i materiali:

resistenza delle sezioni di classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1.05$
resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1.05$
resistenza, rispetto alla frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1.25$

Coefficiente di sicurezza parziale per i collegamenti:

resistenza bulloni	$\gamma_{M2} = 1.25$
resistenza saldature a cordone d'angolo	$\gamma_{M2} = 1.25$
resistenza dei piatti a contatto	$\gamma_{M2} = 1.25$

### 4.3 Durabilità strutturale elementi in c.a.

#### 4.3.1 Classe di esposizione

La durabilità di un'opera dipende dalle condizioni ambientali e dalle azioni di tipo chimico-fisiche che possono interessarne gli elementi strutturali nell'arco della vita utile della struttura. Tali azioni, non prese in conto nell'analisi strutturale, richiedono un'opportuna scelta del materiale strutturale ed adeguate disposizioni costruttive.

Il requisito di durabilità si ritiene soddisfatto quando la struttura, per il periodo di vita previsto, è in grado di assolvere le sue funzioni senza limitazioni d'uso essendo soggetta solo a manutenzione ordinaria.

Per ottenere strutture durabili la EN 206-1:2001 (indicata esplicitamente dalle NTC18) richiede che siano soddisfatti i seguenti criteri per i componenti realizzati in c.a.:

- classificazione degli elementi strutturali in idonee classi di esposizione;
- impiego di calcestruzzo di adeguata composizione;
- protezione dell'armatura metallica

Le condizioni ambientali prevalenti degli elementi strutturali e le tipologie di calcestruzzi sono riportate nelle seguenti tabelle:

#### - Calcestruzzo fondazione

CLASSI DI ESPOSIZIONE (UNI-EN 206-1:2006)						
Ambiente	classe di esposizione	Min Classe di Resistenza	Max rapporto a/c	Min contenuto di aria [%]	Dosaggio minimo cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	Condizioni ambientali
Assenza di rischio di corrosione o attacco	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da carbonatazione	XC2	C25/30	0.6	-	280	Ordinarie
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti	-	-	-	-	-	-
Attacco chimico	-	-	-	-	-	-

**- Calcestruzzo elevazione**

CLASSI DI ESPOSIZIONE (UNI-EN 206-1:2006)						
Ambiente	classe di esposizione	Min Classe di Resistenza	Max rapporto a/c	Min contenuto di aria [%]	Dosaggio minimo cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	Condizioni ambientali
Assenza di rischio di corrosione o attacco	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da carbonatazione	XC3	C30/37	0.55	-	320	Ordinarie
Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare	-	-	-	-	-	-
Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti	-	-	-	-	-	-
Attacco chimico	-	-	-	-	-	-

**4.3.2 Copriferro**

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
C <sub>min</sub>	Co	ambiente	C <sub>≥</sub> Co	C <sub>min</sub> ≤C<Co	C <sub>≥</sub> Co	C <sub>min</sub> ≤C<Co	C <sub>≥</sub> Co	C <sub>min</sub> ≤C<Co	C <sub>≥</sub> Co	C <sub>min</sub> ≤C<Co
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm.

Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Vita Nominale	Copriferro nominale
Travi	Ordinario	25	10	10	45
Pilastrini	Ordinario	25	10	10	45
Fondazioni	Ordinario	25	10	10	45



#### 4.3.2.1 Ampiezza massima delle fessure

##### Condizioni di aggressività per i vari tipi di opere e limiti di apertura delle fessure

Secondo le prescrizioni delle NTC 2018, Tab. 4.1.III.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	XC0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

##### Condizioni di aggressività per opere di fondazione ed in elevazione

Per la classe XC2 delle fondazioni ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

Per la classe XC3 delle elevazioni dei pilastri e travi ricadiamo in **condizioni ordinarie**.

In relazione al MdP “RFI DTC SI PS MA IFS 001 E” §2.5.1.8.3.2.4 avendo armature poco sensibili si ha:

##### Per le fondazioni:

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni rara  $\delta \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

##### Per le elevazioni (pilastri e le travi):

Limite di apertura delle fessure per Combinazione di azioni rara  $\delta \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$

#### 4.3.2.2 Valori limite delle tensioni

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): 0,55 fck;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: 0,40 fck ;

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare 0,75 fyk.

## 4.4 **Durabilità elementi in carpenteria metallica**

La durabilità di una struttura in carpenteria metallica, deve assicurare il mantenimento nel tempo della geometria e delle caratteristiche dei materiali della struttura affinché questa conservi inalterata la sua funzionalità, aspetto estetico e resistenza.

Al fine di garantire tale persistenza, date le caratteristiche di esposizione della struttura (struttura posta all'esterno) e l'oggettiva difficoltà di manutenzione stante la posizione in quota, **i profilati metallici dovranno essere zincati a caldo secondo le procedure di cui alla UNI EN ISO 1461 e UNI EN ISO 1179.**

La struttura sarà pertanto del tipo “sicuramente protetta dalla corrosione”.

Le unioni in cantiere potranno essere esclusivamente del tipo bullonato. Il direttore dei lavori potrà eventualmente autorizzare saldature in opera purchè siano presi tutti gli accorgimenti per garantire la riuscita dell'intervento e la sua protezione dalla corrosione.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia dei terreni con i quali la struttura interagisce è stata determinata in base al profilo geotecnico di Pietra Ligure (documento L371 00 D26 F5 GE0005 003A) e alla relazione geotecnica della tratta Finale Ligure – Andora, relativa alle tratte all'aperto (documento L371 00 D26 RB GE0005 001A).

La zona della Stazione di Albenga si trova a ridosso delle due gallerie artificiali Bastia 1 e Bastia 2 che sono ubicate in corrispondenza di una zona ove il substrato conglomeratico pliocenico diventa affiorante. Le argille di Ortovero, eteropiche con CMV, sono segnalate dallo studio geologico del P.P., ma non sono state individuate da nessuno dei sondaggi eseguiti in corrispondenza delle due suddette gallerie. Materiali riconducibili alle argille di Ortovero (ORV) sono stati invece rinvenuti dai sondaggi BH50 e BH51. Tra le due gallerie si rinvengono prevalentemente terreni ghiaioso-sabbiosi di origine detritico alluvionale. I sondaggi della porzione occidentale non individuano il substrato litoide.

### UNITÀ 1

Suolo e materiali di riporto antropico (rilevati stradali ecc...) di spessore pari a circa 2.70 m

### UNITÀ 2

Ghiaia, ghiaia con sabbia e sabbia con ghiaia, a tratti limosa, di colore grigio e marrone chiaro, da moderatamente addensata a molto addensata. Sono presenti, a varie quote blocchi e ciottoli poligenici (calcare, arenaria, conglomerato) da angolari a sub-arrotondati.

Sabbie limose, sabbie con limo (localmente ghiaiose), di colore marrone e grigio, da moderatamente addensate ad addensate con inclusi clasti eterogenei di natura calcarea e arenacea da angolari a subarrotondati.

Lo spessore di questo strato nei sondaggi BH54 è pari a circa 12.70 m

### UNITÀ 3

Limi sabbiosi e limi con sabbia (localmente con ghiaia), di colore marrone, generalmente molto consistenti con inclusi clasti di natura arenacea.

### UNITÀ 4

Limo con argilla, limo argilloso, di colore nocciola e grigio, da moderatamente a estremamente consistente. Localmente è presente ghiaia da subangolare a subarrotondata.

### SUBSTRATO LITOIDE

ARGILLE DI ORTOVERO (ORV): alternanze stratificate di argille sabbiose e sabbie (Pliocene medio Inferiore)

CONGLOMERATI DI MONTE VILLA (CMV): conglomerati a ciottoli prevalentemente calcarei (Pliocene sup.-medio).

Parametri geotecnici medi operativi unità terre

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$E'$ [MPa]	$\nu$	OCR
Unità 1	19.5	-	0	23÷28	10÷30	0.3	-
Unità 2	20.5	-	0÷10	28÷35	30÷50	0.3	-
Unità 3	20.0	50÷200	2÷20	25÷28	8÷20	0.3 (*)	3÷5
Unità 4	19.5	50÷150	5÷10	23÷26	10÷15	0.3 (*)	2÷4

(\*) in condizioni non drenate può essere assunto un valore pari a 0.5

La quota di imposta della fondazione del presente fabbricato risulta essere piu alta della quota terreno naturale per circa 5,00 m, pertanto si provvedera' ad uno scotico di almeno 50cm del terreno esistente e si provvedra' ad un riempimento, fino a quota magrone, con un misto granulare stabilizzato a cemento ben compattato in modo da avere un modulo di deformabilita' non inferiore a 40mpa.

tale valore dovra' essere verificato in opera con prove su piastra.

Le caratteristiche del terreno di fondazione, in ottemperanza alle istruzioni italferr 44g si possono assumere:

$$\varphi = 38^\circ \quad \gamma = 20\text{KPa} \quad c' = 0 \quad E_d = 40 \text{ MPa}$$

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Per le analisi dei carichi si è fatto riferimento al D.M. 17.01.2018.

### 6.1 Pesì propri

Il peso proprio delle strutture di elevazione in c.a. è imputato alla struttura direttamente dal programma di calcolo utilizzato assumendo un peso specifico per il cemento armato pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 6.2 Carichi permanenti portati

I carichi permanenti e variabili applicati alla struttura sono quelli dovuti a:

#### Solaio piano primo (cat. E) – carico tipo 1

- Peso proprio solaio	4,20 kN/mq
- incidenza tramezzi	1,60 kN/mq
- pavimento flottante	0,50 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>4,20 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>2,10 kN/mq</b>

#### Solaio copertura (cat. H) – carico tipo 2

- Peso proprio solaio	3,80 kN/mq
- massetto pendenze	1,20 kN/mq
- impermeabilizzazione	0,20 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>3,80 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>1,40 kN/mq</b>

#### Tettoia metallica (cat. H) – carico tipo 3

- Peso proprio orditure secondarie	0,10 kN/mq
- Peso proprio pannello superiore	0,20 kN/mq
- Peso proprio pannello inferiore	0,10 kN/mq
<b>TOTALE PESO PROPRIO</b>	<b>0,10 kN/mq</b>
<b>TOTALE PERMANENTI</b>	<b>0,30 kN/mq</b>

#### Grigliato metallico (cat. C) – carico tipo 4

- Peso proprio orditure secondarie	0,30 kN/mq
- Peso proprio grigliato	0,50 kN/mq

TOTALE PESO PROPRIO 0,30 kN/mq  
TOTALE PERMANENTI 0,50 kN/mq

**Rampe scale (cat. C) – carico tipo 5**

- Peso proprio soletta 6.25 kN/mq  
- Gradini 2.10 kN/mq  
- finiture 0,90 kN/mq  
TOTALE PESO PROPRIO 6.25 kN/mq  
TOTALE PERMANENTI 3,00 kN/mq

**6.2.1 Tamponamenti esterni**

La tamponatura esterna verrà realizzata in blocchi in laterizio forato porizzato tipo Poroton P800 o similare di spessore 40 cm intonacato su entrambi i paramenti interno ed esterno.

Il peso complessivo della parete è pari a  $0.40 \times 8.60 = 3,44$  kN/mq a cui vanno aggiunti gli strati di intonaco interno ed esterno di peso pari a 0.30 kN/mq per un totale di 3,74/mq. Si applicherà un carico di 4,00 kN/mq. Tale carico viene dal programma di calcolo moltiplicato per l'altezza del pannello di tamponatura per ottenere un carico uniformemente ripartito sulla lunghezza della tamponatura.

I blocchi portanti si assumono avere le seguenti caratteristiche meccaniche, utili per le verifiche degli elementi secondari:

CARATTERISTICHE DEI BLOCCHI	
Range di spessori in produzione	20 ÷ 45 (cm)
Classificazione del blocco	semipieno
Peso specifico apparente del blocco	~ 800 ÷ 860 (kg/m <sup>3</sup> )
Percentuale di foratura, $\phi$	≤ 45%
Resistenza caratteristica in direzione dei carichi verticali, $f_{bk}$	> 8,0 (N/mm <sup>2</sup> )
Res. caract. in dir. ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro, $f_{bk} > 1,5$ (N/mm <sup>2</sup> )	

**MALTE PER MURATURA**

E' previsto l'impiego di malta a prestazione garantita del tipo M10:

Tab. 11.10.II - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal fabbricante

**PARAMETRI MECCANICI CARATTERISTICI DELLA MURATURA**

In sede di progetto il valore di resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la Tabella 11.10.VI delle NTC 2018.

Tab. 11.10.VI - Valori di  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento N/mm <sup>2</sup>	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	-

$$f_k = 4.60 \text{ Mpa}$$

Per le finalità di questo paragrafo, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni, il valore della resistenza caratteristica a taglio  $f_{vk0}$  è dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite la Tabella 11.10.VIII delle NTC 2018

Tab. 11.10.VIII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vk0}$  (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Elementi per muratura	$f_{vk0}$ (N/mm <sup>2</sup> )			
	Malta ordinaria di classe di resistenza data		Malta per strati sottili (giunto orizzontale $\geq 0,5 \text{ mm}$ e $\leq 3 \text{ mm}$ )	Malta alleggerita
Laterizio	M10 - M20	0,30	0,30*	0,15
	M2,5 - M9	0,20		
	M1 - M2	0,10		
Silicato di calcio	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		
Calcestruzzo vibrocompresso Calcestruzzo areato autoclavato Pietra artificiale e pietra naturale a massello	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		

\* valore valido per malte di classe M10 o superiore e resistenza dei blocchi  $f_{bk} \geq 5.0 \text{ N/mm}^2$

\*\* valore valido per malte di classe M5 o superiore e resistenza dei blocchi  $f_{bk} \geq 3.0 \text{ N/mm}^2$

$$f_{vk0} = 0.30 \text{ Mpa}$$

Analogamente i moduli secanti di elasticità a flessione taglio sono definiti dalla Normativa.

modulo di elasticità normale secante  $E = 1000 f_k = 4600 \text{ Mpa}$

modulo di elasticità tangenziale secante  $G = 0.4 E = 1840 \text{ MPa}$

## RESISTENZE DI PROGETTO DELLA MURATURA

La resistenza di progetto a compressione utilizzata per le verifiche dei tamponamenti vale:

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

dove

$f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione della muratura.

Nella fattispecie si ipotizza una classe di esecuzione 2 e si assume una muratura con elementi resistenti di categoria I per cui:

$$\gamma_M = 2.5$$

Tab. 4.5.II. Valori del coefficiente  $\gamma_M$  in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Per cui:  $f_d = 4.60/2.5 = 1.84$  MPa

## 6.3 Azioni variabili

### 6.3.1 Azioni variabili verticali da destinazione d'uso

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>],
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN].
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  sono riportati nella Tab. 3.1.II della [3]. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di risonanza delle strutture.

I carichi verticali concentrati  $Q_k$  formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti; essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento.

Dal paragrafo 3.1.4 del D.M. '18, nel caso di specie si hanno diverse tipologie di carichi di esercizio:

- Aree di immagazzinamento
- Aree suscettibili di affollamento
- Solai di copertura

### Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale

Cat.	Ambienti	$q_k$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [KN]	$H_k$ [KN/m]

<b>E2</b>	Ambienti ad uso industriale	<b>6.00</b>	7.00	1.20
-----------	-----------------------------	-------------	------	------

**Ambienti suscettibili di affollamento**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [KN]	$H_k$ [KN/m]
<b>C</b>	Scale comuni, balconi e ballatoi	<b>4.00</b>	4.00	2.00

**Solai interni e copertura**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [KN]	$H_k$ [KN/m]
<b>H</b>	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	<b>0.50</b>	1.20	1.00

**6.3.2 Azioni variabili: vento**

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3 delle NTC18.

**VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO**

La velocità base di riferimento  $v_b$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno  $T_R = 50$  anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche,  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_r$$

$v_{b,0}$  è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I delle NTC18 in funzione della zona in cui sorge la costruzione;

$c_r$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_a \left( \frac{a_s}{a_0 - 1} \right) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

$a_0, k_s$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

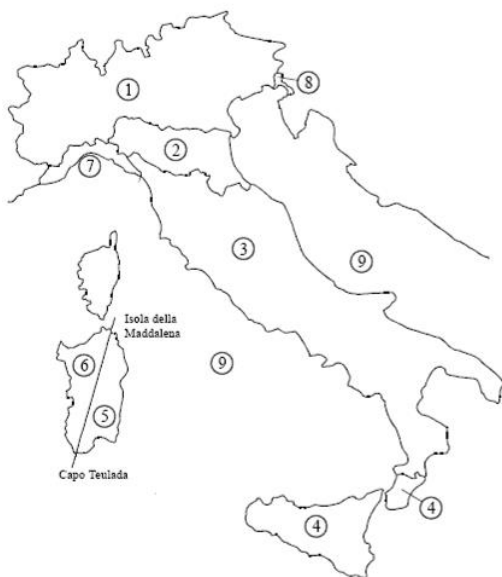


Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

### VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento  $v_r$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito al periodo di ritorno di progetto  $T_R$ . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot C_r$$

dove

$v_b$  è la velocità base di riferimento, di cui al § 3.3.1 delle NTC18;



$c_r$  è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto  $T_R$ .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove  $T_R$  è il periodo di ritorno espresso in anni.

Si assumerà  $T_R = 75$  anni, cui corrisponde  $c_r = 1.04$ .

#### AZIONI STATICHE EQUIVALENTI

Le azioni del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

#### PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove

$q_r$  è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  è il coefficiente di pressione;

$c_d$  è il coefficiente dinamico.

#### PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento  $q_r$  è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho \cdot v_r^2$$

dove

$v_r$  è la velocità di riferimento del vento;

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

Esprimendo  $\rho$  in kg/m<sup>3</sup> e  $v_r$  in m/s,  $q_r$  risulta espresso in N/m<sup>2</sup>.

#### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200$  m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \left[ 7 + \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{per } z > z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z \leq z_{\min}$$

dove

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{min}$  sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

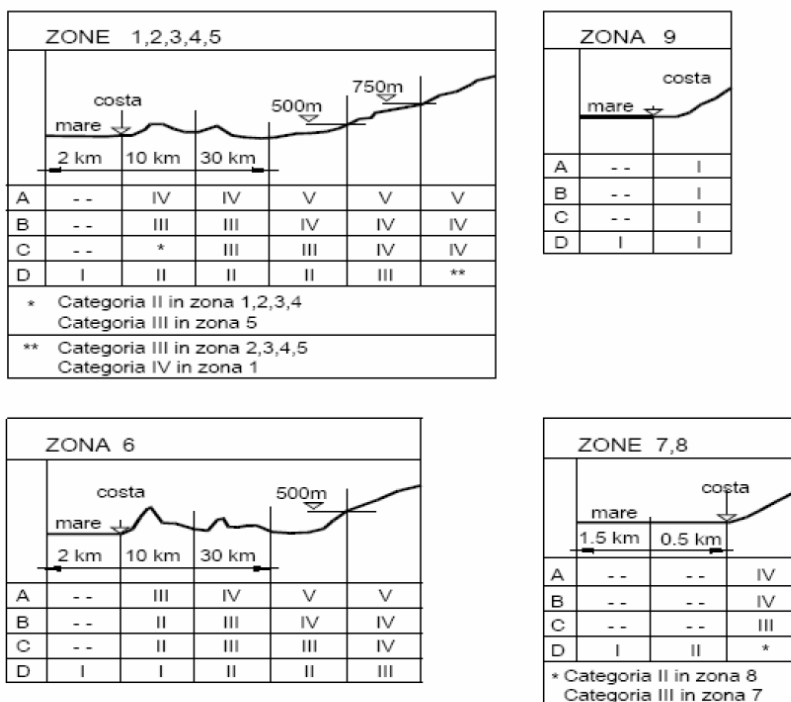


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

**COEFFICIENTI AERODINAMICI**

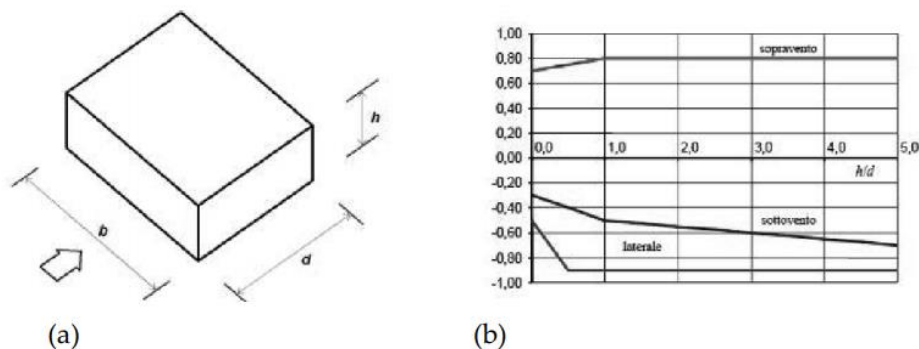
Il coefficiente di pressione  $c_p$  dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e dal suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

Il coefficiente d'attrito  $c_f$  dipende dalla scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

**EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE CON COPERTURE PIANE, A FALDE, INCLINATE E CURVILINEE**

Per la valutazione della pressione esterna si assumeranno gli schemi di seguito riportati per edifici a pianta rettangolare con copertura inclinata come l'edificio del caso di specie.

Pareti verticali i coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.2 e in Tabella C3.3.I della Circolare esplicativa alle NTC2018.



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravento, sottovento e laterali

**Figura C3.3.2**

**Tabella C3.3.I:** Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

### COEFFICIENTE DINAMICO

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali.

In base a quanto detto qui sopra **nel caso di specie** si ha:

$$v_{b,0} = 28 \text{ m/s} \quad \text{per } a_s = 15 \text{ m} < a_0 = 1000 \text{ m}$$

$$c_a = 1.00$$

$$c_r = 1.04$$

$$v_r = v_b \cdot c_r = 29.12 \text{ m/s}$$

$$q_b = 526.7 \text{ N/m}^2$$

$c_e$  coefficiente di esposizione, funzione dell'altezza  $z$  del fabbricato, della rugosità e topografia del terreno e dell'esposizione del sito mediante la relazione

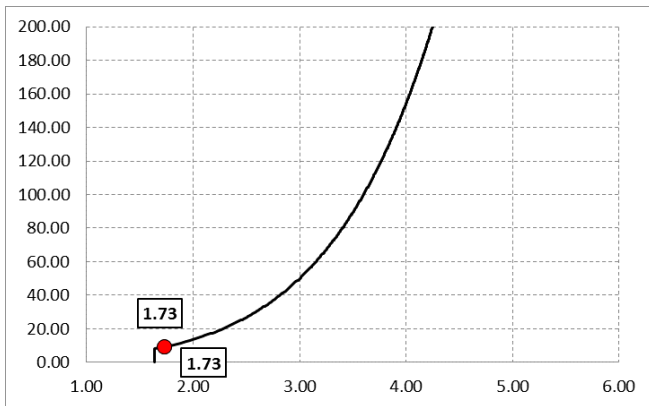
$$c_e(z) = k_r^2 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \quad \text{per } z > z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z \leq z_{\min}$$

essendo  $c_t$  il coefficiente di topografia posto pari ad 1.  
Per l'edificio in oggetto si ha:

Zona di Vento: I  
 Classe di rugosità B  
 Categoria di esposizione IV  
 $k_r = 0.22$        $z_0 = 0.30 \text{ m}$        $z_{\min} = 8 \text{ m}$

L'altezza massima dal suolo dell'edificio è pari a circa  $z = 9.20 > z_{\min}$  per cui il coefficiente di esposizione  $c_e$  assume il valore massimo pari a  $c_e = 1.73$ .

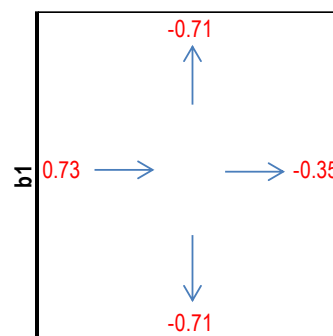


Tenendo conto della geometria in pianta dell'edificio per il coefficiente aerodinamico globale si ha:

**Configurazione rettangolare 1**
**Vento in direzione x**

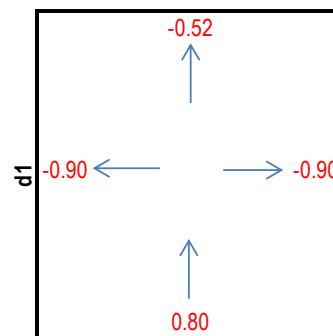
Dimensione della faccia perpendicolare al vento	$b_1$	=	6.60	m
Dimensione della faccia parallela al vento	$d_1$	=	34.50	m
Altezza del volume 1	$h_1$	=	9.20	m
Rapporto $h_1/d_1$	$h_1/d_1$	=	0.27	-

<b>Coefficiente di pressione per la faccia sopravento</b>	$C_{pe,x,1}$	=	0.73	-
<b>Coefficiente di pressione per le facce laterali</b>	$C_{pe,y,1}$	=	-0.71	-
<b>Coefficiente di pressione per la faccia sottovento</b>	$C'_{pe,x,1}$	=	-0.35	-


**Vento in direzione y**

Dimensione della faccia perpendicolare al vento	$b_1$	=	34.50	m
Dimensione della faccia parallela al vento	$d_1$	=	6.60	m
Altezza del volume 1	$h_1$	=	9.20	m
Rapporto $h_1/d_1$	$h_1/d_1$	=	1.39	-

<b>Coefficiente di pressione per la faccia sopravento</b>	$C_{pe,y,1}$	=	0.80	-
<b>Coefficiente di pressione per le facce laterali</b>	$C_{pe,x,1}$	=	-0.90	-
<b>Coefficiente di pressione per la faccia sottovento</b>	$C'_{pe,y,1}$	=	-0.52	-



Sviluppando la superficie perimetrale complessiva del piano terra ed applicando l'azione del vento nelle due direzioni orizzontali principali in pianta X e Y (assunte pari alle dimensioni di ingresso del sisma) si ha:

$$\text{Vento X} = [6.60 \times 9.20 \times 1.73 \times 526.7 \times (0.73+0.35)]/1000 = 59.75 \text{ kN}$$

$$\text{Vento Y} = [34.50 \times 9.20 \times 1.73 \times 526.7 \times (0.80+0.52)]/1000 = 381.75 \text{ kN}$$

I valori di forza orizzontale calcolati sopra risultano di molto inferiori ai valori di tagliante sismico alla base dell'edificio determinati dal programma di calcolo:

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO															
				DIREZIONE X						DIREZIONE Y					
Piano N.ro	Quota (m)	Peso (t)	Variaz. (%)	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta
1	4.93	447.05	0.0	132.96	120.94	2.74	44196	0.0	0.018	229.33	229.04	11.98	19121	0.0	0.017
2	9.16	201.57	-54.9	59.02	51.07	1.80	28362	-35.8	0.010	98.62	97.25	7.67	12675	-33.7	0.010

Tagliante X = 1329.6 kN  
 Tagliante Y = 2293.3 kN

Ne consegue che l'azione del vento può essere omessa nel modello di calcolo globale ed utilizzata per la verifica dei soli elementi non strutturali (facciate).

**6.3.3 Azioni variabili: neve**

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

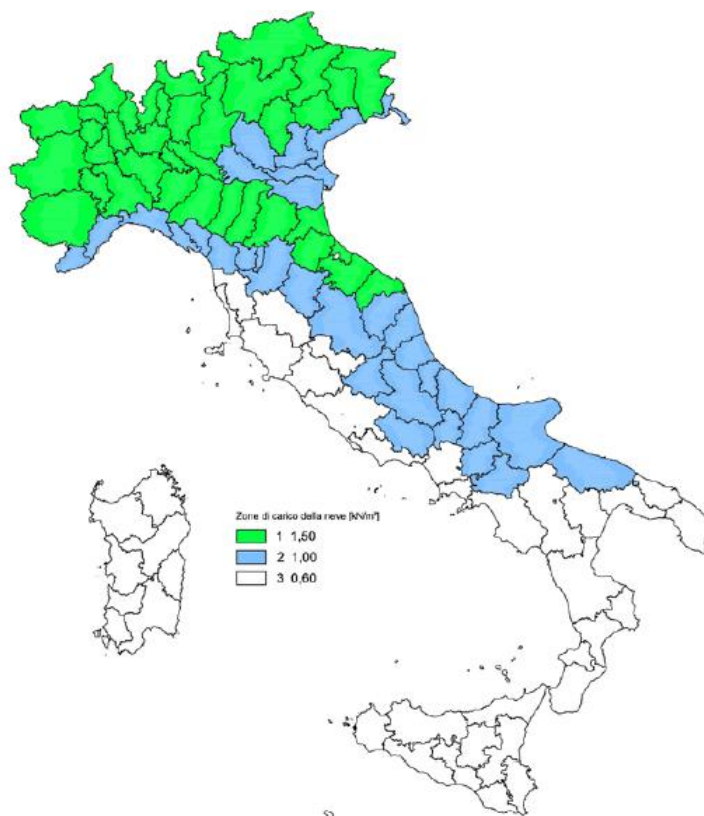
$$\text{Carico da neve sulla copertura} = q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

- $\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;
- $C_e$  - Coefficiente di esposizione;
- $C_t$  - Coefficiente termico;
- $q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

L'altitudine di riferimento  $a_s$  è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio. Il carico neve al suolo viene valutato, per provincia e per altitudini minori di 1500 m, in base alle espressioni nel seguito riportate, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Nel caso in esame fa' riferimento ad un sito in Zona II a 30 m s.l.m.



**Valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo per un periodo di riferimento di 75 anni:**

$$q_{sk}(75) = 1,075 \text{ kN/m}^2$$

In relazione alla vita utile dell'edificio

Il valore sopra è suscettibile di correzioni secondo i coefficienti descritti nel seguito.

### **Coefficiente di esposizione**

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018.

**Tabella 3.4.I** – Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Per il caso in esame, si assume  $C_e = 1.0$ .

### Coefficiente termico

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2018).

### Coefficiente di forma per le coperture

I valori del coefficiente di forma  $\mu$ , riportati in Tab. 3.4.I si riferiscono alle coperture ad una o due falde al variare dell'angolo  $\alpha$ .

**Tabella C3.4.I** - Coefficienti di forma per il carico neve

Angolo di inclinazione della falda $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

Nel caso di specie avendo una copertura piana ( $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ ) risulta:  $\mu_1 = 0.8$

### Carico da neve

Il carico neve sulla copertura assume pertanto il seguente valore:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk} = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.075 = \underline{\underline{0.86 \text{ kN/m}^2}}$$

### 6.3.4 Azioni variabili: temperatura

Poiché l'azione della temperatura non costituisce azione fondamentale ai fini della sicurezza e dell'efficienza strutturale, la norma consente di tener conto della sola componente  $\Delta T_u$ .

Essendo la struttura del tipo in c.a. protetta si assume una variazione uniforme di temperatura sul manufatto pari a  $\Delta T = \pm 10^\circ$ .



### 6.3.5 *Azione sismica*

#### 6.3.5.1 Vita nominale e classe d'uso

La vita nominale delle strutture oggetto della presente nota di calcolo, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, è assunto pari a:

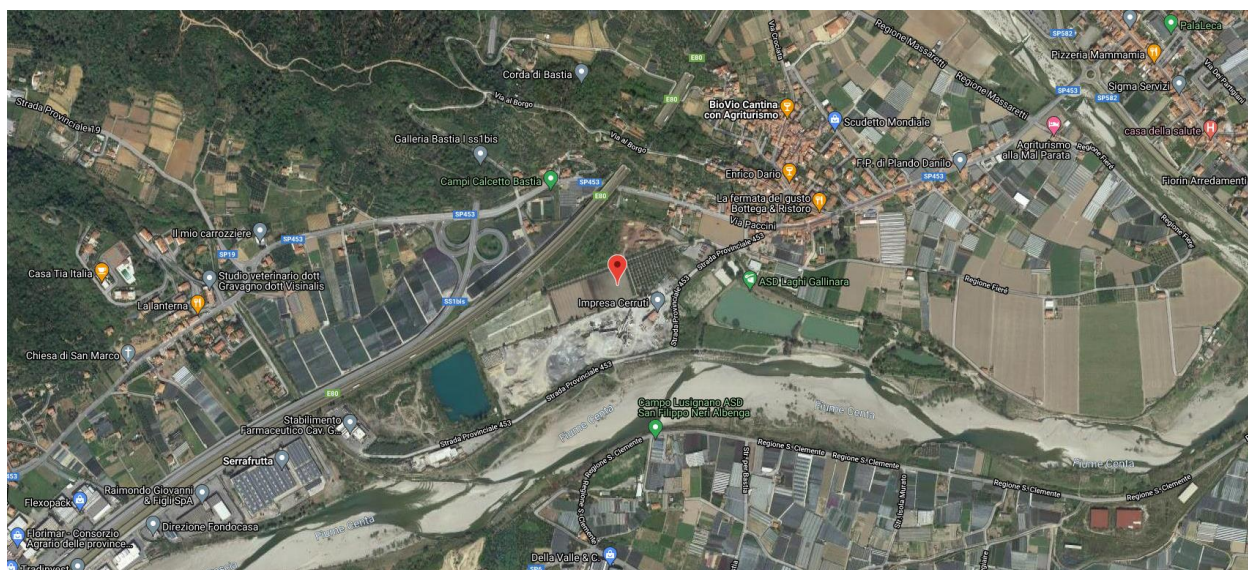
$$V_N = 75$$

La classe d'uso della costruzione è invece assunta pari a:

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

#### 6.3.5.2 Individuazione della zona sismica

Il sito dove sorgerà la costruzione si trova alle coordinate 44°.0552702 N – 8°.1670311 E



**Figura 6**

#### 6.3.5.3 Classificazione della tipologia di suolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la Normativa tecnica definisce diverse categorie di profilo stratigrafico di suolo di fondazione. Le indagini conoscitive sul terreno, definiscono l'appartenenza del suolo alla **categoria di tipo C** (depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argilla di media consistenza con spessori di diverse decine di metri). Data l'orografia dell'area vasta è possibile assumere un coefficiente di condizione **topografia T2**: pendii con inclinazione media:  $i > 15^\circ$

#### 6.3.5.4 Spettri di risposta elastici

Lo spettro di risposta elastico  $S_e(T)$  è caratterizzato dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Con

$S$  coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica di cui alla tabella seguente ed  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografia;

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$C_C$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_c)^{-0,33}$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera	$S_T$
T <sub>2</sub>	-	1,2

$\eta$  fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

nella fattispecie  $\xi = 5\%$ .

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C T^*_c$$

dove  $T^*_c$  è funzione del sito dove sorgerà l'opera e  $C_C$  è determinato dalla tabella precedente

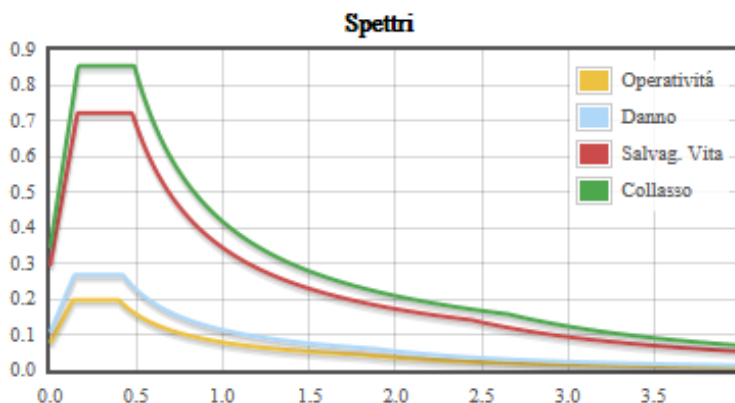
$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante:

$$T_B = T_C / 3$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro:

$$T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Note le coordinate geografiche del sito ed assunta la condizione topografica, i diagrammi degli spettri elastici per il sito risultano i seguenti.



**Parametri di Pericolosità Sismica**

<i>Stato Limite</i>	$T_r$	$a_g = A_g/g$	$F_o$	$T^*_c$
<i>Operatività (SLO)</i>	90	0.051	2.578	0.235
<i>Danno (SLD)</i>	151	0.071	2.516	0.257
<i>Salvag. Vita (SLV)</i>	1424	0.211	2.471	0.307
<i>Collasso (SLC)</i>	2924	0.263	2.488	0.319

#### 6.3.5.5 Classe di duttilità e coefficiente di comportamento

Le strutture vengono verificate mediante una analisi dinamica classica con spettro di risposta scalato per il fattore di struttura  $q$ . Le strutture vengono progettate come **STRUTTURE DISSIPATIVE**.

Il coefficiente di comportamento o fattore di struttura “ $q$ ” viene valutato per ogni direzione di ingresso del sisma mediante la seguente formula:

$$q = q_0 k_R$$

Dove

$q_0$  è il valore base del coefficiente di comportamento legato alla classe di duttilità, alla tipologia strutturale ed alla regolarità.

L'edificio può dirsi **regolare in pianta e regolare in altezza**.

Viene eseguita la verifica prevista al par. 7.4.3.1 delle NTC2018 per edifici composti da telai e/o pareti per cui deve essere:

$$r_s/I_s > 1,00 \quad \text{ad ogni livello}$$

essendo:

$r_s^2$  il rapporto tra la rigidezza torsionale e flessionale di piano

$$I_s^2 = (L^2 + B^2)/12 \quad (L \text{ e } B \text{ dimensioni in pianta del piano})$$

il programma di calcolo esegue tale verifica in automatico:

BARICENTRI MASSE E RIGIDEZZE														
IDENTIFICATORE		BARICENTRI MASSE E RIGIDEZZE							RIGIDEZZE FLESSIONALI E TORSIONALI					
PIANO N.ro	QUOTA (m)	PESO (t)	XG (m)	YG (m)	XR (m)	YR (m)	DX (m)	DY (m)	Lpianta (m)	Bpianta (m)	Rig.FleX (t/m)	Rig.FleY (t/m)	RigTors. (t*m)	(r/lS) <sup>2</sup>
1	4.93	437.01	31.02	13.47	29.22	12.77	-1.80	-0.70	6.20	31.30	49515	22507	6682949	1.24
2	9.16	237.26	34.46	13.44	34.72	13.43	0.26	-0.01	6.20	34.23	35763	17646	5930309	1.18

Essendo

- PIANO** : Numero del piano sismico  
**QUOTA** : Altezza del piano dallo spiccato di fondazione  
**PESO** : Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)  
**XG** : Ascissa del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale  
**YG** : Ordinata del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale  
**XR** : Ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema di riferimento globale  
**YR** : Ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema di riferimento globale  
**DX** : Scostamento in ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (XR – XG)  
**DY** : Scostamento in ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (YR – YG)  
**Lpianta** : Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al primo sisma  
**Bpianta** : Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al secondo sisma  
**RigFleX** : Rigidezza flessionale di piano nella direzione primo sisma. E' calcolata come rapporto fra la forza unitaria applicata sul baricentro delle masse del piano in direzione del primo sisma e la differenza di spostamento, sempre nella direzione del sisma, fra il piano in questione e quello sottostante.  
**RigFleY** : Rigidezza flessionale di piano nella direzione secondo sisma  
**RigTors** : Rigidezza torsionale di piano  
**r/lS** : Rapporto di piano per determinare se una struttura è deformabile torsionalmente (vedi DM 2008/2018 7.4.3.1)

Dalla verifica l'edificio **RISULTA NON DEFORMABILE TORSIONALMENTE.**

L'edificio presenta due comportamenti distinti nelle due direzioni di ingresso del sisma:

PERCENTUALI RIGIDEZZE PILASTRI E SETTI						
Piano N.r	RAPPORTO DELLE RIGIDEZZE IN DIREZIONE X			RAPPORTO DELLE RIGIDEZZE IN DIREZIONE Y		
	RigidezzaPilastri	Rigidezza Setti	Rigid.Elem.Second	RigidezzaPilastri	Rigidezza Setti	Rigid.Elem.Second
	Rig.Pil+Rig.Setti	Rig.Pil+Rig.Setti	Rig.Pil+Rig.Setti	Rig.Pil+Rig.Setti	Rig.Pil+Rig.Setti	Rig.Pil+Rig.Setti
1	1.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00

In direzione Y la presenza nel piano dei due setti di testata porta la struttura ad un comportamento assimilabile ad una struttura a "pareti non accoppiate".

In direzione X i setti presentano una rigidezza modesta e l'azione sismica è quindi affidata ad un comportamento a telaio.

Si ha quindi:

### Direzione Y

Data la presenza dei due setti in c.a. di testata l'edificio risulta essere assimilato ad un **edificio a pareti non accoppiate** (nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti aventi resistenza a taglio alla base  $\geq 65\%$  della resistenza a taglio totale) in classe "CD B":

$$q_0 = 3.0$$

Per la presenza delle pareti di calcestruzzo armato va tenuto in conto il coefficiente kw che nel caso di specie è pari a:

$$k_w = 0.77$$

Si assume quindi

$$q_y = 3.0 \times 0.77 = 2.31$$

### Direzione X

$$q_0 = 3.0 \alpha_1 / \alpha_u$$

Per struttura a telaio a più piani e più campate  $\alpha_1 / \alpha_u = 1.3$

Si assume quindi

$$q_x = 3.00 \times 1.3 = 3.9$$

### **6.3.6 Spettro di progetto per lo SLU**

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare è lo spettro elastico di cui al par. 6.3.5.4 con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule  $\eta$  con  $1/q$  dove  $q$  è il fattore di struttura definito nel paragrafo precedente:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{q}{F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right); \quad S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

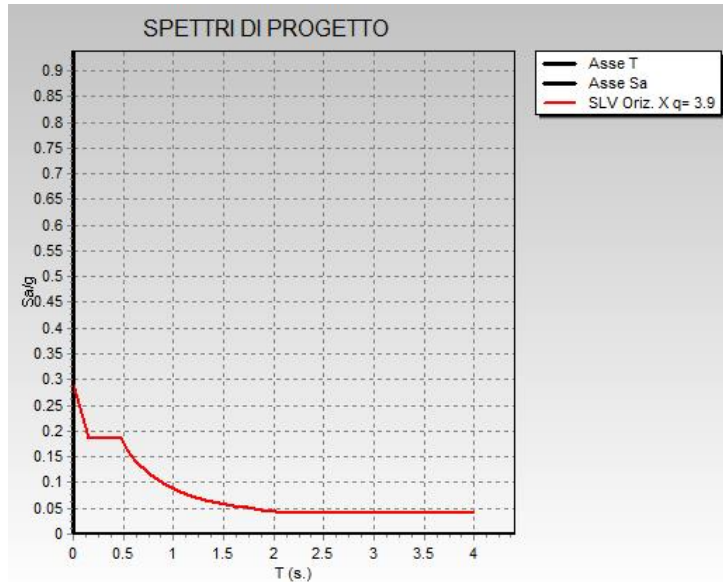
$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right); \quad S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

dove

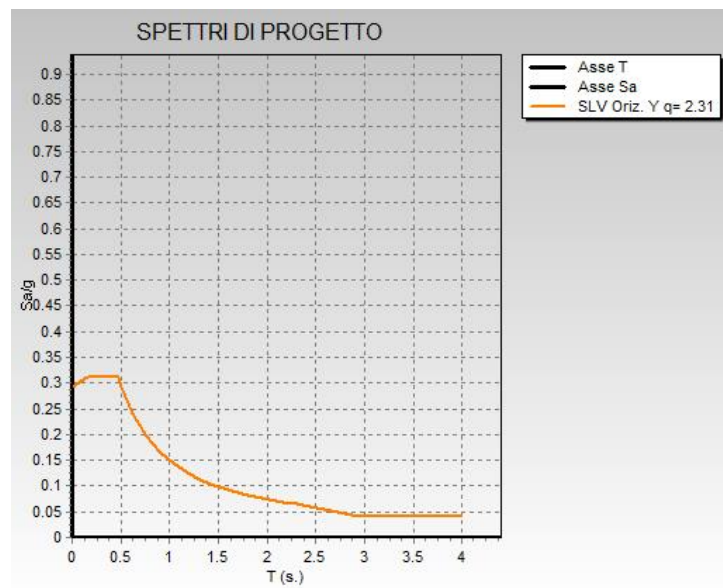
$q$  è il coefficiente di comportamento  $q = 3.9$  in direzione X e  $q = 2.31$  in direzione Y.

$\beta$  è il valore limite inferiore del coefficiente per lo spettro orizzontale di progetto  $\beta = 0,2$

Il diagramma dello spettro di progetto risultante è riportato nella figura seguente:



**Figura 7: spettro SLVx**

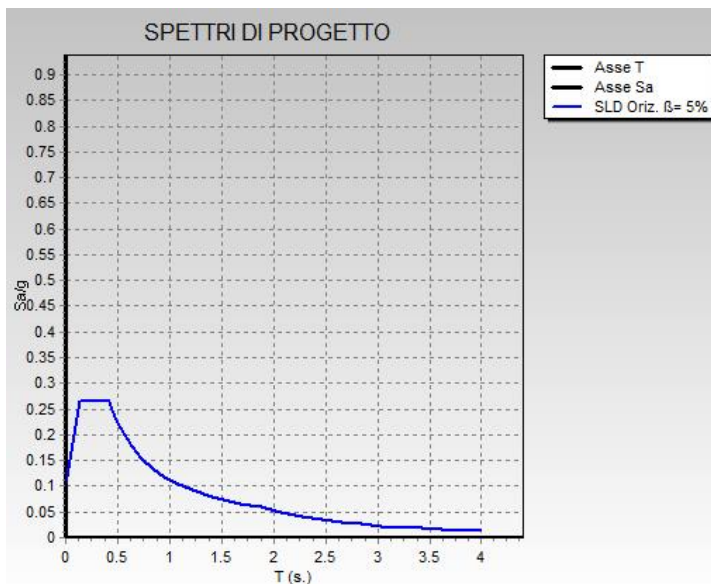


**Figura 8: spettro SLVx**

### 6.3.7 Spettro di progetto per lo Stato limite di Danno

Essendo la struttura in classe d'uso IV lo stato limite di danno si verifica in resistenza determinando le sollecitazioni sotto l'azione di un terremoto con periodo di ritorno più basso rispetto a quello distruttivo. Il diagramma dello spettro di progetto orizzontale e verticale risultante è riportato nella figura seguente:





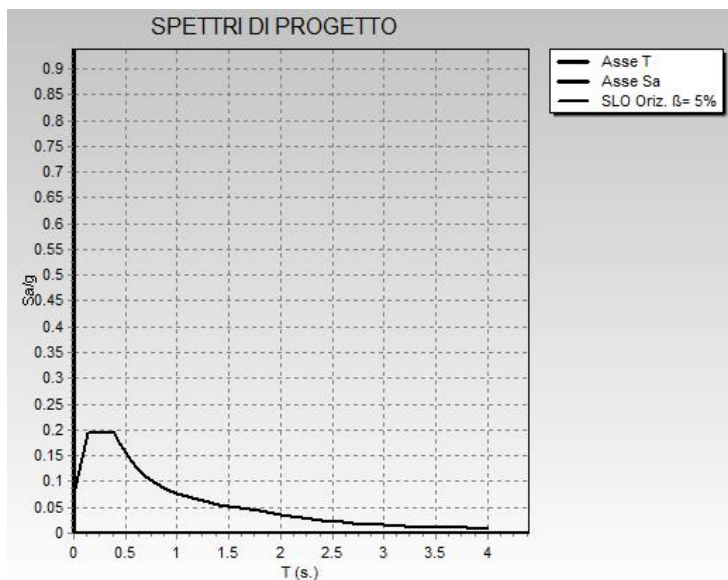
**Figura 9: spettro SLD**

**6.3.8 Spettro di progetto per lo Stato limite di Operatività**

Poiché la struttura è di classe d'uso IV è necessario eseguire verifiche allo SLO.

Lo stato limite di operatività si verifica imponendo che lo spostamento strutturale di interpiano sia contenuto entro limiti prestabiliti sotto l'azione di un terremoto con periodo di ritorno più basso rispetto a quello distruttivo in modo da non subire danni o interruzioni di servizio. Data la natura dei tamponamenti si assume che tale spostamento di interpiano debba essere inferiore allo 0,33% calcolato facendo riferimento allo spettro di risposta allo SLD (variando quindi i parametri  $a_g$ ,  $T_r$ ,  $F_0$ ,  $T^*C$ ).

Il diagramma dello spettro di progetto risultante è riportato nella figura seguente:



**Figura 10: spettro SLO**

## 7 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verrà eseguito mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2018,

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

I valori dei coefficienti che tengono conto della non contemporaneità dei massimi valori delle azioni sono dati dalla Tab. 2.5.I:

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I:



		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

## 7.1 Combinazioni geotecniche

Relativamente alle combinazioni per le verifiche geotecniche si fa riferimento al punto 6.2.3.1.1 delle NTC 2018 che riportano la seguente tabella:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Per le opere di fondazione superficiali devono essere effettuate le verifiche almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IV01 00 D 26 CL FV0400 002 A 39 di 142

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Uffici	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Var.Amb.affol.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Bibl.Arch.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30
Corr. Tors. dir. 90	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Carico termico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sisma direz. grd 90	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00

**COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.**

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Uffici	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Var.Amb.affol.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Var.Bibl.Arch.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Var.Neve h<=1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.30	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30
Corr. Tors. dir. 90	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
Carico termico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 0	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
Sisma direz. grd 90	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

**COMBINAZIONI RARE - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Uffici	1.00	0.70	1.00	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70
Var.Amb.affol.	1.00	0.70	1.00	0.70	0.70	1.00	0.70	0.70
Var.Bibl.Arch.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Neve h<=1000	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50
Var.Coperture	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carico termico	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	-0.60	-1.00
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.**

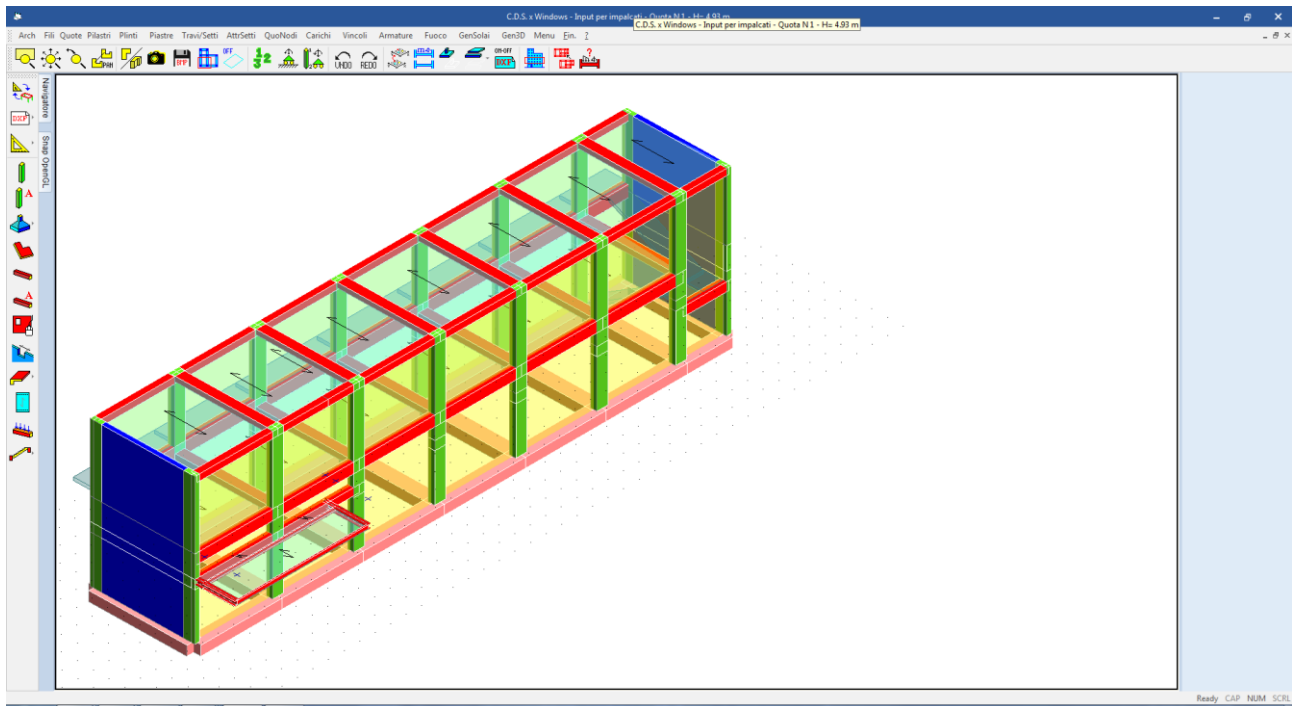
DESCRIZIONI	1	2	3	4
Peso Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00	1.00	1.00	1.00
Var.Uffici	0.50	0.30	0.30	0.30
Var.Amb.affol.	0.70	0.60	0.60	0.60
Var.Bibl.Arch.	0.90	0.80	0.80	0.80
Var.Neve h<=1000	0.00	0.20	0.00	0.00
Var.Coperture	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00	0.00	0.00	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.00	0.00	0.00
Carico termico	0.00	0.00	0.50	-0.50
Sisma direz. grd 0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00	0.00	0.00	0.00

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

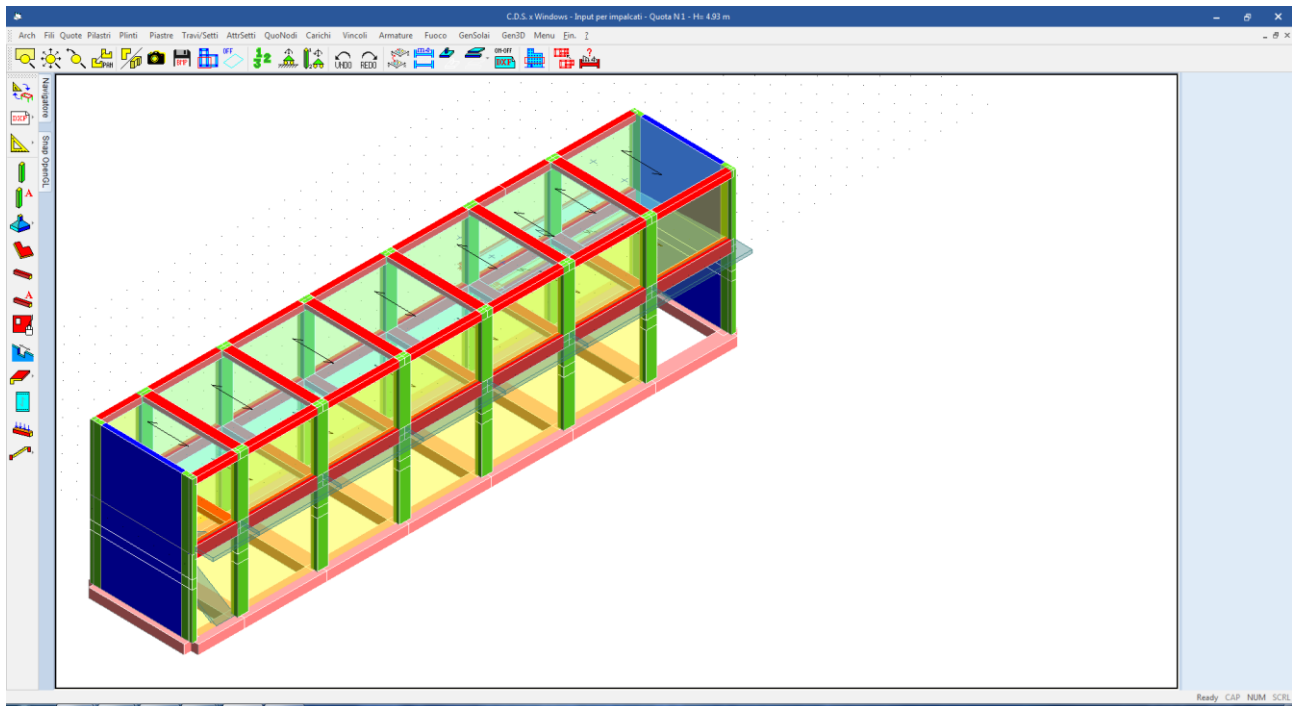
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1.00
Perm.Non Strutturale	1.00
Var.Uffici	0.30
Var.Amb.affol.	0.60
Var.Bibl.Arch.	0.80
Var.Neve h<=1000	0.00
Var.Coperture	0.00
Corr. Tors. dir. 0	0.00
Corr. Tors. dir. 90	0.00
Carico termico	0.00
Sisma direz. grd 0	0.00
Sisma direz. grd 90	0.00

## 8 MODELLO DI CALCOLO ED ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è condotta mediante il programma agli elementi finiti CDS Win 2021. I pilastri, le travi in elevazione sono modellate mediante elementi beam, che uniscono due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste inoltre non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.



**Figura 11: modello strutturale**



**Figura 12: modello strutturale**

L'interazione tra terreno di fondazione e struttura è modellata mediante delle travi su suolo elastico (travi alla Winkler). La costante di sottofondo  $K$  adottata nel calcolo, è supposta costante con la profondità, e valutata secondo la relazione di Bowles:

$$K_s = E / [ B \times (1 - \mu^2) ]$$

Con:

$$E = 40000 \text{ KN/m}^2$$

$$B = 1.1 \text{ m}$$

$$\mu = 0,3$$

Si ha:

$$K_s = E / [ B \times (1 - \mu^2) ] = 40000 / [ 1,1 \times (1 - 0,3^2) ] = 39960 \text{ KN/m}^3$$

modulo terreno

larghezza trave (0.90)+magrone(0,2)

Coefficiente di Poisson del suolo

La torsione indotta negli elementi strutturali dalla configurazione spaziale del modello di calcolo viene tenuta in conto solo quando il momento torcente indotto dai carichi supera il 10% del momento torcente ultimo della sezione, attribuendo all'elemento strutturale una rigidezza a torsione pari al 10% rispetto alla rigidezza complessiva dell'elemento pensato tutto reagente. In questo modo si tiene in considerazione la limitata rigidezza che assume un'asta in c.a. fessurata perché sottoposta a torsione e si affida la resistenza della struttura ad un meccanismo di tipo flessionale rispetto al quale il comportamento del c.a. risulta decisamente più affidabile.

Per le aste in c.a. è stata considerata una percentuale ridotta di rigidezza flessionale delle aste. Ciò permette di tenere in conto del fatto che, a causa della fessurazione del calcestruzzo, la rigidezza flessionale delle aste, ai fini della risoluzione in fase elastica della struttura tridimensionale, può essere ridotta. Il valore assegnato è il 70%.

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale con masse concentrate nei nodi del modello strutturale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Cholesky.

I modi di vibrare considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell' 85% della massa totale della struttura.

I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinati linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Le caratteristiche di sollecitazione massime su ogni elemento si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

### **8.1.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Per l'analisi delle strutture è stato utilizzato il software **CDSWIN** © versione **2021** della **STS Software Tecnico Scientifico**, numero di licenza **32896**, distribuito da **Kipendoff Engineering** via Pietro Sommariva, 50 - 00195 Roma.

La documentazione fornita dal produttore e dal distributore del software circa l'affidabilità, la validazione ed i casi di prova interamente risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione sono disponibili al sito [www.stsweb.it](http://www.stsweb.it).

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

### **8.1.2 Affidabilità del codice di calcolo**

Per quanto riguarda il software utilizzato per l'analisi strutturale, un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **CDSWin** ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

## 8.2 Criteri di modellazione delle masse strutturali

Nella fase di analisi dinamica le masse strutturali sono state considerate ripartite lungo gli elementi. Nella valutazione delle masse si è tenuta in conto della presenza di carichi variabili. La normativa consente di considerare solamente una aliquota dei carichi variabili massimi per tener conto della scarsa probabilità che si verificano contemporaneamente l'evento sismico e i massimi valori dei carichi variabili su tutta la struttura. Tali aliquote sono differenti in relazione alla destinazione d'uso dei singoli ambienti all'interno della struttura. Gli effetti inerziali dell'azione sismica di progetto sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali che compaiono nella seguente combinazione di azioni:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove

$\psi_{2j}$  E' il coefficiente di combinazione dell'azione variabile  $Q_{kj}$  che tiene conto della probabilità che tutti i carichi  $Q_{kj}$  non agiscano contemporaneamente sull'intera struttura in occasione del sisma, i valori assunti da tale coefficiente in relazione alle categorie di carico sono riportate nella tabella 2.5.I della [3] in funzione dell'analisi dei carichi di cui ai paragrafi che precedono

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 8.3 Calcolo delle azioni interne e degli spostamenti

### 8.3.1 Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto

L'analisi dinamica modale associata allo spettro di risposta di progetto, che costituisce il metodo normale per la definizione delle sollecitazioni di progetto e degli spostamenti, viene applicata al modello tridimensionale della struttura. In questo tipo di analisi viene tenuta in conto la risposta di tutti i modi di vibrare della struttura che contribuiscano in modo significativo alla risposta globale, soddisfacendo una delle seguenti condizioni:

- la somma delle masse modali effettive per i modi considerati rappresenta almeno il 85% della massa totale della struttura;
- sono presi in considerazione tutti i modi caratterizzati da una massa modale effettiva maggiore del 5% della massa totale.

Avendo utilizzato un modello spaziale, le condizioni risultano verificate per ogni direzione principale.

### 8.3.2 *Combinazione delle riposte modali*

Ottenuta la massima risposta dei modi di vibrare occorre combinare i massimi modali poiché tali massimi non si verificano nello stesso istante.

La tecnica adottata è quella della "combinazione quadratica completa" (CQC):

$$E = \left( \sum_i \sum_j \rho_{i,j} E_i E_j \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

E è il valore totale della componente di risposta sismica che si sta considerando;

E<sub>i</sub> è il valore della medesima componente dovuta al modo i;

E<sub>j</sub> è il valore della medesima componente dovuta al modo j;

ρ<sub>i,j</sub> è il coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j.

$$\rho_{i,j} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{i,j}) \cdot \beta_{i,j}^{3/2}}{(1 - \beta_{i,j}^2) + 4\xi^2 \cdot \beta_{i,j} \cdot (1 - \beta_{i,j}^2)}$$

Con:

ξ coefficiente di smorzamento equivalente;

β<sub>i,j</sub> = ω<sub>i</sub>/ω<sub>j</sub> rapporto fra le frequenze di ciascuna coppia di modi i e j.

### 8.3.3 *Combinazione degli effetti delle componenti dell'azione sismica*

La risposta alle diverse componenti dell'azione sismica ed alla variabilità spaziale del moto della struttura, viene calcolata separatamente per ciascuna delle due direzioni principali in pianta. Gli effetti sulla struttura di tali azioni sono stati valutati mediante le seguenti combinazioni:

$$E_{Edx} + 0,30 E_{Edy}$$

$$0,30 E_{Edx} + E_{Edy}$$

Dove:

“+” significa "deve essere combinato con";

E<sub>Edx</sub> rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione dell'azione sismica lungo l'asse orizzontale x della struttura;

E<sub>Edy</sub> rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione della medesima azione sismica lungo l'asse orizzontale ortogonale y della struttura.



## 9 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

### 9.1 Risultati dell'analisi modale

L'analisi modale viene effettuata automaticamente dal programma di calcolo che fornisce i valori dei periodi propri  $T_i$  e le deformate modali. Nella tabella seguente sono riportati i valori dei periodi propri per i vari tipi di spettri di progetto per i primi modi di vibrare.

PULSAZIONI E MODI DI VIBRAZIONE													
Modo N.ro	Pulsazione (rad/sec)	Periodo (sec)	Smorz Mod(%)	Sd/g SLO	Sd/g SLD	Sd/g SLV X	Sd/g SLV Y	Sd/g SLC X	Sd/g SLC Y	Piano N.ro	X (m)	Y (m)	Rot (rad)
1	15.523	0.40475	5.0	0.229	0.317	0.223	0.376			1	0.000382	0.030823	0.000031
										2	-0.004122	0.063452	-0.000329
2	23.404	0.26846	5.0	0.232	0.317	0.223	0.376			1	0.017035	0.030137	-0.000973
										2	0.028616	0.051037	-0.015055
3	24.729	0.25409	5.0	0.232	0.317	0.223	0.376			1	0.044689	-0.082727	0.002623
										2	0.076953	-0.144196	0.004288
4	44.105	0.14246	5.0	0.232	0.317	0.236	0.373			1	0.030917	-0.037161	0.002109
										2	-0.025184	0.019640	-0.017255
5	65.421	0.09604	5.0	0.192	0.256	0.273	0.366			1	0.034955	-0.012111	-0.000014
										2	-0.043307	-0.006471	0.000266
6	275.592	0.02280	5.0	0.114	0.157	0.333	0.355			1	-0.038350	0.109061	-0.002852
										2	0.042567	-0.134794	0.003176

Si riportano di seguito le tabelle per la determinazione delle masse eccitate per le varie direzioni di ingresso del sisma ed i vari stati limite analizzati. La spiegazione delle sigle usate nelle tabelle è la seguente.

- Massa eccitata** : *Sommatoria delle masse efficaci, estesa a tutti i modi considerati ed espressa come forza peso*
- Massa totale** : *Massa sismica di tutti i piani espressa come forza peso*
- Rapporto** : *Rapporto tra Massa eccitata e Massa totale. Deve essere secondo la norma non inferiore a 0,85*
- Modo** : *Numero del modo di vibrazione*
- Fattore Modale** : *Coefficiente di partecipazione modale*
- Fmod/Fmax** : *Influenza percentuale del modo attuale rispetto a quello di massimo effetto*
- Massa Mod. Eff.** : *Massa modale efficace*
- Mmod/Mmax** : *Percentuale di massa eccitata per il singolo modo*
- Piano** : *Numero del piano sismico*
- FX** : *Forza di piano agente con direzione parallela alla direzione X del sistema di riferimento globale e applicata nell'origine delle coordinate*
- FY** : *Forza di piano agente con direzione parallela alla direzione Y del sistema di riferimento globale e applicata nell'origine delle coordinate*
- Mt** : *Momento torcente di piano rispetto all'asse Z del sistema di riferimento globale*

**Mom.Ecc. 5%** : *Momento torcente di piano rispetto all'asse Z del sistema di riferimento globale relativo ad una eccentricità accidentale pari al 5% della dimensione massima del piano in direzione ortogonale alla direzione del sisma. Se in questa colonna non è stampato nulla l'effetto torsionale accidentale è tenuto in conto incrementando le sollecitazioni di verifica con il fattore delta (vedi punto 4.5.2)*

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.O.									
SISMA DIREZIONE: 0°									
Massa eccitata (t): 648.62      Massa totale (t): 648.62      Rapporto:1									
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	0.045	0.19	0.00	0.00	1	0.00	0.15	0.30	25.08
					2	0.00	0.11	-0.09	21.01
2	23.312	100.00	543.45	83.78	1	72.87	-0.26	-308.76	
					2	53.26	-1.47	-240.47	
3	8.090	34.70	65.45	10.09	1	7.87	-0.96	234.03	
					2	7.32	1.91	237.68	
4	0.725	3.11	0.53	0.08	1	0.19	2.14	21.35	
					2	-0.07	-1.37	-8.68	
5	6.261	26.86	39.20	6.04	1	18.93	-0.89	-15.63	
					2	-11.39	0.68	9.54	
6	0.001	0.01	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.02	
					2	0.00	0.00	-0.02	

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.D.									
SISMA DIREZIONE: 0°									
Massa eccitata (t): 648.62      Massa totale (t): 648.62      Rapporto:1									
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	0.045	0.19	0.00	0.00	1	0.00	0.20	0.41	34.69
					2	0.00	0.15	-0.13	29.06
2	23.312	100.00	543.45	83.78	1	99.56	-0.35	-421.82	
					2	72.76	-2.00	-328.52	
3	8.090	34.70	65.45	10.09	1	10.75	-1.31	319.73	
					2	10.00	2.61	324.72	
4	0.725	3.11	0.53	0.08	1	0.26	2.92	29.17	
					2	-0.09	-1.87	-11.86	
5	6.261	26.86	39.20	6.04	1	25.14	-1.18	-20.76	
					2	-15.12	0.90	12.67	
6	0.001	0.01	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.03	
					2	0.00	0.00	-0.02	

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.									
SISMA DIREZIONE: 0°									
Massa eccitata (t): 648.62      Massa totale (t): 648.62      Rapporto:1									
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	0.045	0.19	0.00	0.00	1	0.00	0.14	0.29	24.35
					2	0.00	0.11	-0.09	20.40
2	23.312	100.00	543.45	83.78	1	69.87	-0.25	-296.03	
					2	51.07	-1.40	-230.56	
3	8.090	34.70	65.45	10.09	1	7.54	-0.92	224.39	
					2	7.02	1.83	227.89	
4	0.725	3.11	0.53	0.08	1	0.19	2.17	21.70	
					2	-0.07	-1.39	-8.83	
5	6.261	26.86	39.20	6.04	1	26.90	-1.26	-22.21	
					2	-16.18	0.96	13.55	
6	0.001	0.01	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.06	
					2	0.00	0.00	-0.04	

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.O.									
SISMA DIREZIONE: 90°									
Massa eccitata (t): 648.62      Massa totale (t): 648.62      Rapporto:.99									
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	24.691	100.00	609.63	93.99	1	-0.08	80.40	162.33	132.07
					2	0.34	59.33	-49.85	110.64

**FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.O.**

SISMA DIREZIONE: 90°									
Massa eccitata (t): 648.62					Massa totale (t): 648.62			Rapporto:.99	
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
2	0.319	1.29	0.10	0.02	1	-1.00	0.00	4.22	
					2	-0.73	0.02	3.29	
3	0.506	2.05	0.26	0.04	1	0.49	-0.06	14.63	
					2	0.46	0.12	14.85	
4	4.564	18.49	20.83	3.21	1	1.20	13.46	134.38	
					2	-0.43	-8.63	-54.66	
5	0.173	0.70	0.03	0.00	1	-0.52	0.02	0.43	
					2	0.31	-0.02	-0.26	
6	4.216	17.07	17.77	2.74	1	0.01	4.39	-58.96	
					2	-0.01	-2.36	44.96	

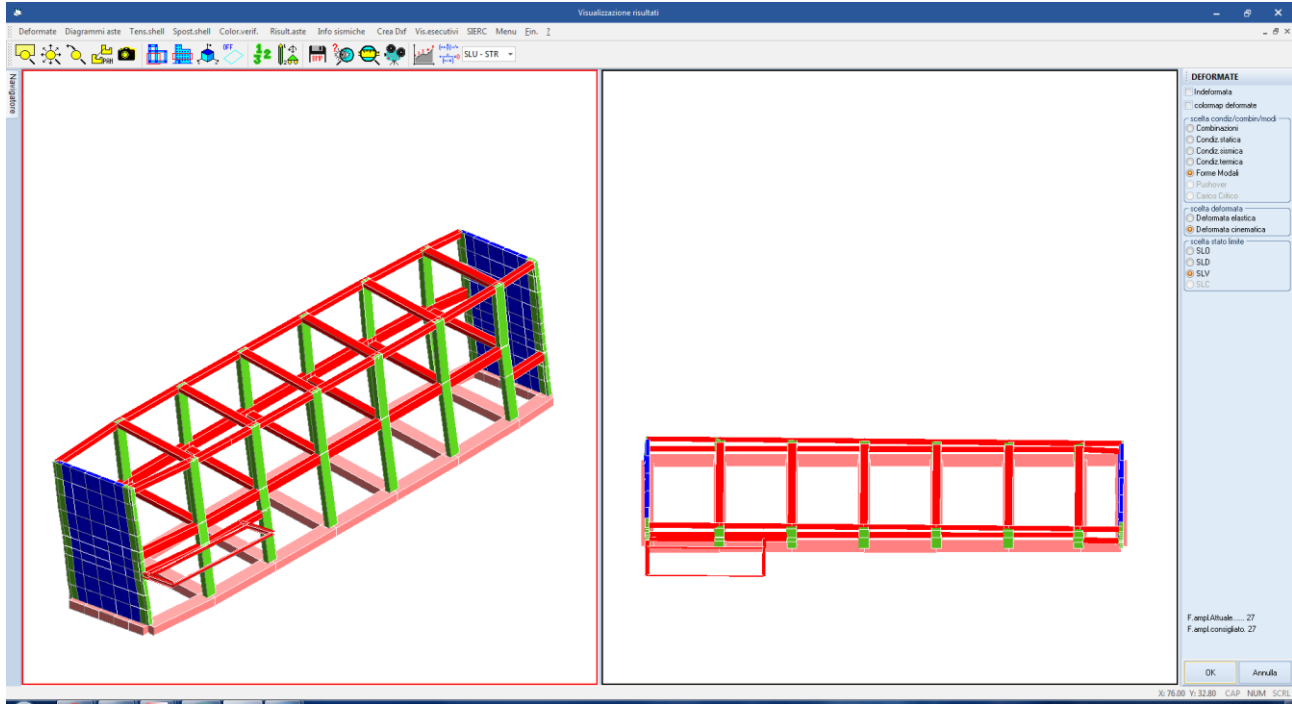
**FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.D.**

SISMA DIREZIONE: 90°									
Massa eccitata (t): 648.62					Massa totale (t): 648.62			Rapporto:.99	
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	24.691	100.00	609.63	93.99	1	-0.11	111.23	224.59	162.73
					2	0.46	82.08	-68.97	136.32
2	0.319	1.29	0.10	0.02	1	-1.36	0.00	5.77	
					2	-0.99	0.03	4.49	
3	0.506	2.05	0.26	0.04	1	0.67	-0.08	19.98	
					2	0.63	0.16	20.29	
4	4.564	18.49	20.83	3.21	1	1.63	18.40	183.59	
					2	-0.58	-11.79	-74.67	
5	0.173	0.70	0.03	0.00	1	-0.69	0.03	0.57	
					2	0.42	-0.02	-0.35	
6	4.216	17.07	17.77	2.74	1	0.01	6.02	-80.85	
					2	-0.01	-3.23	61.66	

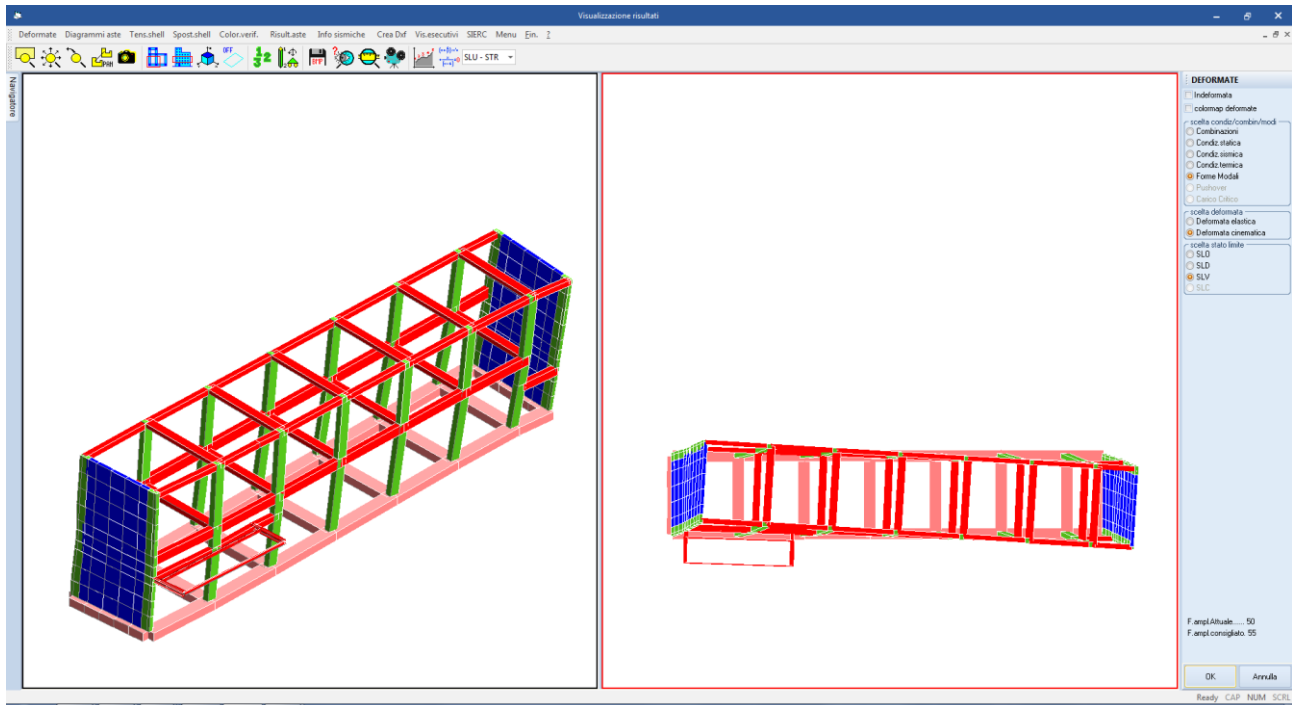
**FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.**

SISMA DIREZIONE: 90°									
Massa eccitata (t): 648.62					Massa totale (t): 648.62			Rapporto:.99	
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	24.691	100.00	609.63	93.99	1	-0.13	131.79	266.11	216.50
					2	0.55	97.25	-81.72	181.37
2	0.319	1.29	0.10	0.02	1	-1.61	0.01	6.83	
					2	-1.18	0.03	5.32	
3	0.506	2.05	0.26	0.04	1	0.80	-0.10	23.67	
					2	0.74	0.19	24.04	
4	4.564	18.49	20.83	3.21	1	1.92	21.65	216.05	
					2	-0.69	-13.87	-87.88	
5	0.173	0.70	0.03	0.00	1	-0.99	0.05	0.82	
					2	0.60	-0.04	-0.50	
6	4.216	17.07	17.77	2.74	1	0.03	13.61	-182.95	
					2	-0.03	-7.31	139.52	

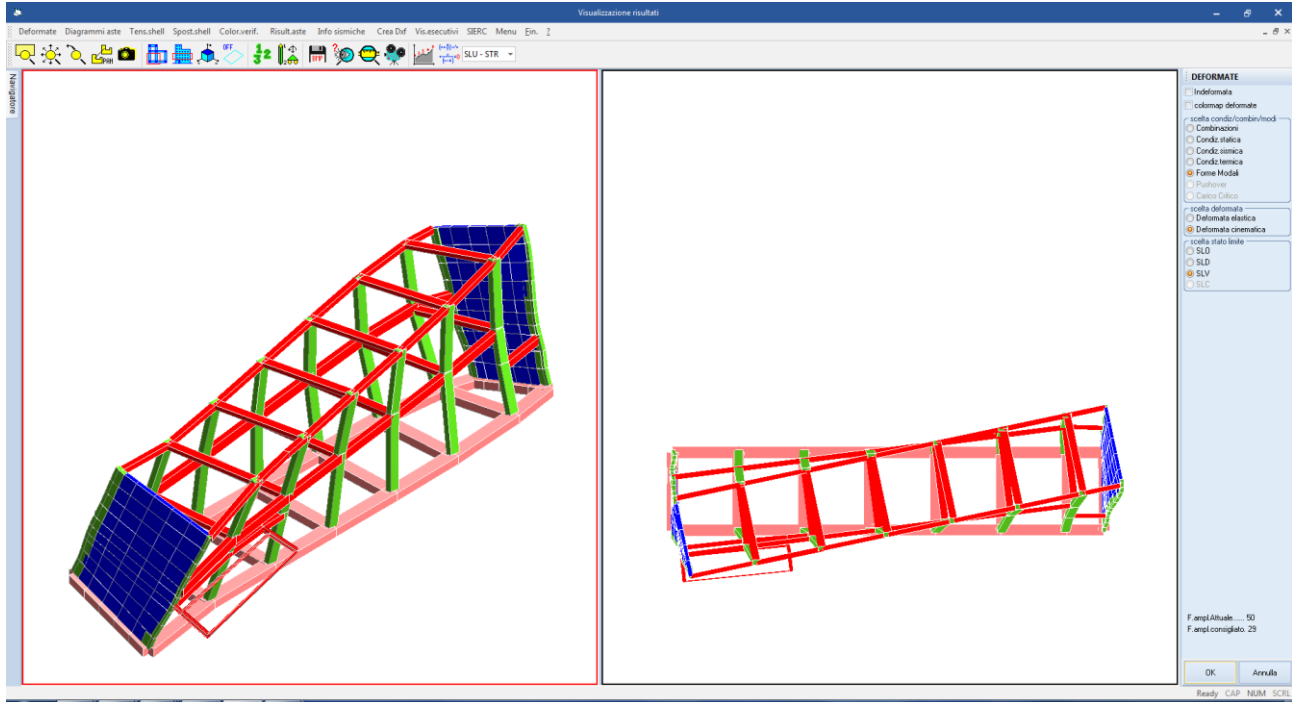
Nelle figure seguenti sono illustrate le forme modali dei primi 3 modi di vibrare.



**Figura 13: primo modo di vibrare**

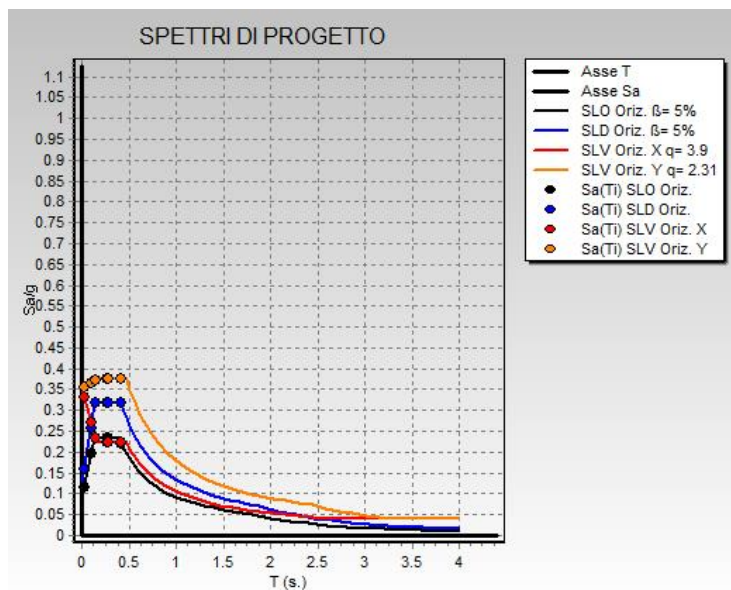


**Figura 14: secondo modo di vibrare**



**Figura 15: terzo modo di vibrare**

Nelle figure seguenti sono individuate le frequenze dei modi di vibrare rispetto agli spettri di progetto.



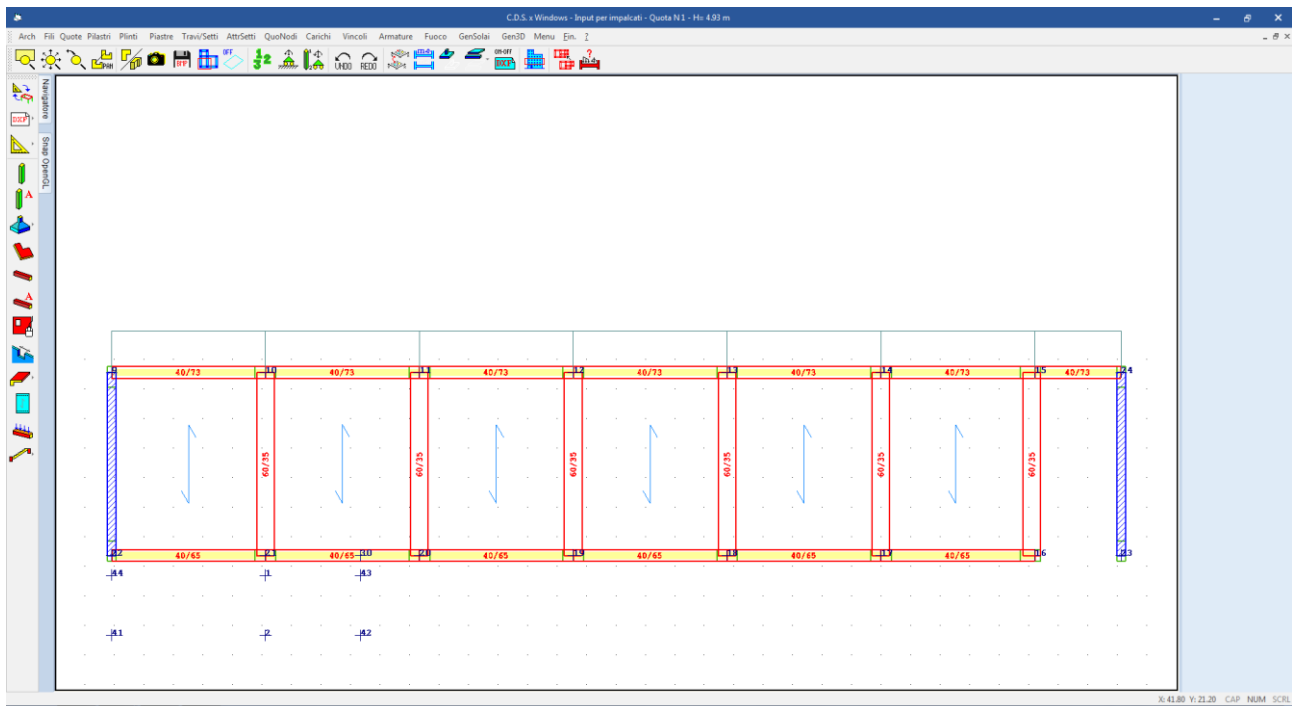
**Figura 16: frequenze proprie della struttura sugli spettri di progetto SLV, SLD, SLO**

Il periodo proprio della struttura risulta essere  $T_1 = 0.404$  sec.

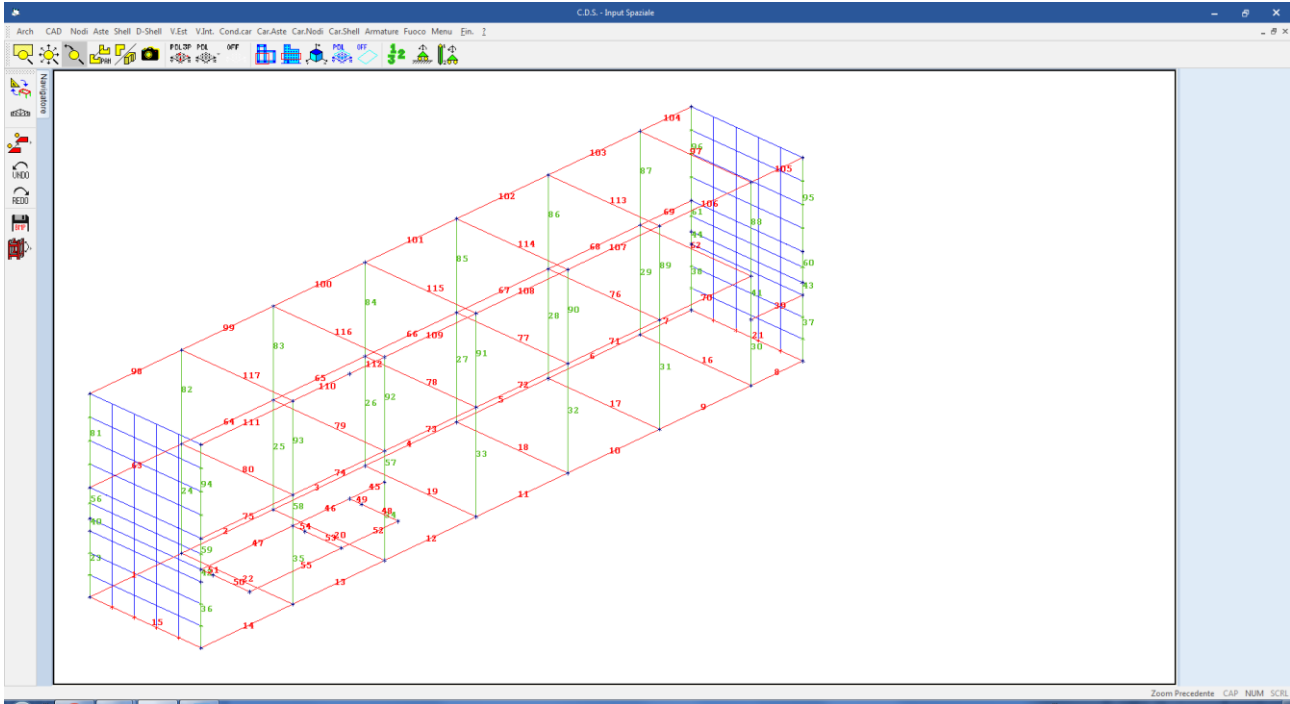
## 9.2 Presentazione dei risultati

Nelle figure che seguono sono riportati gli involuipi delle caratteristiche di sollecitazione, nonché gli schemi di applicazione di alcuni dei carichi.

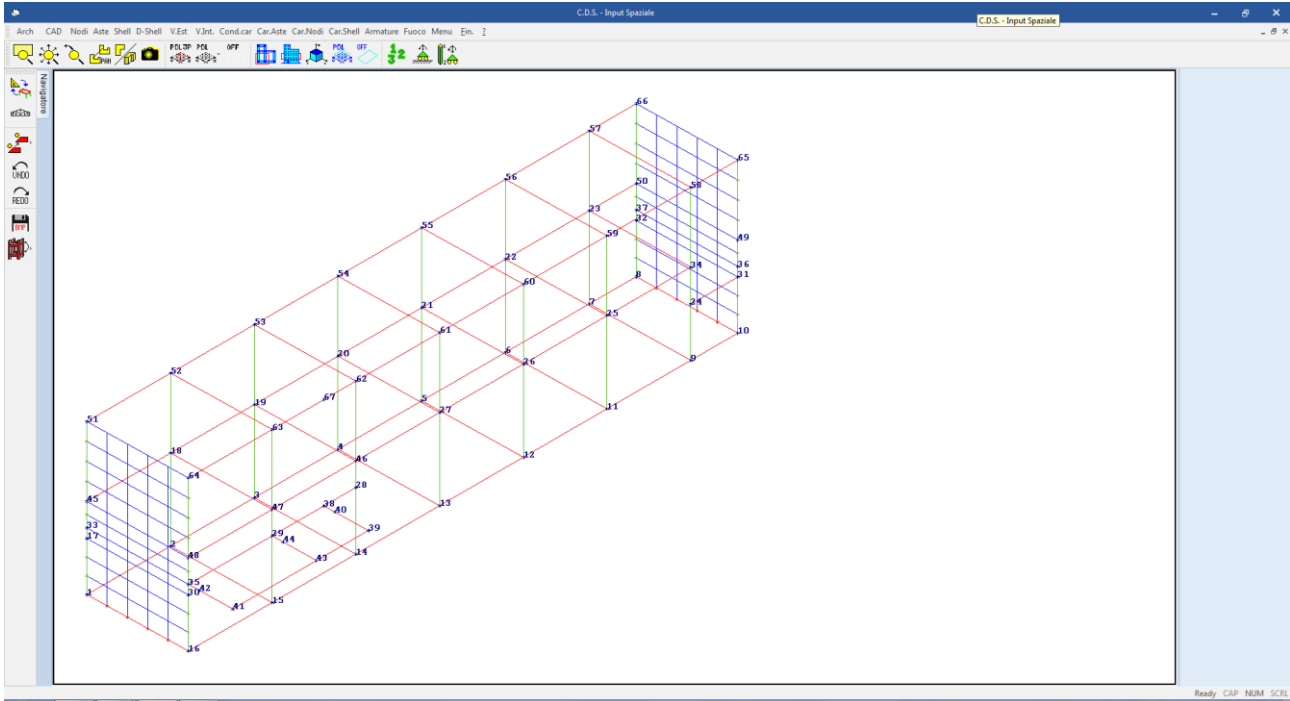
Le convenzioni sui segni sono quelle riportate nella parte iniziale del tabulato di calcolo allegato alla presente e comunque quelli tipici della Scienza delle Costruzioni. Le unità di misura sono ugualmente riportate nella parte iniziale del tabulato di calcolo.



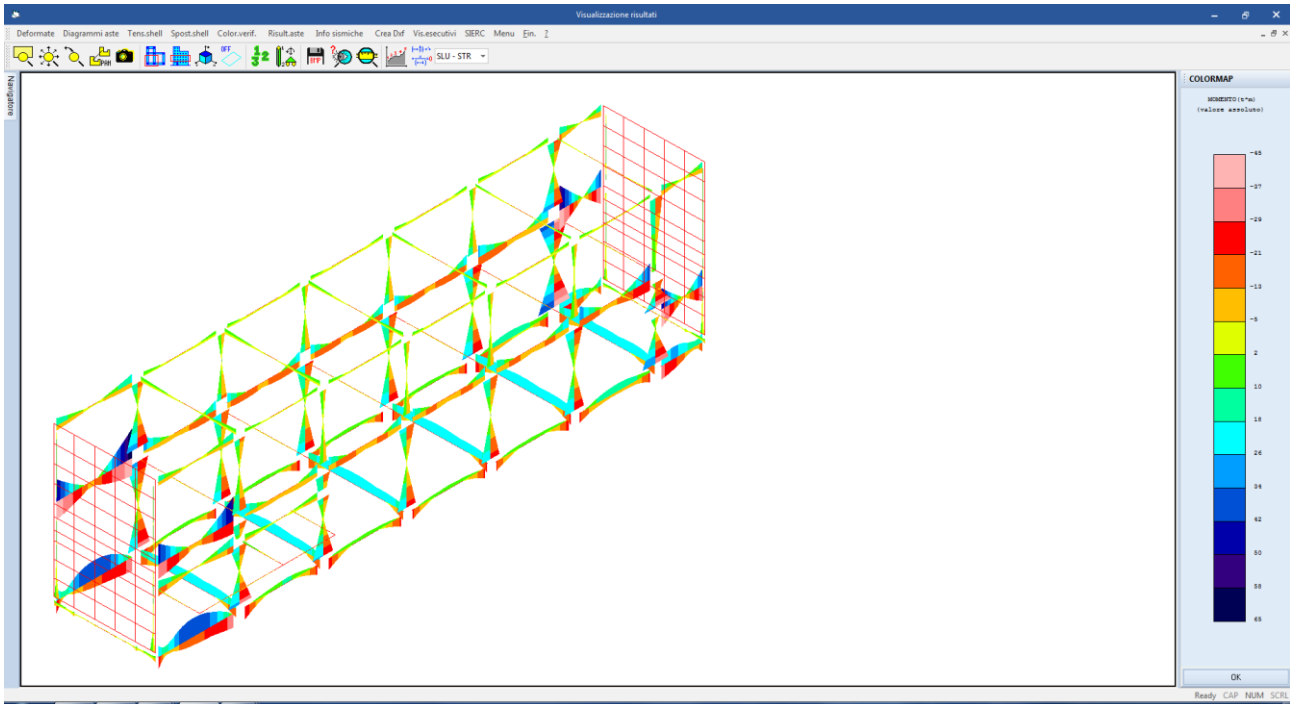
**Figura 17: numerazione fili strutturali**



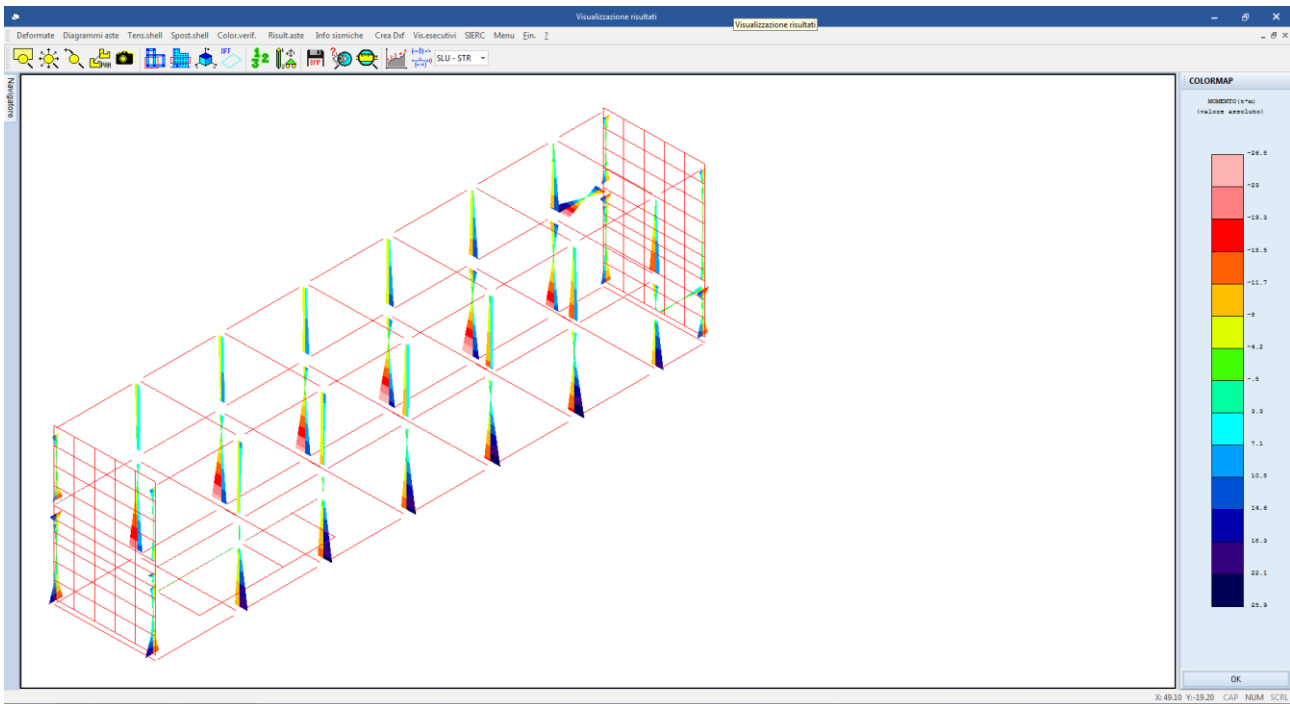
**Figura 18: numerazione aste del modello**



**Figura 19: numerazione nodi del modello**

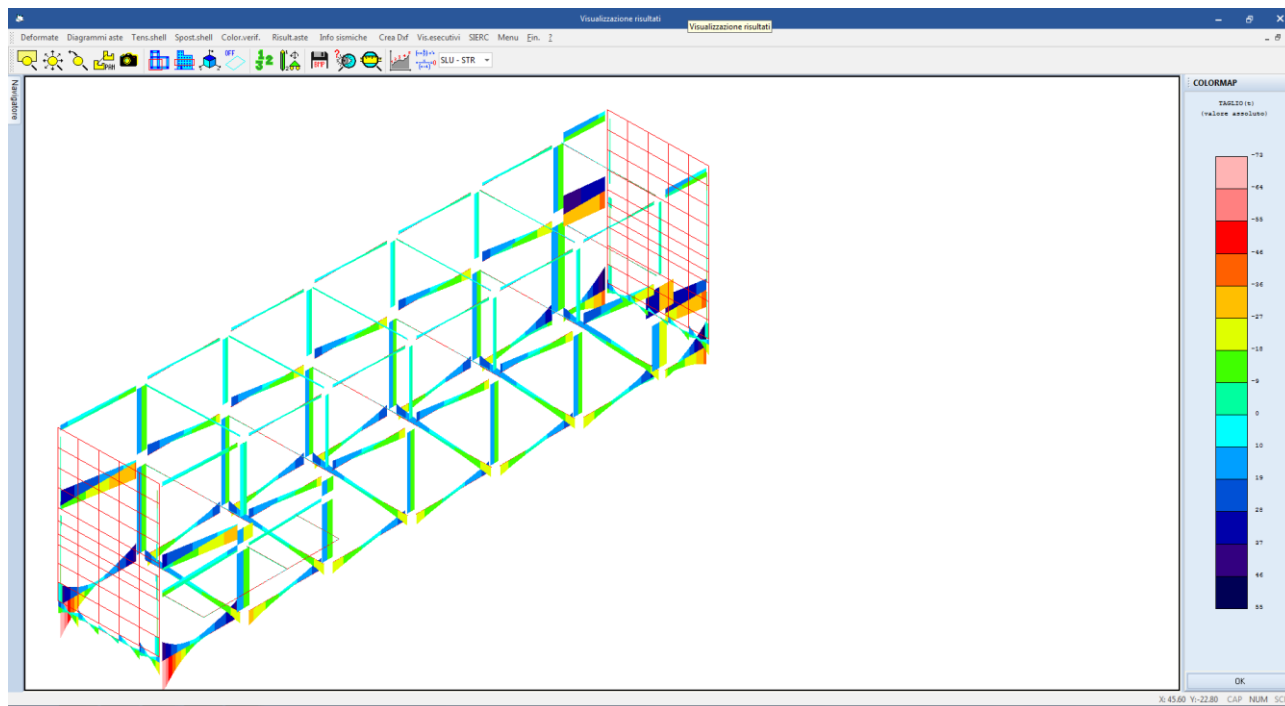


**Figura 20: involuppo dei momenti flettenti  $M_x$**

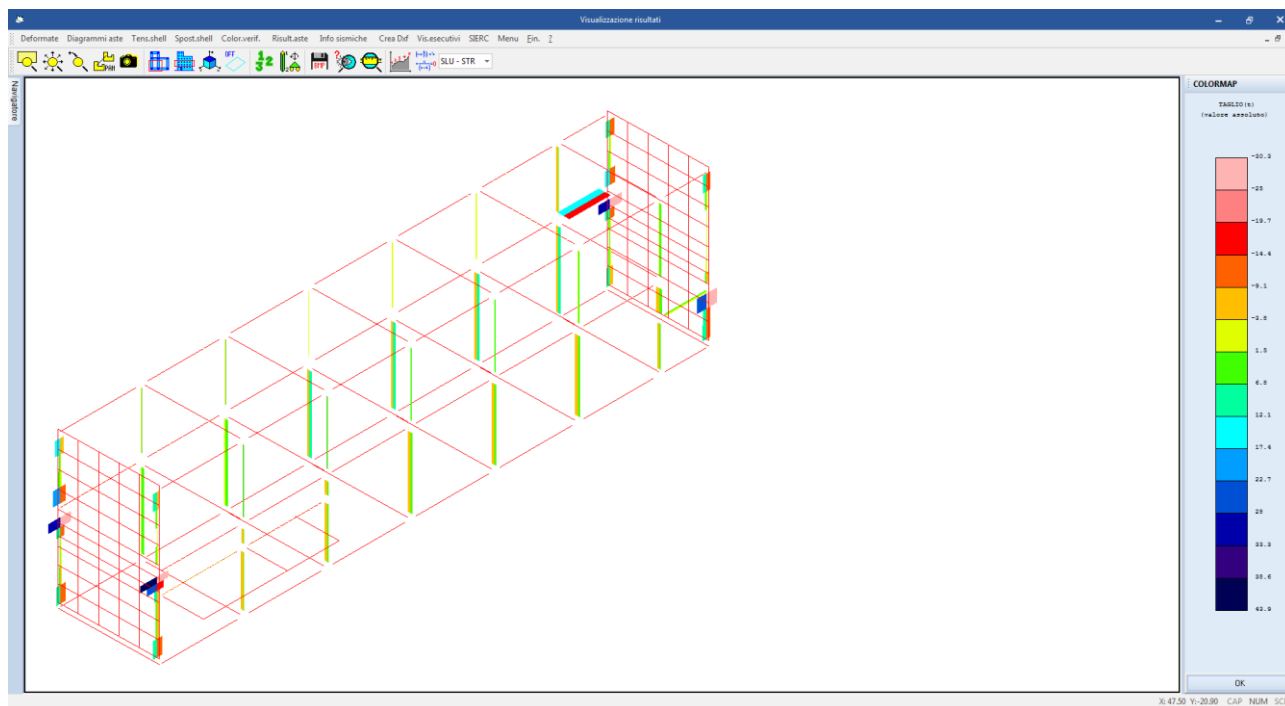


**Figura 21: involuppo dei momenti flettenti  $M_y$**

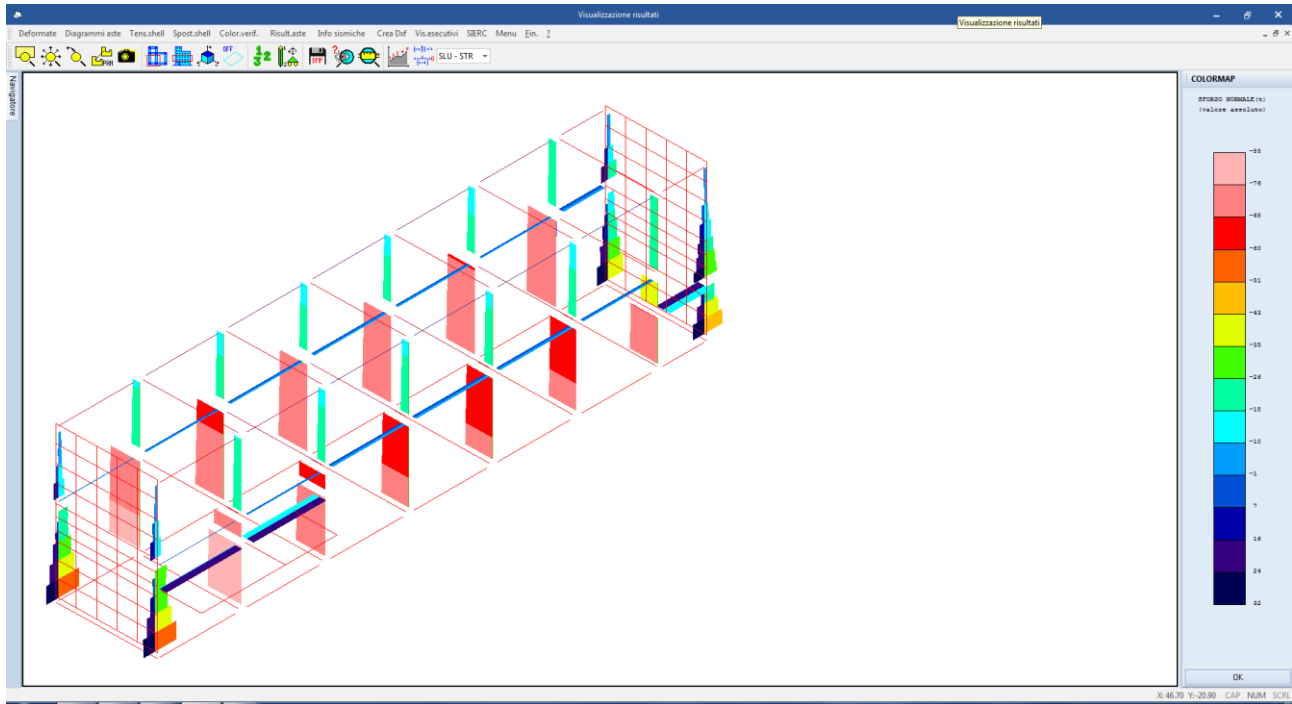




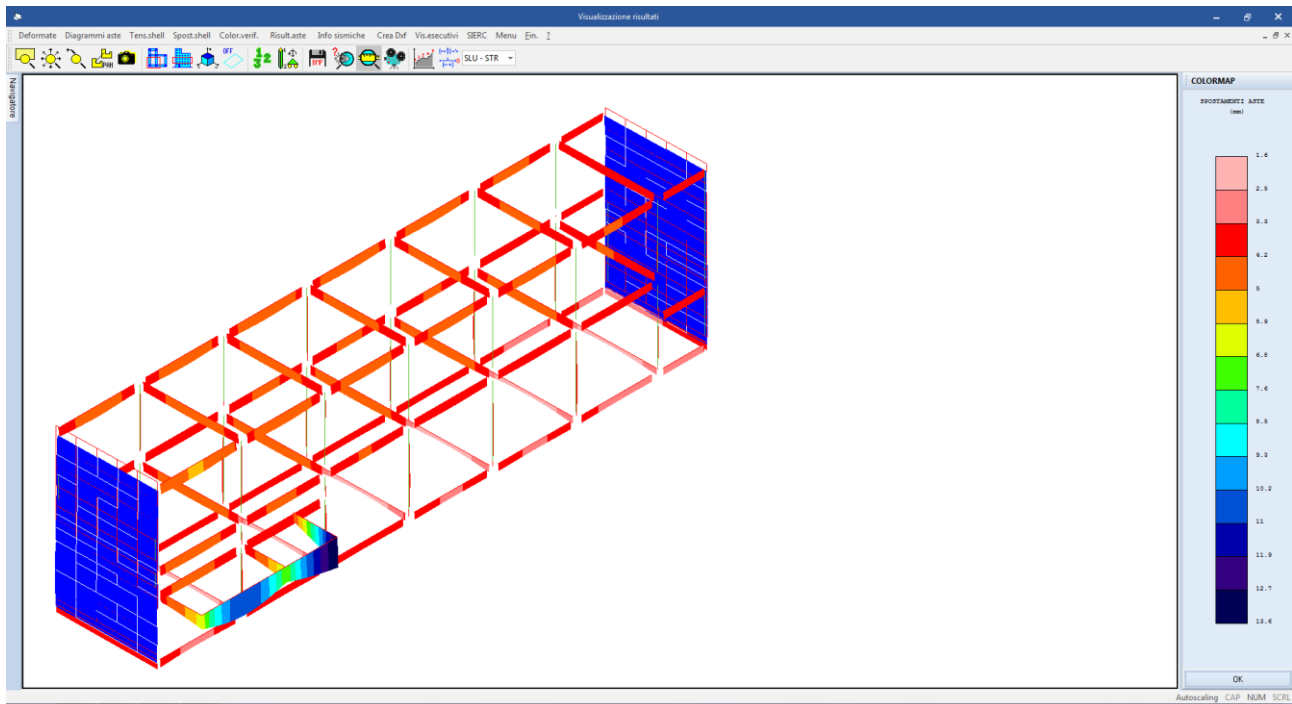
**Figura 22: involucro taglio  $V_y$**



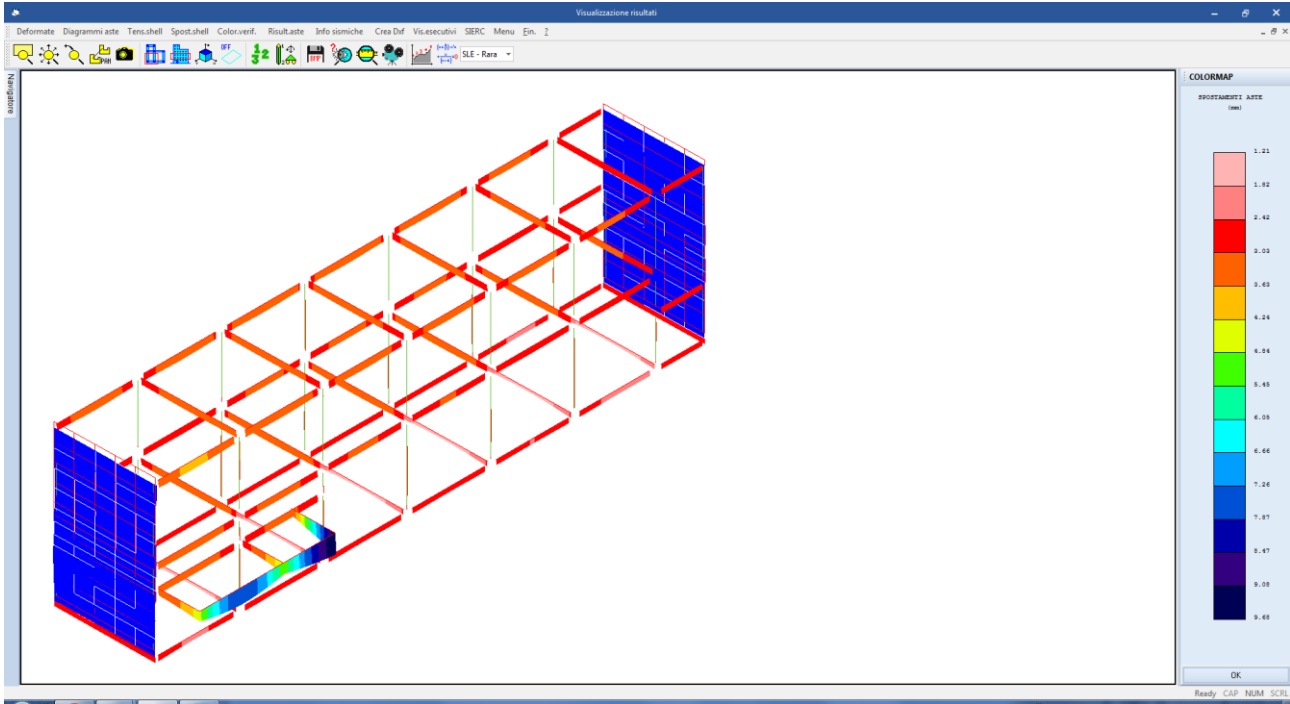
**Figura 23: involucro taglio  $V_x$**



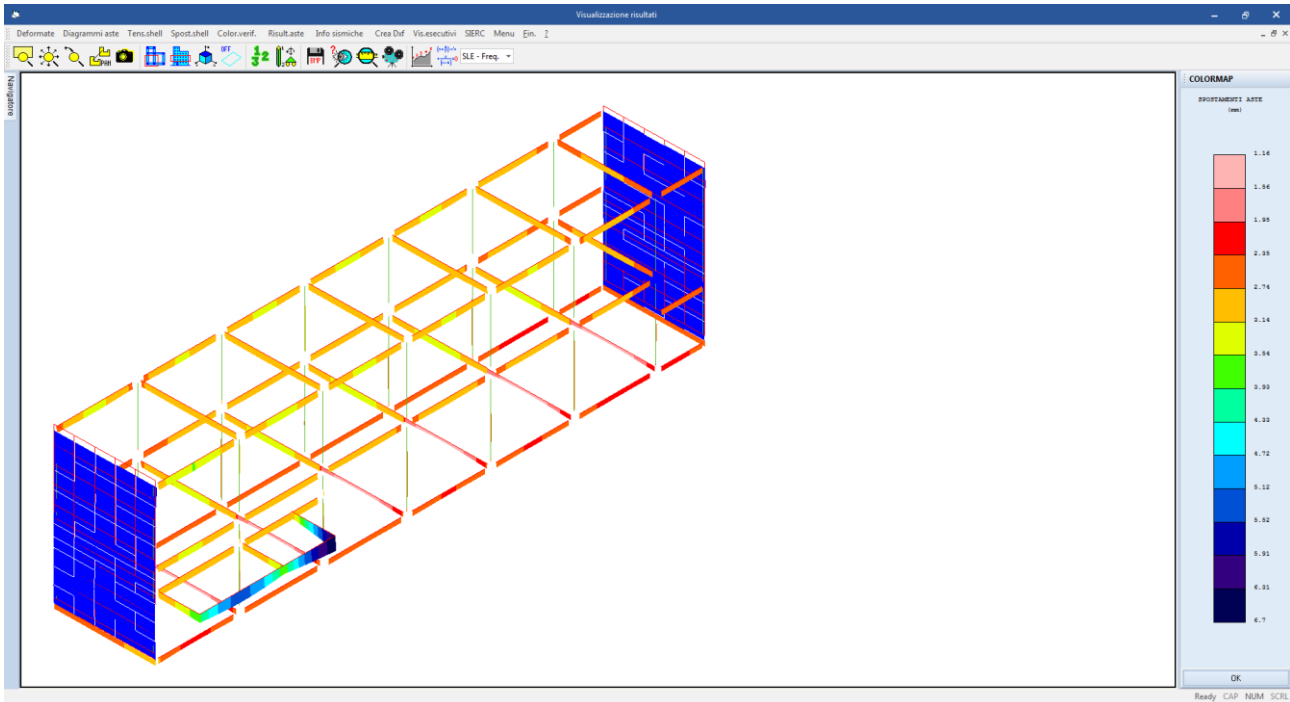
**Figura 24: involuppo sforzo normale**



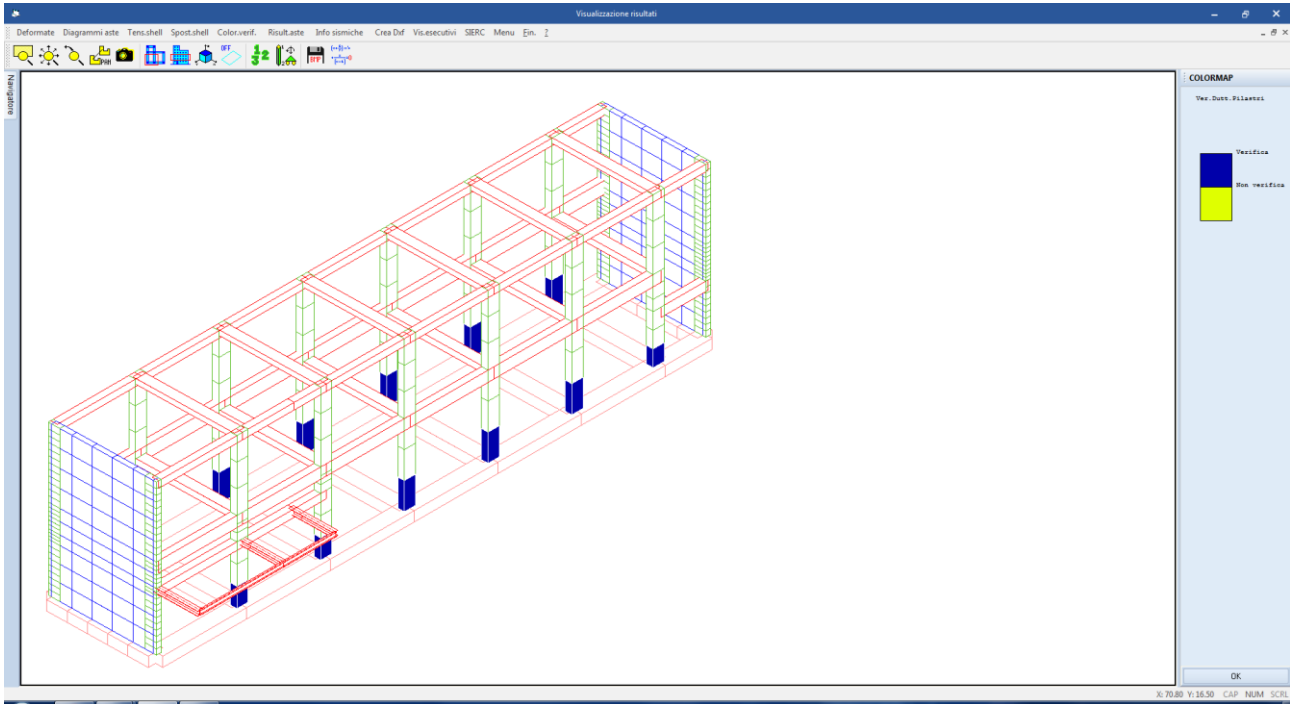
**Figura 25: colormap deformata combinazione SLV n.1**



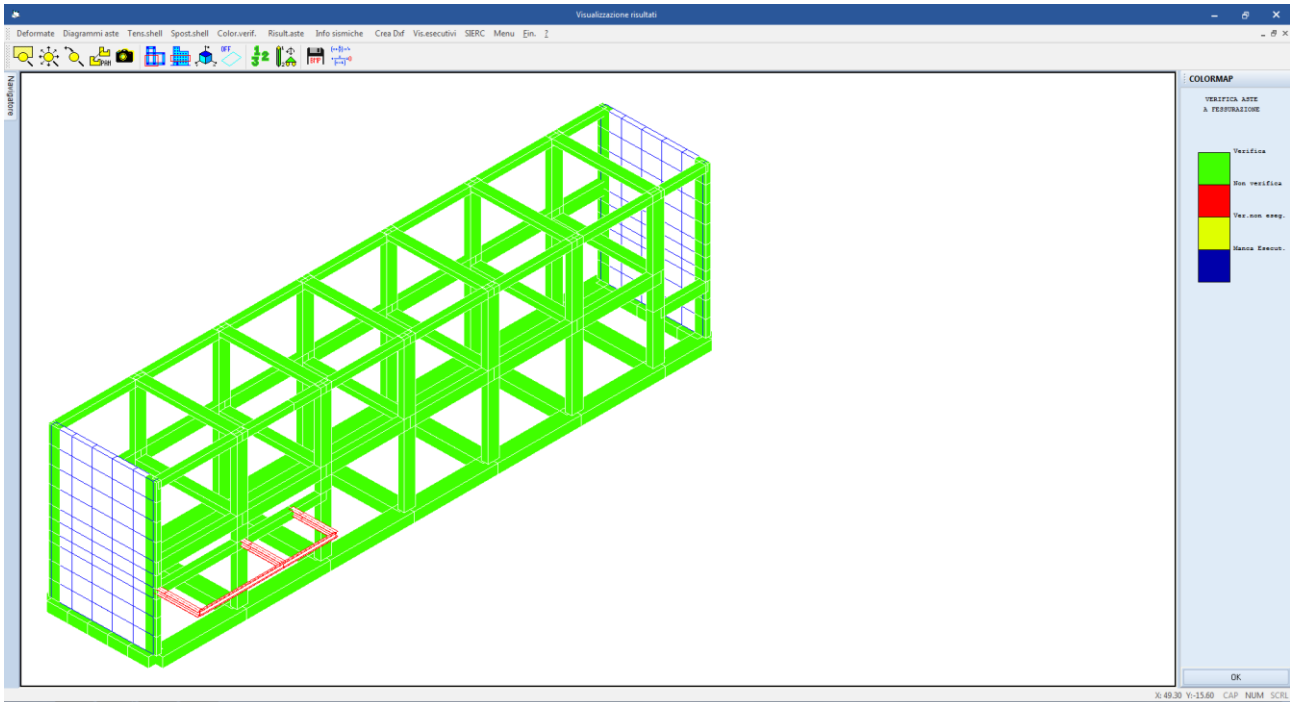
**Figura 26: colormap deformata combinazione SLE rara n.1**



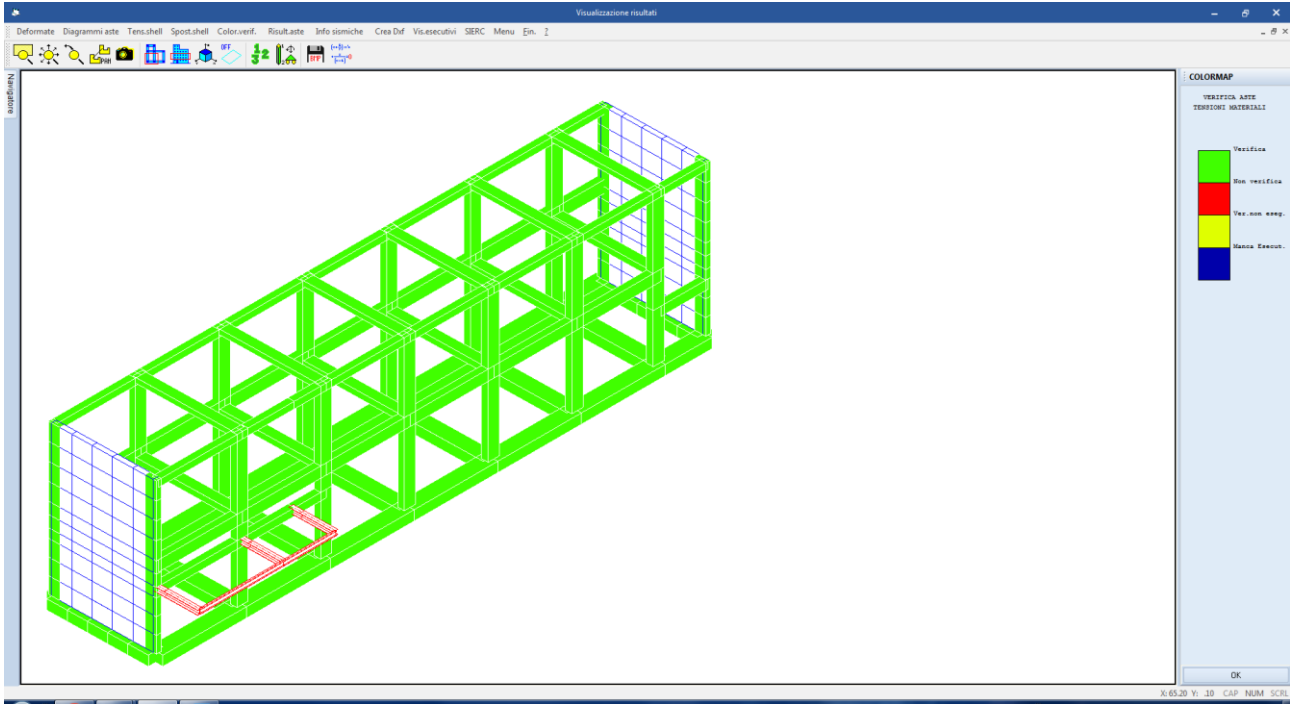
**Figura 27: colormap deformata combinazione SLE frequente n.1**



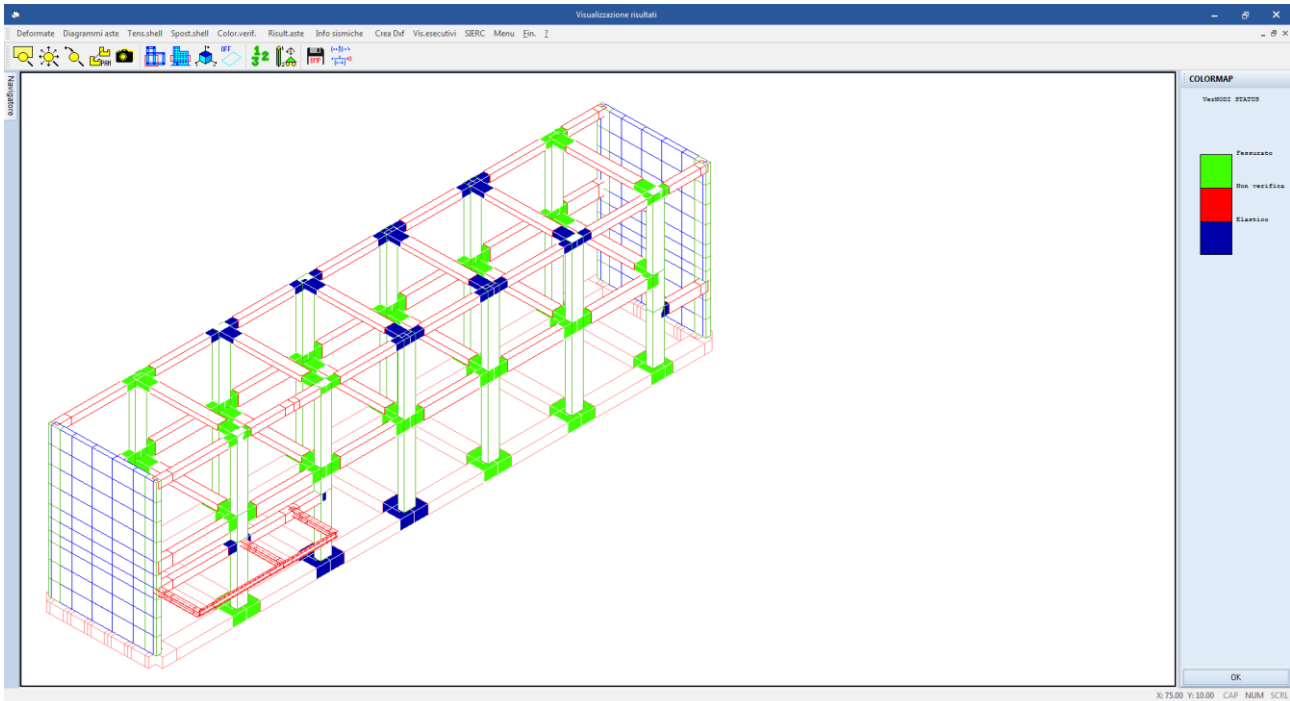
**Figura 28: colormap verifica duttilità spiccato pilastri**



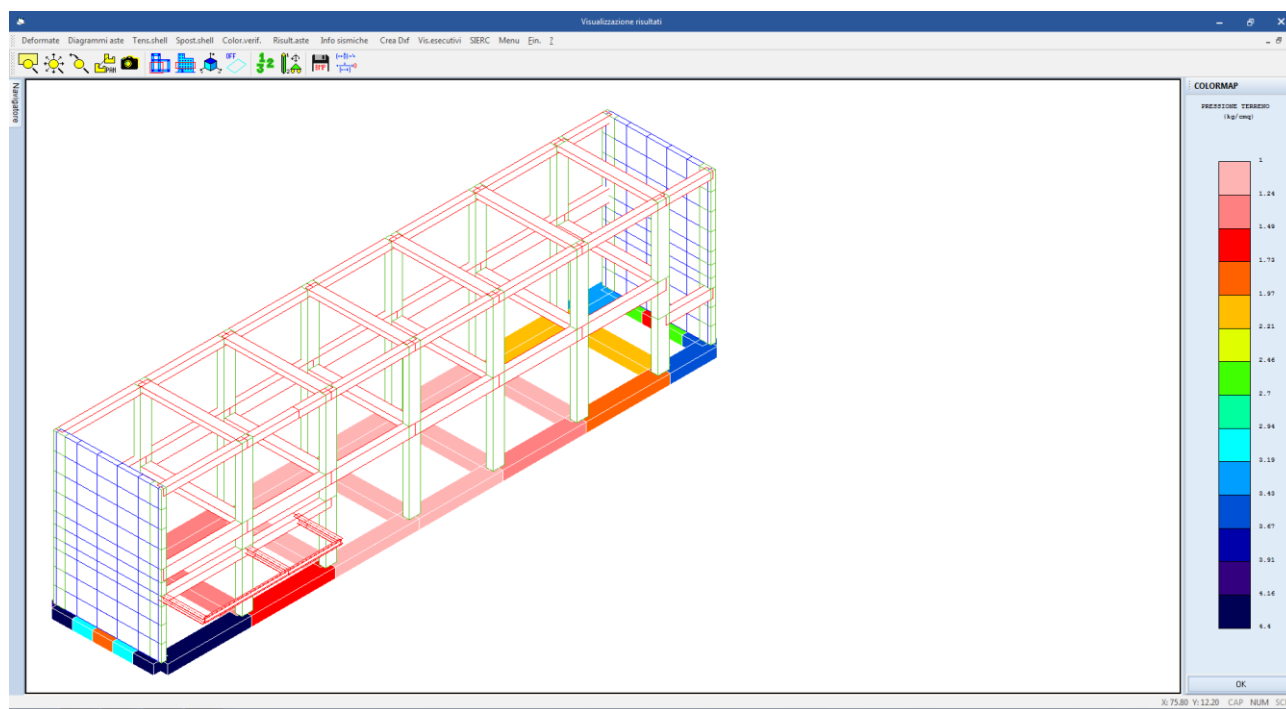
**Figura 29: colormap verifica stato limite di fessurazione**



**Figura 30: colormap verifica stato limite di tensione c.a.**



**Figura 31 – verifica nodi in c.a.**



**Figura 32: colormap pressione al suolo combinazione GEO n.1**

## 10 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Per quanto riguarda il requisito di limitazione dell'operatività, la struttura deve essere progettata e costruita per sopportare un'azione sismica che abbia una probabilità di occorrenza più elevata di quella dell'azione sismica di progetto senza che si verifichi un danneggiamento con conseguenti limitazioni nell'utilizzo i cui costi sarebbero eccessivamente alti se rapportati con il costo della struttura in sé.

L'azione sismica da tenere in conto per il "requisito di mantenimento delle funzionalità operative" ha una probabilità di superamento del 81% nel tempo di ritorno  $T_r$  di 120 (grandezza funzione della vita utile della struttura e della classe di utilizzo).

Il "requisito relativo al mantenimento delle funzionalità operative" può considerarsi soddisfatto se gli spostamenti relativi tra i piani sono limitati secondo quanto stabilito al p.to 7.3.7.2 della [3].

### 10.1 Analisi e calcolo degli spostamenti

Gli spostamenti sono valutati utilizzando l'analisi dinamica modale con spettro di progetto applicata al modello tridimensionale dell'edificio.

I calcoli sono stati effettuati con lo stesso procedimento seguito per lo stato limite ultimo per quanto riguarda le combinazioni dei modi, l'eccentricità accidentale, le combinazioni delle azioni orizzontali e la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.

Nel caso in esame, per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura e che interferiscono con la deformabilità della stessa con comportamento fragile, si deve verificare che:

Verifica allo SLO  $qd_r < 0,0033h$

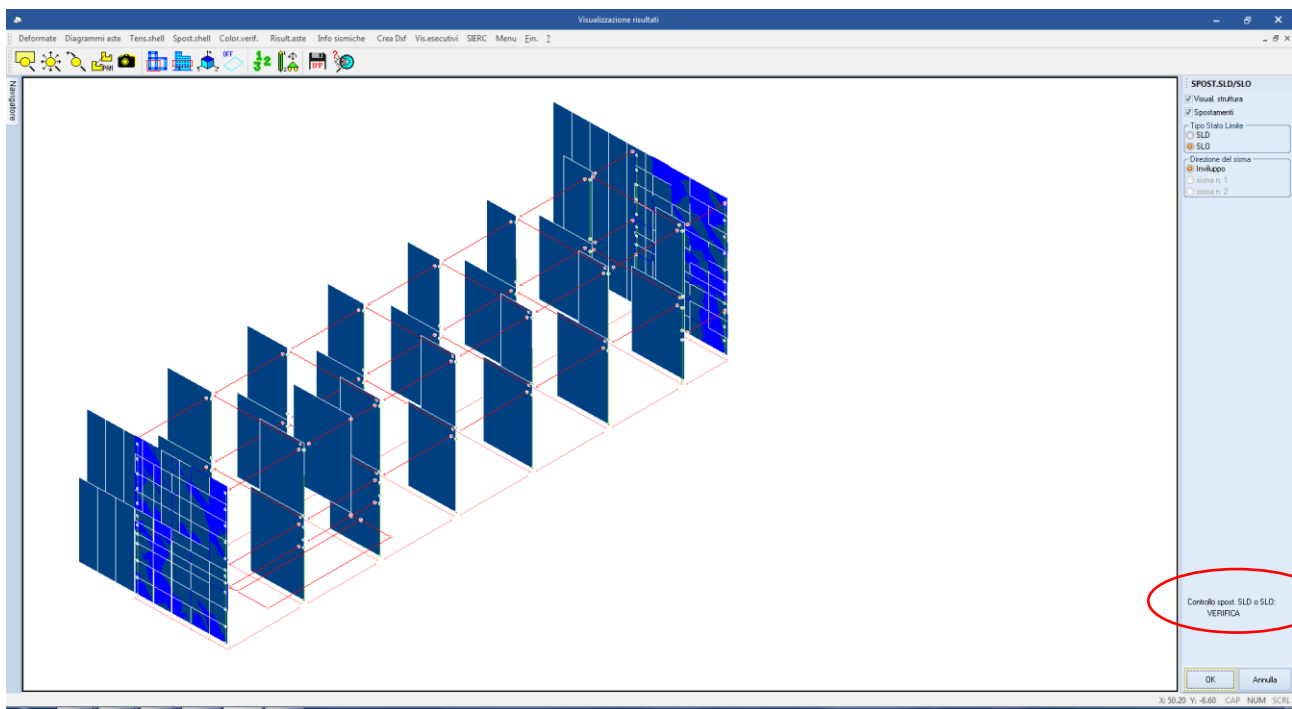
dove:

$d_r$  è lo spostamento relativo di interpiano calcolato sulla base delle indicazioni dei par. 7.3.3 e 7.3.4 della[3].

$h$  è l'altezza di interpiano per i vari livelli.

In base alla geometria dell'edificio si possono calcolare gli spostamenti di interpiano massimi stabiliti dalla normativa.

In figura seguente sono riportate le verifiche di spostamento secondo le due direzioni principali in pianta. Risulta verificato che gli spostamenti di interpiano sono inferiori ai limiti previsti dalla normativa.



**Figura 33: grafico spostamento SLO**

SPOSTAMENTI SISMICI RELATIVI													
IDENTIFICATIVO					INVILUPPO S.L.D.				INVILUPPO S.L.O.				Stringa di Controllo Verifica
Filo N.ro	Quota inf. (m)	Quota sup. (m)	Nodo inf. N.ro	Nodo sup. N.ro	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	
3	0.00	9.16	68	154	2	30	18.218	45.800	2	30	13.197	30.533	VERIFICATO
4	0.00	9.16	69	155	2	30	18.218	45.800	2	30	13.198	30.533	VERIFICATO
5	0.00	9.16	70	156	2	30	18.214	45.800	2	30	13.195	30.533	VERIFICATO
6	0.00	9.16	71	157	2	30	18.237	45.800	2	30	13.212	30.533	VERIFICATO
7	0.00	4.93	88	132	2	40	12.244	24.650	2	40	8.932	16.433	VERIFICATO
7	4.93	9.16	132	176	2	40	10.463	21.150	2	40	7.633	14.100	VERIFICATO
8	0.00	4.93	89	133	2	40	12.235	24.650	2	40	8.925	16.433	VERIFICATO
8	4.93	9.16	133	177	2	40	10.485	21.150	2	40	7.649	14.100	VERIFICATO
9	0.00	4.93	1	45	2	40	12.266	24.650	2	40	8.949	16.433	VERIFICATO
9	4.93	9.16	45	51	2	40	10.544	21.150	2	40	7.692	14.100	VERIFICATO
10	0.00	4.93	2	18	2	40	11.650	24.650	2	40	8.492	16.433	VERIFICATO
10	4.93	9.16	18	52	2	40	9.572	21.150	2	40	6.984	14.100	VERIFICATO
11	0.00	4.93	3	19	2	40	11.035	24.650	2	40	8.035	16.433	VERIFICATO
11	4.93	9.16	19	53	2	40	8.606	21.150	2	40	6.280	14.100	VERIFICATO
12	0.00	4.93	4	20	2	31	10.420	24.650	2	40	7.577	16.433	VERIFICATO

SPOSTAMENTI SISMICI RELATIVI													
IDENTIFICATIVO					INVILUPPO S.L.D.				INVILUPPO S.L.O.				Stringa di Controllo Verifica
Filo N.ro	Quota inf. (m)	Quota sup. (m)	Nodo inf. N.ro	Nodo sup. N.ro	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Sis ma Nro	Com bin Nro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	
12	4.93	9.16	20	54	2	40	7.648	21.150	2	40	5.582	14.100	VERIFICATO
13	0.00	4.93	5	21	2	30	11.035	24.650	2	30	8.006	16.433	VERIFICATO
13	4.93	9.16	21	55	2	40	6.707	21.150	2	40	4.896	14.100	VERIFICATO
14	0.00	4.93	6	22	2	30	11.667	24.650	2	30	8.451	16.433	VERIFICATO
14	4.93	9.16	22	56	2	30	6.031	21.150	2	30	4.399	14.100	VERIFICATO
15	0.00	4.93	7	23	2	30	12.301	24.650	2	30	8.897	16.433	VERIFICATO
15	4.93	9.16	23	57	2	30	5.809	21.150	2	30	4.232	14.100	VERIFICATO
16	0.00	4.93	9	34	2	30	12.244	24.650	2	30	8.857	16.433	VERIFICATO
16	4.93	9.16	34	58	2	30	5.876	21.150	2	30	4.280	14.100	VERIFICATO
17	0.00	4.93	11	25	2	30	11.607	24.650	2	30	8.409	16.433	VERIFICATO
17	4.93	9.16	25	59	2	30	6.095	21.150	2	30	4.445	14.100	VERIFICATO
18	0.00	4.93	12	26	2	30	10.971	24.650	2	30	7.962	16.433	VERIFICATO
18	4.93	9.16	26	60	2	40	6.564	21.150	2	40	4.791	14.100	VERIFICATO
19	0.00	4.93	13	27	2	31	10.432	24.650	2	31	7.585	16.433	VERIFICATO
19	4.93	9.16	27	61	2	40	7.523	21.150	2	40	5.490	14.100	VERIFICATO
20	0.00	4.93	14	46	2	40	11.002	24.650	2	40	8.010	16.433	VERIFICATO
20	4.93	9.16	46	62	2	40	8.495	21.150	2	40	6.199	14.100	VERIFICATO
21	0.00	4.93	15	47	2	40	11.618	24.650	2	40	8.467	16.433	VERIFICATO
21	4.93	9.16	47	63	2	40	9.473	21.150	2	40	6.911	14.100	VERIFICATO
22	0.00	4.93	16	48	2	40	12.236	24.650	2	40	8.926	16.433	VERIFICATO
22	4.93	9.16	48	64	2	40	10.454	21.150	2	40	7.626	14.100	VERIFICATO
23	0.00	9.16	10	65	2	30	18.237	45.800	2	30	13.213	30.533	VERIFICATO
24	0.00	9.16	8	66	2	30	18.217	45.800	2	30	13.196	30.533	VERIFICATO
25	0.00	4.93	90	134	2	40	12.245	24.650	2	40	8.933	16.433	VERIFICATO
25	4.93	9.16	134	178	2	40	10.499	21.150	2	40	7.659	14.100	VERIFICATO
26	0.00	4.93	91	135	2	40	12.256	24.650	2	40	8.941	16.433	VERIFICATO
26	4.93	9.16	135	179	2	40	10.520	21.150	2	40	7.674	14.100	VERIFICATO
30	3.53	9.16	38	67	2	40	12.604	28.150	2	40	9.113	18.767	VERIFICATO

## 11 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO ELEMENTI IN C.A.

### 11.1 Verifiche delle travi

Le verifiche di resistenza flessione in campata ed agli appoggi delle travi viene svolta in automatico dal programma di calcolo assieme alle verifiche sulle prescrizioni geometriche e sui dettagli costruttivi previsti al cap.7 delle NTC 2018.

#### 11.1.1 Prescrizioni sulla geometria

Le prescrizioni geometriche previste dalla normativa (par. 7.4.6.1 delle NTC2018) risultano tutte verificate essendo:

- La larghezza delle travi sismiche risulta essere sempre maggiore di 200 mm (minimo 700 mm);
- Il rapporto b/h tra larghezza ed altezza delle travi risulta sempre  $\geq 0.25$ ;
- L'eccentricità massima della linea d'asse della trave rispetto a quella della colonna a cui è collegata risulta essere nulla e quindi sempre minore di  $b_c/4$  dove  $b_c$  è la dimensione trasversale maggiore della colonna normale all'asse longitudinale della trave è assicurato così un trasferimento efficace delle azioni cicliche tra una trave sismica primaria e una colonna [p.to 7.4.6.1.3 della NTC2018].



### 11.1.2 Precisioni sui quantitativi di armatura ed i dettagli costruttivi

Il programma di calcolo verifica in automatico il rispetto dei quantitativi minimi di armatura ed i seguenti dettagli costruttivi:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad  $A_s/(b \cdot h)$  oppure ad  $A_i/(b \cdot h)$ ;

$\rho_{comp}$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

$f_{yk}$  è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25 \rho$$

- nelle zone critiche della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0,5 \rho$$

Vengono inoltre rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di  $0,0013 b_t \cdot d$

dove:

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa;

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$f_{ctm}$  è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

$f_{yk}$  è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$  essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### 11.1.3 Verifica travi a pressoflessione

Il calcolo dell'armatura delle travi è stato eseguito considerando i valori inviluppo delle sollecitazioni ricavate dall'analisi strutturale e seguendo le prescrizioni della normativa. In ogni sezione, il momento resistente deve risultare, superiore o uguale al momento flettente sollecitante di calcolo. I momenti flettenti sollecitanti di calcolo da utilizzare per il dimensionamento e la verifica delle travi sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura.

Il diagramma dei momenti flettenti sollecitanti è stato traslato di un valore pari a:

$$a_1 = \frac{z \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)}{2}$$

dove:

$z$  è il braccio della coppia interna,  $z = 0,9 \cdot d$ ;

$\theta$  è l'angolo variabile tra il puntone compresso di calcestruzzo e l'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio;

$\alpha$  è l'angolo di inclinazione delle armature trasversali rispetto all'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio,  $\alpha = 90^\circ$ .

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

**Trattandosi di una struttura in classe d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

<b>Filo Iniz./Fin.</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Cotg <math>\theta</math></b>	: Cotangente Angolo del puntone compresso
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
<b>SgmT</b>	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm <sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
<b>AmpC</b>	: Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
<b>N/Nc</b>	: Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Sez B/H</b>	: Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
<b>Concio</b>	: Numero del concio
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
<b>GamRd</b>	: Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
<b>M Exd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
<b>M Eyd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
<b>N Ed</b>	: Sforzo normale ultimo di calcolo
<b>x / d</b>	: Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
<b>ef% ec% (*100)</b>	: deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
<b>Area</b>	: Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore,

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 63 di 142

- Co Nr** : per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione  
 : Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
- V Exd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione X  
**V Eyd** : Taglio ultimo di calcolo in direzione Y  
**T sdu** : Momento torcente ultimo di calcolo  
**V Rxd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X  
**V Ryd** : Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y  
**T Rd** : Momento torcente resistente ultimo delle staffe  
**T Rld** : Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale  
**Coe Cls** : Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100  
**Coe Staf** : Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100  
**Alon** : Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)  
**Staffe Multipl Ultimo** : Passo staffe e lunghezza del tratto da armare  
 : Solo per le stampe di riverifica:  
 Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz Fin. Ctq0	Quota Iniz. Final AmpC	T r a t	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE											
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	sc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi		
16	2.97	41	1	37	-47.6	16.7	1.06	20	100	26	31.7	27.1	37	-3.2	39.3	0.0	49.3	51.7	8.5	0.0	83	46	0.0	5	55	8
23	2.97	40	3	25	29.7	-17.7	1.44	20	100	24	31.7	22.6	37	-3.2	35.9	0.0	24.9	35.9	9.7	0.0	76	100	0.0	5	148	8
2.5	1.00	55	5	37	34.1	16.7	1.04	17	100	21	31.7	22.6	25	2.5	-37.9	0.0	49.3	51.7	8.5	0.0	79	44	0.0	5	55	8
20	3.53	40	1	15	-10.6	-0.5	1.58	20	100	25	12.1	8.0	6	0.0	4.1	1.3	40.2	41.0	6.5	1.3	29	13	5.4	5	45	8
30	3.53	40	3	15	-9.1	-0.5	1.83	20	100	25	12.1	8.0	6	0.0	3.5	1.3	19.9	22.8	5.9	1.3	28	37	5.4	15	74	8
2.5	1.00	45	5	19	4.5	4.1	2.36	16	100	19	10.1	8.0	6	0.0	2.5	1.3	40.2	41.0	6.5	1.3	26	11	5.4	5	45	8
30	3.53	40	1	28	1.2	16.9	7.31	13	100	15	10.1	8.0	15	0.0	4.3	0.0	40.2	41.0	6.5	0.0	11	6	0.0	5	45	8
21	3.53	40	3	19	-6.1	4.1	2.21	18	100	22	10.1	8.0	19	0.0	-5.9	0.0	19.9	22.8	5.9	0.0	14	26	0.0	15	198	8
2.5	1.00	45	5	19	-10.4	4.1	1.54	19	100	24	12.1	8.0	19	0.0	-6.4	0.0	40.2	41.0	6.5	0.0	16	9	0.0	5	45	8
21	3.53	40	1	35	14.7	16.5	1.13	18	100	22	16.1	14.1	31	-0.2	10.3	0.0	40.2	41.0	6.5	0.0	26	15	0.0	5	45	8
22	3.53	40	3	35	7.3	16.5	1.91	17	100	20	14.1	12.1	31	-0.2	9.8	0.0	19.9	22.8	5.9	0.0	24	43	0.0	15	382	8
2.5	1.00	45	5	31	16.1	-1.8	1.05	19	100	24	16.1	12.1	35	0.5	-9.6	0.0	40.2	41.0	6.5	0.0	25	14	0.0	5	45	8
15	4.93	31	1	5	-1.2	0.0	7.08	19	100	24	8.0	8.0	1	0.0	1.9	0.0	49.8	45.7	7.8	0.0	4	4	0.0	5	35	8
16	4.93	60	3	8	1.6	0.0	5.60	19	100	23	8.0	8.0	1	0.0	-1.8	0.0	47.5	25.4	10.7	0.0	4	7	0.0	10	510	8
2.5	1.00	35	5	5	-1.6	0.0	5.55	19	100	24	8.0	8.0	1	0.0	-2.0	0.0	49.8	45.7	7.8	0.0	4	4	0.0	5	35	8
9	4.93	42	1	40	-49.5	0.0	1.11	18	100	21	22.6	18.1	40	0.0	33.1	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	47	56	0.0	10	80	8
10	4.93	40	3	40	30.1	0.0	1.47	15	100	17	22.6	18.1	28	0.0	-32.2	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	46	82	0.0	15	312	8
2.5	1.00	73	5	28	-65.5	0.0	1.16	20	100	26	31.7	18.1	28	0.0	-36.7	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	52	62	0.0	10	80	8
10	4.93	42	1	18	-30.9	0.0	1.43	16	100	20	18.1	13.6	3	0.0	23.6	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	34	40	0.0	10	80	8
11	4.93	40	3	24	15.3	0.0	2.17	13	100	15	18.1	13.6	18	0.0	18.7	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	26	48	0.0	15	292	8
2.5	1.00	73	5	12	-20.5	0.0	1.63	14	100	16	13.6	13.6	6	0.0	-19.5	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	28	33	0.0	10	80	8
11	4.93	42	1	24	-21.9	0.0	2.02	16	100	20	18.1	13.6	3	0.0	21.6	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	31	37	0.0	10	80	8
12	4.93	40	3	24	15.6	0.0	2.14	14	100	16	13.6	13.6	24	0.0	16.8	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	24	43	0.0	15	292	8
2.5	1.00	73	5	12	-21.6	0.0	2.05	16	100	20	18.1	13.6	6	0.0	-21.2	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	30	36	0.0	10	80	8
12	4.93	42	1	24	-22.2	0.0	1.99	16	100	20	18.1	13.6	1	0.0	21.5	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	31	37	0.0	10	80	8
13	4.93	40	3	24	15.6	0.0	2.14	14	100	16	13.6	13.6	24	0.0	16.9	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	24	43	0.0	15	292	8
2.5	1.00	73	5	12	-21.5	0.0	2.06	16	100	20	18.1	13.6	12	0.0	-21.0	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	30	36	0.0	10	80	8
13	4.93	42	1	24	-22.1	0.0	2.00	16	100	20	18.1	13.6	6	0.0	21.6	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	31	37	0.0	10	80	8
14	4.93	40	3	24	15.6	0.0	2.14	14	100	16	13.6	13.6	24	0.0	16.8	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	24	43	0.0	15	292	8
2.5	1.00	73	5	12	-22.1	0.0	2.01	16	100	20	18.1	13.6	3	0.0	-21.3	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	30	36	0.0	10	80	8
14	4.93	42	1	34	-27.3	0.0	1.62	16	100	20	18.1	13.6	18	0.0	21.8	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	31	37	0.0	10	80	8
15	4.93	40	3	14	17.5	0.0	1.90	13	100	15	18.1	13.6	14	0.0	-18.9	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	27	48	0.0	15	277	8
2.5	1.00	73	5	14	-27.7	0.0	1.60	16	100	20	18.1	13.6	14	0.0	-23.6	0.0	29.8	58.9	16.5	0.0	33	40	0.0	10	80	8
15	4.93	42	1	34	-55.4	7.1	1.15	18	100	21	27.1	22.6	34	15.5	41.6	0.0	65.3	70.6	12.1	0.0	83	71	0.0	10	80	8
24	4.93	40	3	34	-44.8	7.1	1.41	18	100	23	27.1	18.1	34	15.5	38.4	0.0	19.9	39.3	11.0	0.0	78	98	0.0	10	98	8
2.5	1.00	73	5	30	-38.7	-5.7	1.46	18	100	22	22.6	18.1	30	-14.8	-37.7	0.0	65.3	70.6	12.1	0.0	76	64	0.0	10	80	8







**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE											
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	x/ d	sf% 100	sc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi		
18	9.16	29	1	19	-9.3	0.0	1.21	20	100	25	8.0	6.0	19	0.0	7.1	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	20	12	0.0	5	40	8
17	9.16	40	3	21	3.3	0.0	2.59	18	100	22	6.0	6.0	19	0.0	6.3	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	18	32	0.0	15	372	8
2.5		40	5	9	-9.1	0.0	1.23	20	100	25	8.0	6.0	15	0.0	-7.0	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	20	12	0.0	5	40	8
19	9.16	29	1	19	-9.1	0.0	1.23	20	100	25	8.0	6.0	19	0.0	7.0	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	20	12	0.0	5	40	8
18	9.16	40	3	19	3.1	0.0	2.76	18	100	22	6.0	6.0	19	0.0	6.2	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	17	31	0.0	15	372	8
2.5		40	5	15	-9.1	0.0	1.24	20	100	25	8.0	6.0	15	0.0	-7.0	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	19	12	0.0	5	40	8
20	9.16	29	1	19	-9.3	0.0	1.21	20	100	25	8.0	6.0	19	0.0	7.1	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	20	12	0.0	5	40	8
19	9.16	40	3	19	3.2	0.0	2.70	18	100	22	6.0	6.0	15	0.0	-6.3	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	18	32	0.0	15	372	8
2.5		40	5	15	-9.3	0.0	1.21	20	100	25	8.0	6.0	15	0.0	-7.1	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	20	12	0.0	5	40	8
21	9.16	29	1	19	-9.0	0.0	1.25	20	100	25	8.0	6.0	19	0.0	6.9	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	19	12	0.0	5	40	8
30	9.16	40	3	19	-4.2	0.0	2.65	20	100	25	8.0	6.0	19	0.0	6.1	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	17	30	0.0	15	208	8
2.5		40	5	19	2.8	0.0	3.08	18	100	22	8.0	6.0	15	0.0	-3.6	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	10	6	0.0	5	40	8
22	9.16	29	1	35	-12.3	0.0	1.32	23	100	30	12.1	8.0	35	0.0	8.6	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	24	14	0.0	5	40	8
21	9.16	40	3	35	5.1	0.0	2.18	20	100	25	10.1	8.0	31	0.0	-8.3	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	23	42	0.0	15	392	8
2.5		40	5	31	-14.5	0.0	1.45	27	95	35	16.1	8.0	31	0.0	-9.2	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	26	15	0.0	5	40	8
30	9.16	29	1	19	3.1	0.0	2.75	18	100	22	8.0	6.0	15	0.0	-4.3	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	12	7	0.0	5	40	8
20	9.16	40	3	15	-6.9	0.0	1.62	20	100	25	8.0	6.0	15	0.0	-6.0	0.0	19.9	19.9	4.7	0.0	17	30	0.0	15	84	8
2.5		40	5	15	-8.8	0.0	1.28	20	100	25	8.0	6.0	15	0.0	-6.8	0.0	35.8	35.8	5.5	0.0	19	11	0.0	5	40	8
17	9.16	30	1	40	-4.2	0.0	1.51	21	100	26	6.0	6.0	39	0.0	2.3	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	6	5	0.0	5	30	8
14	9.16	60	3	40	1.3	0.0	4.97	21	100	26	6.0	6.0	39	0.0	2.2	0.0	47.5	21.0	7.6	0.0	6	10	0.0	10	520	8
2.5		30	5	28	-3.9	0.0	1.62	21	100	26	6.0	6.0	27	0.0	-2.2	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	6	5	0.0	5	30	8
18	9.16	30	1	40	-5.2	0.0	1.55	22	100	29	8.0	6.0	40	0.0	2.6	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	7	6	0.0	5	30	8
13	9.16	60	3	40	1.6	0.0	4.07	21	100	26	6.0	6.0	40	0.0	2.5	0.0	47.5	21.0	7.6	0.0	7	12	0.0	10	520	8
2.5		30	5	28	-4.9	0.0	1.66	22	100	29	8.0	6.0	28	0.0	-2.5	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	7	6	0.0	5	30	8
19	9.16	30	1	40	-6.0	0.0	1.33	22	100	29	8.0	6.0	39	0.0	2.9	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	8	7	0.0	5	30	8
12	9.16	60	3	40	1.8	0.0	3.52	21	100	26	6.0	6.0	40	0.0	2.8	0.0	47.5	21.0	7.6	0.0	7	13	0.0	10	520	8
2.5		30	5	28	-5.7	0.0	1.42	22	100	29	8.0	6.0	27	0.0	-2.8	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	7	7	0.0	5	30	8
20	9.16	30	1	40	-6.8	0.0	1.43	24	100	32	10.1	6.0	39	0.0	3.2	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	8	8	0.0	5	30	8
11	9.16	60	3	40	2.0	0.0	3.14	21	100	26	6.0	6.0	39	0.0	3.1	0.0	47.5	21.0	7.6	0.0	8	15	0.0	10	520	8
2.5		30	5	28	-6.5	0.0	1.49	24	100	32	10.1	6.0	27	0.0	-3.1	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	8	7	0.0	5	30	8
21	9.16	30	1	40	-6.8	0.0	1.43	24	100	32	10.1	6.0	39	0.0	3.2	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	8	8	0.0	5	30	8
10	9.16	60	3	28	2.1	0.0	3.08	21	100	26	6.0	6.0	40	0.0	3.1	0.0	47.5	21.0	7.6	0.0	8	15	0.0	10	520	8
2.5		30	5	28	-6.7	0.0	1.46	24	100	32	10.1	6.0	28	0.0	-3.2	0.0	42.7	37.8	6.1	0.0	8	8	0.0	5	30	8

**11.1.4 Calcolo del taglio sollecitante di progetto**

Per le strutture di classe di duttilità CDB, al fine di escludere la formazione di meccanismi di rottura fragili dovuti al taglio, l'azione di taglio di progetto nelle travi sismiche primarie deve essere determinata in accordo con il criterio della capacità, sulla base dell'equilibrio della trave sotto: a) il carico trasversale agente su di essa nella situazione sismica di progetto e b) i momenti relativi alle sezioni di estremità  $M_{i,d}$  (con  $i=1,2$  che denotano le sezioni di estremità della trave), corrispondenti alla formazione della cerniera plastica per le direzioni positive e negative dell'azione sismica. Si deve considerare la formazione delle cerniere plastiche alle estremità delle travi o, nel caso si formino prima, negli elementi verticali convergenti nei nodi a cui l'estremità della trave è collegata. In corrispondenza della sezione terminale  $i$  si devono calcolare due valori per la forza di taglio agente, cioè il massimo  $V_{Ed,max,i}$ ; ed il minimo  $V_{Ed,min,i}$ , corrispondenti ai momenti  $M_{i,d}$  di estremità massimo positivo e massimo negativo che possono svilupparsi alle estremità 1 e 2 della trave presa a riferimento.

I valori minimo e massimo dell'azione di taglio di progetto vengono calcolati secondo il criterio della capacità con la seguente espressione, (Figura 34):

$$V_{Ed,i} = \frac{(G_k + \psi_{ik} \cdot Q_k) \times l_{cl}}{2} + \frac{M_{i,d} + M_{j,d}}{l_{cl}}$$

dove:

$G_k$  è il carico gravitazionale,

$\psi_{ik}$  è il coefficiente di amplificazione del carico variabile,

$Q_k$  è il carico accidentale,

$l_{cl}$  è la lunghezza netta della trave,

$M_{i,d}$  e  $M_{j,d}$  sono i momenti resistenti amplificati ai due estremi della trave.

I momenti di estremità  $M_{i,d}$  possono essere determinati come segue:

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rb,i} \min \left( 1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} \right)$$

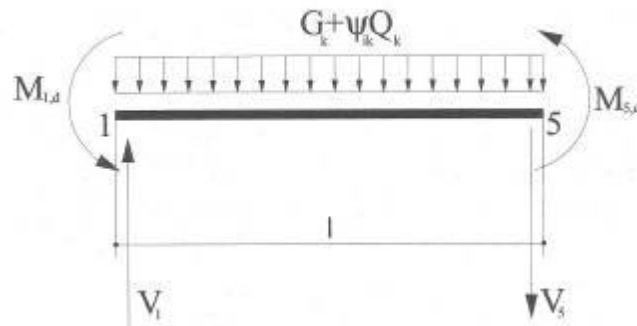
Dove:

$\gamma_{Rd}$  è il coefficiente che tiene conto della possibile sovra resistenza dovuta all'incrudimento dell'acciaio, che nel caso di travi di classe "CDB" può essere preso uguale a 1,1;

$M_{Rb,i}$  è il valore di progetto del momento resistente della trave all'estremità i nel senso del momento flettente sismico sotto il senso considerato dell'azione sismica;

$\sum M_{Rc}$  e  $\sum M_{Rb}$  sono rispettivamente la somma, dei valori di progetto dei momenti resistenti delle colonne e la somma dei valori di progetto dei momenti resistenti delle travi che convergono nel nodo. Il valore di  $\sum M_{Rc}$  deve corrispondere all'azione assiale della colonna, nella situazione sismica di progetto per il senso considerato dell'azione sismica.

I momenti resistenti di estremità sono stati calcolati sulla base delle armature effettivamente disposte e considerando due valori dell'azione di taglio, massimo e minimo, assumendo rispettivamente la presenza e l'assenza dei carichi variabili e i momenti di estremità con i due possibili segni, da assumere in ogni caso concordi.



**Figura 34: calcolo delle forze di taglio sulle travi secondo il criterio della capacità**

### 11.1.5 Definizione della lunghezza della zona critica

Si definisce zona critica, per una struttura di classe di duttilità bassa (CDB), la zona, di una trave sismica primaria che si estende fino ad una distanza  $l_{cr} = 1.0 h_w$  (altezza della trave) dalla sezione trasversale di estremità in cui la trave è collegata ad un nodo trave-colonna e che si estende di  $l_{cr}$  da entrambi i lati di qualsiasi altra sezione trasversale in cui possano verificarsi plasticizzazioni sotto la situazione sismica di progetto:

$$l_{cr} = 1,0 \times h_w \quad [\text{p.to 7.4.6.1.1 della NTC2018}]$$



### 11.1.6 Disposizioni riguardanti le armature trasversali

All'interno delle regioni critiche di travi sismiche primarie devono essere disposte staffe che soddisfino le seguenti condizioni, [p.to 7.4.6.2.1 della NTC2018]:

- il diametro  $d_{bw}$  delle staffe non deve essere inferiore a 6 mm. In sede di progetto si sono adottate staffe di diametro  $d_{bw} = 8$  mm.
- Il passo  $s$  delle staffe non deve superare il minimo tra i seguenti valori:

$$s = \min \left\{ \frac{d}{4}; 225; 8 \cdot d_{bL}; 24 \cdot \phi_{staffe} \right\}$$

dove:

$b, h$  sono le dimensioni della sezione trasversale della trave

$d_{bL}$  è il diametro minimo delle barre longitudinali.

La prima staffa, non sarà posizionata a più di 50 mm dalla sezione di estremità della trave.

### 11.1.7 Armatura a taglio in zona critica

Il calcolo e la verifica della resistenza a taglio devono essere eseguiti in accordo con le NTC2018. Nelle zone critiche di travi sismiche primarie, l'inclinazione  $\theta$  del puntone nel modello a traliccio è variabile tra  $1 < \text{ctg}\theta < 2.5$ .

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) \cdot \sin\alpha \quad [\text{NTC2018-}\S 4.1.2.1.3.2]$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{\cot\alpha + \cot\theta}{1 + \cot^2\theta}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rcd})$$

dove

$A_{sw}$  è l'area dell'armatura a taglio nella spaziatura  $s$ ;

$s$  è la spaziatura tra le staffe;

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave ( $90^\circ$ )

$\theta$  è l'angolo variabile tra il puntone compresso di calcestruzzo e l'asse della trave perpendicolare alla forza di taglio.

### 11.1.8 Armatura a taglio nelle rimanenti zone della trave

Considerando l'espressione per il calcolo della resistenza dell'elemento con armatura a taglio, ponendo  $V_{Rd,s}$  pari al taglio sollecitante in corrispondenza della fine della zona critica, è possibile trovare il passo massimo delle staffe in zona non critica.

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Sd}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$$

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 70 di 142

dove:

 $A_{sw}$  è l'area dell'armatura a taglio nella spaziatura  $s$ ;

 $V_{sd}$  è il massimo taglio sollecitante in corrispondenza della sezione alla fine della zona critica;

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di VERIFICHE DI DUTTILITA' ASTE IN C.A. - TRAVI ELEVAZIONE.

- Filo Iniziale** : Numero del filo iniziale  
**Filo Finale** : Numero del filo finale  
**Quota Iniziale** : Altezza del nodo iniziale  
**Quota Finale** : Altezza del nodo finale  
**Tratto** : Numero della suddivisione dell'elemento. Se l'elemento è unico, ovvero non suddiviso in più tratti, la colonna è bianca  
**Sez.** : Numero della sezione in archivio  
**Bas** : Base della sezione  
**Alt** : Altezza della sezione  
**gRd** : Coefficiente di amplificazione dei momenti resistenti per il calcolo del taglio di progetto  
**Passo** : Passo staffe  
**Lun** : Lunghezza del tratto da staffare
- Travi**  
**G** : carichi permanenti distribuiti  
**g+s\*q** : carichi permanenti più aliquota sismica dei carichi variabili distribuiti  
**Concio** : i = iniziale; c = campata; f = finale  
**MRu+, MRu-** : Momenti resistenti positivi e negativi  
**x/d** : posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
**Vmax, Vmin** : Valore massimo e minimo del taglio di progetto  
**VRcd** : Taglio resistente del calcestruzzo  
**VRsd** : Taglio resistente dell'acciaio  
**SovrRes** : Taglio di sovra resistenza calcolato in base ai momenti resistenti della trave  
**con q=1** : Taglio calcolato utilizzando lo spettro elastico ovvero con q=1  
**Limite** : Segnala quale taglio e' stato utilizzato come limite massimo per la verifica:  
 $S_{vr}$  -> La verifica e' effettuata sempre con il taglio di sovra resistenza  
 $Q=1$  -> Se il taglio di sovra resistenza supera il taglio con lo spettro elastico (q=1) la verifica e' effettuata con il taglio calcolato con lo spettro elastico

VERIFICHE IN CAPACITA' ASTE IN C.A. - TRAVI ELEVAZIONE																		
Filo Iniz. N.ro	Quota Iniz. Final (m)	Tratto Nr	Sez Bas Alt cm	CARICHI			MOMENTI RESISTENTI				TAGLIO PROGETTO		VERIFICA A TAGLIO			VALORI DEL TAGLIO		
				g (t/m)	g+s*q (t/m)	Co nc	MRu+ (t*m)	x/d	MRu- (t*m)	x/d	Vmax (t)	Vmin (t)	VRcd (t)	VRsd (t)	Staffe Pas Lu	SovrRes (t)	con q=1 (t)	Lim ite
16	2.97	41	5.55	5.89	i	46.54	0.20	-53.91	0.22	47.25	-35.62	51.60	86.11	5	55	47.25	66.15	q
23	2.97	40			c					44.01	-47.14	51.60	86.11	5	148	47.14	62.91	=
	gRd= 1.1	55			f	39.09	0.18	-53.81	0.23	32.49	-50.38	51.60	86.11	5	55	50.38	66.15	1
20	3.53	40	1.16	1.19	i	11.43	0.17	-16.64	0.20	4.18	-9.56	41.05	68.50	5	45	9.56	16.37	q
30	3.53	40			c					0.00	0.00	41.05	22.83	15	74	0.00	0.00	=
	gRd= 1.1	45			f	11.44	0.17	-14.08	0.19	0.00	0.00	41.05	68.50	5	45	0.00	0.00	1
30	3.53	40	1.16	1.19	i	11.44	0.17	-14.08	0.19	0.00	0.00	41.05	68.50	5	45	0.00	0.00	q
21	3.53	40			c					0.00	0.00	41.05	22.83	15	198	0.00	0.00	=

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 71 di 142

**VERIFICHE IN CAPACITA' ASTE IN C.A. - TRAVI ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. N.ro	Quota Iniz. Final (m)	Tr at to Nr	Sez Bas Alt cm	CARICHI			MOMENTI RESISTENTI				TAGLIO PROGETTO		VERIFICA A TAGLIO				VALORI DEL TAGLIO	
				g (t/m)	g+s*q (t/m)	Co nc	Mru+ (t*m)	x/d	Mru- (t*m)	x/d	Vmax (t)	Vmin (t)	VRcd (t)	VRsd (t)	Staffe Pas Lu	SovrRes (t)	con q=1 (t)	Lim ite
	gRd= 1.1		45			f	11.43	0.17	-16.64	0.20	9.50	-4.24	41.05	68.50	5 45	9.50	16.31	1
21	3.53		40	1.11	1.11	i	19.22	0.20	-21.78	0.21	11.58	-6.94	41.05	68.50	5 45	11.58	16.31	q
22	3.53		40			c					11.08	-11.68	41.05	22.83	15 382	11.68	15.81	=
	gRd= 1.1		45			f	16.66	0.19	-21.77	0.22	6.34	-12.18	41.05	68.50	5 45	12.18	16.31	1
9	4.93		42	4.25	6.08	i	44.15	0.15	-54.99	0.18	37.43	-17.91	70.59	58.90	10 80	37.43	51.96	q
10	4.93		40			c					33.00	-37.82	70.59	39.27	15 312	37.82	47.53	=
	gRd= 1.1		73			f	44.08	0.14	-75.61	0.20	13.09	-42.26	70.59	58.90	10 80	42.26	51.96	1
10	4.93		42	4.25	6.08	i	33.29	0.13	-44.24	0.16	32.61	-6.63	70.59	58.90	10 80	32.61	41.30	q
11	4.93		40			c					28.18	-25.51	70.59	39.27	15 292	28.18	36.86	=
	gRd= 1.1		73			f	33.34	0.14	-33.34	0.14	9.30	-29.95	70.59	58.90	10 80	29.95	41.30	1
11	4.93		42	4.25	6.08	i	33.29	0.13	-44.24	0.16	32.60	-9.29	70.59	58.90	10 80	32.60	41.35	q
12	4.93		40			c					28.17	-28.17	70.59	39.27	15 292	28.17	36.91	=
	gRd= 1.1		73			f	33.29	0.13	-44.24	0.16	9.29	-32.60	70.59	58.90	10 80	32.60	41.35	1
12	4.93		42	4.25	6.08	i	33.29	0.13	-44.24	0.16	32.60	-9.29	70.59	58.90	10 80	32.60	41.38	q
13	4.93		40			c					28.17	-28.17	70.59	39.27	15 292	28.17	36.94	=
	gRd= 1.1		73			f	33.29	0.13	-44.24	0.16	9.29	-32.60	70.59	58.90	10 80	32.60	41.38	1
13	4.93		42	4.25	6.08	i	33.29	0.13	-44.24	0.16	32.60	-9.29	70.59	58.90	10 80	32.60	41.80	q
14	4.93		40			c					28.17	-28.17	70.59	39.27	15 292	28.17	37.37	=
	gRd= 1.1		73			f	33.29	0.13	-44.24	0.16	9.29	-32.60	70.59	58.90	10 80	32.60	41.80	1
14	4.93		42	4.25	6.08	i	33.29	0.13	-44.24	0.16	32.80	-10.25	70.59	58.90	10 80	32.80	45.19	q
15	4.93		40			c					28.36	-28.36	70.59	39.27	15 277	28.36	40.75	=
	gRd= 1.1		73			f	33.29	0.13	-44.24	0.16	10.25	-32.80	70.59	58.90	10 80	32.80	45.19	1
15	4.93		42	3.65	4.15	i	54.97	0.16	-65.57	0.18	52.13	-42.18	70.59	58.90	10 80	52.13	67.68	q
24	4.93		40			c					49.10	-49.21	70.59	58.90	10 98	49.21	64.65	=
	gRd= 1.1		73			f	44.15	0.15	-54.99	0.18	42.07	-52.24	70.59	58.90	10 80	52.24	67.68	1
17	4.93		7	4.26	5.84	i	29.13	0.14	-38.60	0.18	29.81	-10.03	62.15	51.86	10 70	29.81	42.84	q
16	4.93		40			c					26.01	-28.29	62.15	34.57	15 297	28.29	39.04	=
	gRd= 1.1		65			f	29.10	0.14	-47.59	0.20	7.76	-32.09	62.15	51.86	10 70	32.09	42.84	1
18	4.93		7	4.26	5.84	i	19.61	0.12	-38.40	0.19	27.32	-4.52	62.15	51.86	10 70	27.32	37.44	q
17	4.93		40			c					23.53	-23.53	62.15	34.57	15 312	23.53	33.64	=
	gRd= 1.1		65			f	19.61	0.12	-38.40	0.19	4.52	-27.32	62.15	51.86	10 70	27.32	37.44	1
19	4.93		7	4.26	5.84	i	19.61	0.12	-38.40	0.19	27.32	-4.52	62.15	51.86	10 70	27.32	37.50	q
18	4.93		40			c					23.53	-23.53	62.15	34.57	15 312	23.53	33.70	=
	gRd= 1.1		65			f	19.61	0.12	-38.40	0.19	4.52	-27.32	62.15	51.86	10 70	27.32	37.50	1
20	4.93		7	4.26	5.84	i	19.61	0.12	-38.40	0.19	27.32	-4.52	62.15	51.86	10 70	27.32	38.62	q
19	4.93		40			c					23.53	-23.53	62.15	34.57	15 312	23.53	34.82	=
	gRd= 1.1		65			f	19.61	0.12	-38.40	0.19	4.52	-27.32	62.15	51.86	10 70	27.32	38.62	1
21	4.93		7	4.26	5.84	i	19.61	0.12	-38.40	0.19	27.32	-4.52	62.15	51.86	10 70	27.32	35.80	q
20	4.93		40			c					23.53	-23.53	62.15	34.57	15 312	23.53	32.00	=
	gRd= 1.1		65			f	19.61	0.12	-38.40	0.19	4.52	-27.32	62.15	51.86	10 70	27.32	35.80	1
22	4.93		7	4.26	5.84	i	38.57	0.16	-47.78	0.19	31.70	-12.15	62.15	51.86	10 70	31.70	46.28	q
21	4.93		40			c					27.91	-32.17	62.15	34.57	15 332	32.17	42.48	=
	gRd= 1.1		65			f	29.07	0.13	-56.57	0.21	7.89	-35.97	62.15	51.86	10 70	35.97	46.28	1
15	9.16		30	0.45	0.45	i	5.66	0.20	-5.66	0.20	2.36	0.25	37.83	42.08	5 30	3.45	2.36	q
16	9.16		60			c					2.22	-2.22	37.83	21.04	10 520	3.32	2.22	=
	gRd= 1.1		30			f	5.66	0.20	-5.66	0.20	-0.25	-2.36	37.83	42.08	5 30	3.45	2.36	1
9	9.16		29	1.96	1.96	i	11.39	0.20	-18.23	0.24	11.54	-3.07	35.77	59.69	5 40	11.54	15.91	q
10	9.16		40			c					10.75	-11.55	35.77	19.90	15 392	11.55	15.13	=
	gRd= 1.1		40			f	11.39	0.19	-21.63	0.26	2.28	-12.33	35.77	59.69	5 40	12.33	15.91	1
10	9.16		29	1.96	1.96	i	7.91	0.18	-11.40	0.20	9.14	-0.27	35.77	59.69	5 40	9.14	11.92	q
11	9.16		40			c					8.35	-8.35	35.77	19.90	15 372	8.35	11.13	=
	gRd= 1.1		40			f	7.91	0.18	-11.40	0.20	0.27	-9.14	35.77	59.69	5 40	9.14	11.92	1
11	9.16		29	1.96	1.96	i	7.91	0.18	-11.40	0.20	9.14	-0.27	35.77	59.69	5 40	9.14	12.13	q
12	9.16		40			c					8.35	-8.35	35.77	19.90	15 372	8.35	11.35	=

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 72 di 142

**VERIFICHE IN CAPACITA' ASTE IN C.A. - TRAVI ELEVAZIONE**

Filo Iniz. Fin. N.ro	Quota Iniz. Final (m)	Tr at to Nr	Sez Bas Alt cm	CARICHI			MOMENTI RESISTENTI				TAGLIO PROGETTO		VERIFICA A TAGLIO				VALORI DEL TAGLIO			
				g (t/m)	g+s*q (t/m)	Co nc	Mru+ (t*m)	x/d	Mru- (t*m)	x/d	Vmax (t)	Vmin (t)	VRcd (t)	VRsd (t)	Staffe Pas Lu	SovrRes (t)	con q=1 (t)	Lim ite		
				gRd= 1.1	40		f	7.91	0.18	-11.40	0.20	0.27	-9.14	35.77	59.69	5	40	9.14	12.13	1
12	9.16	29	1.96	1.96	i	7.91	0.18	-11.40	0.20	9.14	-0.27	35.77	59.69	5	40	9.14	12.16	q		
13	9.16	40			c					8.35	-8.35	35.77	19.90	15	372	8.35	11.37	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.91	0.18	-11.40	0.20	0.27	-9.14	35.77	59.69	5	40	9.14	12.16	1
13	9.16	29	1.96	1.96	i	7.91	0.18	-11.40	0.20	9.14	-0.27	35.77	59.69	5	40	9.14	12.32	q		
14	9.16	40			c					8.35	-8.35	35.77	19.90	15	372	8.35	11.53	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.91	0.18	-11.40	0.20	0.27	-9.14	35.77	59.69	5	40	9.14	12.32	1
14	9.16	29	1.96	1.96	i	7.91	0.18	-14.83	0.22	10.02	-0.58	35.77	59.69	5	40	10.02	12.85	q		
15	9.16	40			c					9.23	-8.37	35.77	19.90	15	357	9.23	12.06	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.91	0.18	-11.40	0.20	1.44	-9.15	35.77	59.69	5	40	9.15	12.85	1
15	9.16	29	1.96	1.96	i	14.82	0.21	-18.24	0.23	16.63	-10.11	35.77	59.69	5	40	16.63	22.92	q		
24	9.16	40			c					15.85	-14.39	35.77	19.90	15	178	15.85	22.14	=		
				gRd= 1.1	40		f	14.83	0.21	-14.83	0.21	11.56	-15.17	35.77	59.69	5	40	15.17	22.92	1
16	9.16	29	1.96	1.96	i	14.28	0.21	-14.28	0.21	14.71	-9.64	35.77	59.69	5	40	14.71	21.03	q		
23	9.16	40			c					13.92	-13.92	35.77	19.90	15	178	13.92	20.24	=		
				gRd= 1.1	40		f	14.28	0.21	-14.28	0.21	9.64	-14.71	35.77	59.69	5	40	14.71	21.03	1
17	9.16	29	1.96	1.96	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	8.70	-0.12	35.77	59.69	5	40	8.70	10.38	q		
16	9.16	40			c					7.91	-7.91	35.77	19.90	15	357	7.91	9.60	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	0.12	-8.70	35.77	59.69	5	40	8.70	10.38	1
18	9.16	29	1.96	1.96	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	8.70	0.17	35.77	59.69	5	40	8.70	11.24	q		
17	9.16	40			c					7.91	-7.91	35.77	19.90	15	372	7.91	10.46	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	-0.17	-8.70	35.77	59.69	5	40	8.70	11.24	1
19	9.16	29	1.96	1.96	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	8.70	0.17	35.77	59.69	5	40	8.70	11.01	q		
18	9.16	40			c					7.91	-7.91	35.77	19.90	15	372	7.91	10.23	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	-0.17	-8.70	35.77	59.69	5	40	8.70	11.01	1
20	9.16	29	1.96	1.96	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	8.70	0.17	35.77	59.69	5	40	8.70	11.13	q		
19	9.16	40			c					7.91	-7.91	35.77	19.90	15	372	7.91	10.34	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	-0.17	-8.70	35.77	59.69	5	40	8.70	11.13	1
21	9.16	29	1.96	1.99	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	8.75	0.17	35.77	59.69	5	40	8.75	10.35	q		
30	9.16	40			c					0.00	0.00	35.77	19.90	15	208	0.00	0.00	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	0.00	0.00	35.77	59.69	5	40	0.00	0.00	1
22	9.16	29	1.96	1.96	i	9.88	0.19	-14.28	0.22	10.26	-2.02	35.77	59.69	5	40	10.26	13.85	q		
21	9.16	40			c					9.48	-10.50	35.77	19.90	15	392	10.50	13.06	=		
				gRd= 1.1	40		f	9.87	0.19	-18.64	0.25	1.00	-11.28	35.77	59.69	5	40	11.28	13.85	1
30	9.16	29	1.96	1.99	i	7.62	0.17	-9.88	0.19	0.00	0.00	35.77	59.69	5	40	0.00	0.00	q		
20	9.16	40			c					0.00	0.00	35.77	19.90	15	84	0.00	0.00	=		
				gRd= 1.1	40		f	7.62	0.17	-9.88	0.19	-0.17	-8.75	35.77	59.69	5	40	8.75	10.35	1
17	9.16	30	0.45	0.45	i	5.66	0.20	-5.66	0.20	3.45	-0.84	37.83	42.08	5	30	3.45	3.65	q		
14	9.16	60			c					3.32	-3.32	37.83	21.04	10	520	3.32	3.51	=		
				gRd= 1.1	30		f	5.66	0.20	-5.66	0.20	0.84	-3.45	37.83	42.08	5	30	3.45	3.65	1
18	9.16	30	0.45	0.45	i	5.69	0.21	-7.16	0.21	3.74	-1.13	37.83	42.08	5	30	3.74	4.44	q		
13	9.16	60			c					3.61	-3.61	37.83	21.04	10	520	3.61	4.31	=		
				gRd= 1.1	30		f	5.69	0.21	-7.16	0.21	1.13	-3.74	37.83	42.08	5	30	3.74	4.44	1
19	9.16	30	0.45	0.45	i	5.69	0.21	-7.16	0.21	3.74	-1.13	37.83	42.08	5	30	3.74	5.05	q		
12	9.16	60			c					3.61	-3.61	37.83	21.04	10	520	3.61	4.92	=		
				gRd= 1.1	30		f	5.69	0.21	-7.16	0.21	1.13	-3.74	37.83	42.08	5	30	3.74	5.05	1
20	9.16	30	0.45	0.45	i	5.72	0.21	-8.65	0.23	4.03	-1.42	37.83	42.08	5	30	4.03	5.65	q		
11	9.16	60			c					3.90	-3.90	37.83	21.04	10	520	3.90	5.52	=		
				gRd= 1.1	30		f	5.72	0.21	-8.65	0.23	1.42	-4.03	37.83	42.08	5	30	4.03	5.65	1
21	9.16	30	0.45	0.45	i	5.72	0.21	-8.65	0.23	4.03	-1.42	37.83	42.08	5	30	4.03	5.67	q		
10	9.16	60			c					3.90	-3.90	37.83	21.04	10	520	3.90	5.53	=		
				gRd= 1.1	30		f	5.72	0.21	-8.65	0.23	1.42	-4.03	37.83	42.08	5	30	4.03	5.67	1

### 11.1.9 Verifiche allo S.L.E.

Definiti i quantitativi di armatura il programma esegue le verifiche SLE alle tensioni ed a fessurazioni in ragione dei limiti imposti al par. 4.3.2.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in cls per gli stati limiti di esercizio.

<b>Filo</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Com Cari</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce
<b>Fessu</b>	: Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
<b>Dist mm</b>	: Distanza fra le fessure
<b>Concio</b>	: Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
<b>Mf X</b>	: Momento flettente asse vettore X
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente asse vettore Y
<b>N</b>	: Sforzo normale
<b>Frecce</b>	: Freccia limite e freccia massima di calcolo
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima
<b>Com Cari</b>	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul calcestruzzo, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul calcestruzzo
<b><math>\sigma_{lim}</math></b>	: Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup>
<b><math>\sigma_{cal}</math></b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Concio</b>	: Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf X</b>	: Momento flettente asse vettore X
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente asse vettore Y
<b>N</b>	: Sforzo normale

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE																				
FESSURAZIONE											FRECCHE		TENSIONI							
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	$\sigma_{lim}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{cal}$ Kg/cm <sup>2</sup>	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
16	2.97		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-5.3	-0.6	0.6		Rara cls	165.0	27.1	1	8	-5.3	-0.6	0.6
23	2.97		Freq										Rara fer	3375	394	1	8	-5.3	-0.6	0.6
			Perm										Perm cls	120.0	17.4	1	1	-3.3	-0.5	-0.5
20	3.53		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-2.8	0.0	3.3		Rara cls	165.0	31.7	1	8	-2.8	0.0	3.3
30	3.53		Freq										Rara fer	3375	789	1	8	-2.8	0.0	3.3
			Perm										Perm cls	120.0	22.9	1	1	-2.0	0.0	1.8
30	3.53		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-2.9	0.0	0.7		Rara cls	165.0	35.0	5	5	-2.9	0.0	0.7

**STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE**

		FESSURAZIONE									FRECCHE		TENSIONI							
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
21	3.53		Freq Perm										Rara fer	3375	728	5	5	-2.9	0.0	0.7
													Perm cls	120.0	24.3	5	1	-2.1	0.1	1.8
21	3.53		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-3.6	0.5	8.4		Rara cls	165.0	33.0	1	8	-3.6	0.5	8.4
22	3.53		Freq Perm										Rara fer	3375	909	1	8	-3.6	0.5	8.4
													Perm cls	120.0	25.2	1	1	-2.8	0.4	7.4
15	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-1.2	0.0	0.0		Rara cls	165.0	22.9	5	5	-1.2	0.0	0.0
16	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	568	5	5	-1.2	0.0	0.0
													Perm cls	120.0	22.6	5	1	-1.2	0.0	0.0
9	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-15.0	0.1	0.7		Rara cls	165.0	48.8	5	8	-15.0	0.1	0.7
10	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	839	3	6	9.2	0.0	0.4
													Perm cls	120.0	43.2	5	1	-13.2	0.0	0.0
10	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	5	-15.2	0.0	-2.0		Rara cls	165.0	61.5	1	5	-15.2	0.0	-2.0
11	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1333	1	3	-15.1	0.0	-1.2
													Perm cls	120.0	53.3	1	1	-13.2	0.0	0.0
11	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-11.7	0.0	-1.6		Rara cls	165.0	48.0	1	3	-11.7	0.0	-1.6
12	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1081	5	8	-11.2	0.0	2.7
													Perm cls	120.0	41.7	1	1	-10.3	0.0	0.0
12	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-12.0	0.0	-1.7		Rara cls	165.0	49.1	1	3	-12.0	0.0	-1.7
13	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1128	1	8	-11.6	0.0	2.9
													Perm cls	120.0	43.7	1	1	-10.8	0.0	0.0
13	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-11.9	0.0	1.6		Rara cls	165.0	47.7	1	6	-11.9	0.0	1.6
14	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1137	1	8	-11.8	0.0	2.6
													Perm cls	120.0	42.6	1	1	-10.5	0.0	0.0
14	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-11.7	0.0	1.9		Rara cls	165.0	46.7	1	6	-11.6	0.0	1.1
15	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1106	1	8	-11.7	0.0	1.9
													Perm cls	120.0	40.6	1	1	-10.0	0.0	0.0
15	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-6.5	0.5	1.5		Rara cls	165.0	21.4	1	8	-6.5	0.5	1.5
24	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	423	1	8	-6.5	0.5	1.5
													Perm cls	120.0	17.8	1	1	-5.4	0.5	0.7
17	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-12.0	0.0	2.7		Rara cls	165.0	58.1	1	8	-12.0	0.0	2.7
16	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1310	1	8	-12.0	0.0	2.7
													Perm cls	120.0	50.3	1	1	-10.1	0.0	0.0
18	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-11.2	0.0	-3.5		Rara cls	165.0	59.1	5	5	-11.2	0.0	-3.5
17	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1261	3	8	5.3	0.0	3.5
													Perm cls	120.0	51.6	5	1	-10.0	0.0	0.0
19	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	5	-10.7	0.0	-3.8		Rara cls	165.0	56.6	1	5	-10.7	0.0	-3.8
18	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1289	3	8	5.4	0.0	3.8
													Perm cls	120.0	51.5	1	1	-10.0	0.0	0.0
20	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-11.3	0.0	3.6		Rara cls	165.0	57.8	1	5	-11.0	0.0	-3.6
19	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1309	3	8	5.5	0.0	3.6
													Perm cls	120.0	52.2	5	1	-10.2	0.0	0.0
21	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-12.2	0.0	1.6		Rara cls	165.0	61.4	5	8	-12.2	0.0	1.6
20	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1299	5	8	-12.2	0.0	1.6
													Perm cls	120.0	53.1	5	1	-10.3	0.0	0.0
22	4.93		Rara	0.3	0.077	258	5	8	-14.9	0.0	0.5		Rara cls	165.0	64.6	5	8	-14.9	0.0	0.5
21	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	1045	5	8	-14.9	0.0	0.5
													Perm cls	120.0	57.8	5	1	-13.3	0.0	0.0
17	4.93		Rara	0.3	0.000	0	3	8	1.3	0.0	0.1		Rara cls	165.0	23.6	3	8	1.3	0.0	0.1
14	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	593	3	8	1.3	0.0	0.1
													Perm cls	120.0	22.5	3	1	1.2	0.0	0.0
18	4.93		Rara	0.3	0.000	0	3	8	1.3	0.0	0.1		Rara cls	165.0	23.7	3	8	1.3	0.0	0.1
13	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	595	3	8	1.3	0.0	0.1
													Perm cls	120.0	22.6	3	1	1.2	0.0	0.0
19	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-1.3	0.0	-0.1		Rara cls	165.0	24.3	1	3	-1.3	0.0	-0.1
12	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	598	1	3	-1.3	0.0	-0.1
													Perm cls	120.0	23.0	1	1	-1.2	0.0	0.0
20	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-1.3	0.0	-0.1		Rara cls	165.0	24.8	1	3	-1.3	0.0	-0.1
11	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	610	1	3	-1.3	0.0	-0.1
													Perm cls	120.0	23.3	1	1	-1.2	0.0	0.0
21	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-1.2	0.0	0.0		Rara cls	165.0	23.5	1	3	-1.2	0.0	0.0
10	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	582	1	3	-1.2	0.0	0.0
													Perm cls	120.0	22.2	1	1	-1.2	0.0	0.0

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 75 di 142

**STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE**

Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE								FRECCHE		TENSIONI								
			Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	
15	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	3	-1.4	0.0	0.0			Rara cls	165.0	40.9	5	3	-1.4	0.0	0.0
16	9.16		Freq											Rara fer	3375	1041	5	3	-1.4	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	40.4	5	1	-1.4	0.0	0.0
9	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	6	-4.3	0.0	-0.1			Rara cls	165.0	54.2	5	6	-4.3	0.0	-0.1
10	9.16		Freq											Rara fer	3375	811	1	3	-3.8	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	48.6	5	1	-3.8	0.0	0.0
10	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-4.2	0.0	-0.1			Rara cls	165.0	68.6	1	6	-4.2	0.0	-0.1
11	9.16		Freq											Rara fer	3375	1458	1	3	-4.2	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	59.7	1	1	-3.6	0.0	0.0
11	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-4.1	0.0	0.1			Rara cls	165.0	66.7	1	3	-4.1	0.0	0.1
12	9.16		Freq											Rara fer	3375	1420	1	3	-4.1	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	58.1	1	1	-3.5	0.0	0.0
12	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-4.0	0.0	-0.2			Rara cls	165.0	65.5	1	6	-4.0	0.0	-0.2
13	9.16		Freq											Rara fer	3375	1392	1	3	-4.0	0.0	0.2
			Perm											Perm cls	120.0	56.9	1	1	-3.4	0.0	0.0
13	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-4.0	0.0	-0.2			Rara cls	165.0	65.2	1	6	-4.0	0.0	-0.2
14	9.16		Freq											Rara fer	3375	1378	1	3	-3.9	0.0	0.2
			Perm											Perm cls	120.0	56.4	1	1	-3.4	0.0	0.0
14	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	3	-3.7	0.0	0.1			Rara cls	165.0	60.1	5	3	-3.7	0.0	0.1
15	9.16		Freq											Rara fer	3375	1275	5	3	-3.7	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	52.3	5	1	-3.2	0.0	0.0
15	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-1.2	0.0	0.1			Rara cls	165.0	16.3	1	3	-1.2	0.0	0.1
24	9.16		Freq											Rara fer	3375	282	5	3	-1.1	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	15.6	1	1	-1.2	0.0	0.0
16	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-1.6	0.0	0.0			Rara cls	165.0	23.6	1	3	-1.6	0.0	0.0
23	9.16		Freq											Rara fer	3375	438	1	3	-1.6	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	21.5	1	1	-1.5	0.0	0.0
17	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	6	-3.9	0.0	-0.2			Rara cls	165.0	68.0	5	6	-3.9	0.0	-0.2
16	9.16		Freq											Rara fer	3375	1555	5	6	-3.9	0.0	-0.2
			Perm											Perm cls	120.0	59.8	5	1	-3.4	0.0	0.0
18	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-4.0	0.0	-0.2			Rara cls	165.0	69.4	1	6	-4.0	0.0	-0.2
17	9.16		Freq											Rara fer	3375	1596	1	3	-3.9	0.0	0.2
			Perm											Perm cls	120.0	60.1	1	1	-3.4	0.0	0.0
19	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	3	-3.9	0.0	0.2			Rara cls	165.0	68.1	1	3	-3.9	0.0	0.2
18	9.16		Freq											Rara fer	3375	1585	1	3	-3.9	0.0	0.2
			Perm											Perm cls	120.0	59.4	1	1	-3.4	0.0	0.0
20	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	3	-3.9	0.0	0.2			Rara cls	165.0	68.4	5	3	-3.9	0.0	0.2
19	9.16		Freq											Rara fer	3375	1591	5	3	-3.9	0.0	0.2
			Perm											Perm cls	120.0	59.1	5	1	-3.4	0.0	0.0
21	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-4.0	0.0	-0.1			Rara cls	165.0	69.6	1	6	-4.0	0.0	-0.1
30	9.16		Freq											Rara fer	3375	1609	1	3	-4.0	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	61.0	1	1	-3.5	0.0	0.0
22	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	6	-4.7	0.0	0.0			Rara cls	165.0	63.5	5	6	-4.7	0.0	0.0
21	9.16		Freq											Rara fer	3375	983	3	3	2.4	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	55.8	5	1	-4.1	0.0	0.0
30	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	3	-3.8	0.0	0.1			Rara cls	165.0	67.1	5	3	-3.8	0.0	0.1
20	9.16		Freq											Rara fer	3375	1553	5	3	-3.8	0.0	0.1
			Perm											Perm cls	120.0	57.6	5	1	-3.3	0.0	0.0
17	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-1.5	0.0	0.0			Rara cls	165.0	42.5	1	6	-1.5	0.0	0.0
14	9.16		Freq											Rara fer	3375	1081	1	3	-1.5	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	41.5	1	1	-1.4	0.0	0.0
18	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-1.5	0.0	0.0			Rara cls	165.0	38.0	1	6	-1.5	0.0	0.0
13	9.16		Freq											Rara fer	3375	846	1	6	-1.5	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	36.8	1	1	-1.4	0.0	0.0
19	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-1.5	0.0	0.0			Rara cls	165.0	38.2	1	6	-1.5	0.0	0.0
12	9.16		Freq											Rara fer	3375	850	1	6	-1.5	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	36.9	1	1	-1.4	0.0	0.0
20	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-1.5	0.0	0.0			Rara cls	165.0	33.8	1	6	-1.5	0.0	0.0
11	9.16		Freq											Rara fer	3375	671	1	6	-1.5	0.0	0.0
			Perm											Perm cls	120.0	32.7	1	1	-1.4	0.0	0.0
21	9.16		Rara	0.3	0.000	0	1	6	-1.3	0.0	0.0			Rara cls	165.0	31.1	1	6	-1.3	0.0	0.0

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE																				
FESSURAZIONE										FRECCHE		TENSIONI								
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
10	9.16		Freq Perm										Rara fer Perm cls	3375	617	1	6	-1.3	0.0	0.0
														120.0	30.3	1	1	-1.3	0.0	0.0

## 11.2 Verifica Pilastri

### 11.2.1 Geometria e limiti dimensionali

I pilastri presentano una sezione rettangolare con le caratteristiche geometriche riportate negli elaborati grafici. La dimensione minima della sezione trasversale di una colonna sismica primaria risulta sempre superiore al valore minimo 250 mm, [p.to 7.4.6.1.1 della NTC2018].

### 11.2.2 Azioni di progetto e resistenze

I valori di progetto dei momenti flettenti e delle forze assiali devono essere ottenuti dall'analisi della struttura per la situazione sismica di progetto, tenendo conto dei requisiti del criterio della capacità, [par. 7.4.4.2]. La resistenza a flessione e a taglio viene calcolata come specificato nella normativa al par. 7.4.4.2.1.

### 11.2.3 Resistenza a compressione

Nelle colonne sismiche primarie il valore dell'azione assiale normalizzata  $v_d$  deve soddisfare la seguente relazione:

$$v_d = \frac{N_{sd}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0,65 \quad [\text{p.to } 7.4.4.2.1]$$

dove:

$N_{sd}$  è il valore di progetto dell'azione assiale

$A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo

### 11.2.4 Dettagli costruttivi per la duttilità locale

Il paragrafo 7.4.6.1.2 delle NTC2018 propongono delle prescrizioni sui dettagli costruttivi per la duttilità locale di colonne sismiche primarie.

#### 11.2.4.1 Definizione della lunghezza della zona critica

Le zone entro una distanza pari a  $l_{cr}$ , da entrambe le sezioni di estremità di una colonna sismica primaria devono essere considerate come zone critiche, [EC8 - 5.5.3.2.2(3)P].

La lunghezza della zona critica  $l_{cr}$  (in metri) può essere calcolata con la seguente espressione:

$$l_{cr} = \max\{h_c; l_{cl} / 6; 0,45\} [\text{m}] \quad [\text{p.to } 7.4.6.2.1 \text{ della NTC2018}]$$

dove:

$h_c$  è la dimensione maggiore della sezione trasversale della colonna (in metri),

$l_{cl}$  è l'altezza netta della colonna (in metri).



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico</b></p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO FV0400 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 77 di 142</p>

#### 11.2.4.2 Disposizioni riguardanti le armatura longitudinali

Il rapporto di armatura longitudinale totale  $\rho_l$ ; deve rispettare i seguenti limiti:

$$0,01 < \rho_l = \frac{A_s}{b_c h_c} < 0,04 \quad [\text{p.to 7.4.6.2.2 delle NTC2018}]$$

dove:

$A_s$  è l'area totale di armatura longitudinale;

$b_c$  è la dimensione minore della sezione trasversale della colonna;

$h_c$  è la dimensione maggiore della sezione trasversale della colonna;

#### 11.2.4.3 Disposizioni riguardanti le armature trasversali

Entro le regioni critiche di colonne sismiche primarie, devono essere predisposte staffe che rispondano ai seguenti requisiti:

- 1) Il diametro  $d_{bw}$  delle staffe non deve essere inferiore a 6 mm.
- 2) Il quantitativo minimo delle staffe deve essere non inferiore a: (CDB)

$$\frac{A_{st}}{s} \geq 0,08 \frac{f_{cd} b_{st}}{f_{yd}}$$

dove  $A_{st}$  è l'area complessiva dei bracci delle staffe,  $b_{st}$  è la distanza tra i bracci più esterni ed  $s$  è il passo delle staffe.

- 3) Il passo  $s$  delle staffe non deve superare il minimo tra i seguenti valori:

$$s \leq \min \{ b_0 / 2; 175; 8d_{bL} \} \quad [\text{EC8 - § 5.5.3.2.2(12) b}]$$

dove:

$b_0$  è il lato minore della sezione trasversale del pilastro,

$d_{bL}$  è il diametro delle barre longitudinali.

La distanza tra barre longitudinali consecutive contenute da staffe risulta non essere superiore a 200 mm, [DM 17/01/2018 p.to 7.4.6.2.2].

#### 11.2.5 Verifica a presso-flessione

La verifica a presso-flessione deviata si effettua costruendo il dominio resistente, che è funzione dell'armatura disposta e cambia al variare dell'azione assiale, e verificando che le sollecitazioni siano interne al dominio.

**Trattandosi di una struttura in calce d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

<b>Filo Iniz./Fin.</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Cotg <math>\Theta</math></b>	: Cotangente Angolo del puntone compresso
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale

<b>SgmT</b>	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm <sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
<b>AmpC</b>	: Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
<b>N/Nc</b>	: Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Sez B/H</b>	: Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
<b>Concio</b>	: Numero del concio
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
<b>GamRd</b>	: Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
<b>M Exd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
<b>M Eyd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
<b>N Ed</b>	: Sforzo normale ultimo di calcolo
<b>x / d</b>	: Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
<b>ef% ec% (*100)</b>	: deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
<b>Area</b>	: Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
<b>V Exd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione X
<b>V Eyd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
<b>T sdu</b>	: Momento torcente ultimo di calcolo
<b>V Rxd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
<b>V Ryd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
<b>T Rd</b>	: Momento torcente resistente ultimo delle staffe
<b>T Rld</b>	: Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
<b>Coe Cls</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Coe Staf</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Alon</b>	: Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)
<b>Staffe</b>	: Passo staffe e lunghezza del tratto da armare
<b>Moltip Ultimo</b>	: Solo per le stampe di riverifica: Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.

Fin. Ctgò	Final N/Nc	a t	Bas Alt	n c	Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	εf% 100	εc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi
9	1.98	1	38 1 40	0.3	-1.0	14.1	21.45	48 35	20.0	24.7 28	-2.3	-0.9	1.2	44.3	51.8	7.4	1.2	24 17	6.1	15 0	10			
9	2.97	/	30 3 40	-0.4	0.3	14.4	66.85	40 35	20.0	24.7 28	-2.3	-0.9	1.2	44.3	51.8	7.4	1.2	24 20	6.1	17 50	10			
2.5	0.09	3	70 5 40	-0.8	1.1	14.7	18.89	43 35	20.0	24.7 28	-2.3	-0.9	1.2	44.3	51.8	7.4	1.2	24 17	6.1	15 50	10			
10	0.00		37 1 11	-80.5	1.6	-60.9	1.28	63 35	31.9	21.2 24	3.0	13.1	0.0	70.8	77.0	11.9	0.0	21 12	12 0.0	25 290	10			
10	4.93	/	40 3 40	5.1	-11.4	-25.5	3.65	43 35	31.9	21.2 24	3.0	13.1	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	21 25	0.0	25 266	10			
2.5	0.16		70 5 12	80.7	1.3	-58.2	1.27	65 35	31.9	21.2 24	3.0	13.1	0.0	70.8	77.0	11.9	0.0	21 17	0.0	17 76	10			
11	0.00		37 1 18	67.6	-1.1	-46.7	1.32	70 35	26.5	21.2 40	6.4	3.7	0.0	69.9	76.0	11.9	0.0	14 12	0.0	17 121	10			
11	4.93	/	40 3 40	3.0	-12.3	-43.5	3.35	47 35	26.5	21.2 39	6.4	3.6	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	14 18	0.0	25 260	10			
2.5	0.10		70 5 18	-67.6	-1.0	-43.5	1.32	71 35	26.5	21.2 40	6.4	3.7	0.0	69.9	76.0	11.9	0.0	14 12	0.0	17 76	10			
12	0.00		37 1 14	-68.6	-11.8	-47.4	1.16	45 35	26.5	21.2 30	7.1	-4.1	0.0	70.1	76.3	11.9	0.0	15 13	0.0	17 116	10			
12	4.93	/	40 3 40	2.2	-11.8	-44.5	3.53	48 35	26.5	21.2 29	7.1	-4.0	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	15 19	0.0	25 266	10			
2.5	0.10		70 5 13	68.3	4.1	-44.2	1.28	60 35	26.5	21.2 30	7.1	-4.1	0.0	70.1	76.3	11.9	0.0	15 13	0.0	17 76	10			
13	0.00		37 1 13	-67.9	-13.2	-46.9	1.14	43 35	26.5	21.2 30	7.8	-4.2	0.0	70.1	76.2	11.9	0.0	17 14	0.0	17 111	10			
13	4.93	/	40 3 30	-2.1	-11.9	-44.7	3.51	48 35	26.5	21.2 30	7.8	-4.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	17 21	0.0	25 271	10			
2.5	0.10		70 5 14	68.2	5.1	-43.7	1.26	56 35	26.5	21.2 30	7.8	-4.2	0.0	70.1	76.2	11.9	0.0	17 14	0.0	17 76	10			
14	0.00		37 1 14	-66.5	-14.5	-43.3	1.14	42 35	26.5	21.2 30	8.2	-6.8	0.0	70.0	76.2	11.9	0.0	21 14	0.0	16 102	10			
14	4.93	/	40 3 30	-3.0	-11.7	-38.1	3.50	48 35	26.5	21.2 30	8.2	-6.8	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	21 23	0.0	25 280	10			
2.5	0.12		70 5 13	66.3	5.8	-40.2	1.28	54 35	26.5	21.2 30	8.2	-6.8	0.0	70.0	76.2	11.9	0.0	21 15	0.0	17 76	10			
15	0.00		37 1 14	-76.7	-12.8	-19.9	1.12	48 35	31.9	21.2 30	7.2	-17.4	0.0	68.1	74.1	11.9	0.0	34 16	0.0	12 82	10			
15	4.93	/	40 3 32	-6.6	-7.5	-6.0	4.97	43 35	31.9	21.2 30	7.2	-17.4	0.0	68.1	74.1	11.9	0.0	34 33	0.0	25 300	10			
2.5	0.16		70 5 13	76.6	6.2	-17.4	1.21	62 35	31.9	21.2 30	7.2	-17.4	0.0	68.1	74.1	11.9	0.0	34 23	0.0	17 76	10			
16	0.00		37 1 25	-33.9	18.6	-15.6	1.49	41 35	26.5	21.2 37	2.7	18.8	0.0	68.9	74.9	11.9	0.0	29 19	0.0	13 70	10			
16	2.97	/	40 3 25	-16.4	13.4	-14.9	2.39	42 35	26.5	21.2 37	2.7	18.8	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	29 36	0.0	25 102	10			
2.5	0.15		70 5 10	24.4	2.4	-36.8	3.44	54 35	26.5	21.2 37	2.7	18.8	0.0	68.9	74.9	11.9	0.0	29 25	0.0	17 70	10			
17	0.00		37 1 11	-61.2	7.2	-42.2	1.19	52 35	21.2	21.2 34	-7.8	-1.4	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	13 13	0.0	15 98	10			
17	4.93	/	40 3 34	1.1	12.4	-34.6	3.03	59 35	21.2	21.2 34	-7.8	-1.4	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	13 21	0.0	25 259	10			
2.5	0.12		70 5 12	61.5	-0.8	-39.4	1.25	73 35	21.2	21.2 34	-7.8	-1.4	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	13 15	0.0	17 71	10			
18	0.00		37 1 9	-54.1	8.9	-45.9	1.29	48 35	21.2	21.2 34	-7.3	1.7	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	13 14	0.0	17 113	10			
18	4.93	/	40 3 25	-2.5	12.2	-44.1	3.13	52 35	21.2	21.2 34	-7.3	1.7	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	13 20	0.0	25 243	10			
2.5	0.10		70 5 12	55.0	-0.9	-42.9	1.40	72 35	21.2	21.2 34	-7.3	1.7	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	13 14	0.0	17 71	10			
19	0.00		37 1 11	-54.7	9.8	-46.6	1.27	47 35	21.2	21.2 33	-6.6	1.7	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	12 12	0.0	17 118	10			
19	4.93	/	40 3 25	-2.3	12.2	-44.5	3.13	53 35	21.2	21.2 33	-6.6	1.7	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	12 18	0.0	25 239	10			
2.5	0.10		70 5 12	55.0	-0.9	-43.6	1.41	71 35	21.2	21.2 33	-6.6	1.7	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	12 12	0.0	17 71	10			
20	0.00		37 1 28	-0.9	23.2	-46.9	1.67	57 35	21.2	21.2 15	0.0	-13.9	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	18 18	0.0	17 105	10			
20	3.53	/	40 3 35	4.2	15.4	-44.6	2.47	50 35	21.2	21.2 15	0.0	-13.9	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	18 27	0.0	25 133	10			
2.5	0.11		70 5 15	33.9	1.0	-50.7	2.30	66 35	21.2	21.2 15	0.0	-13.9	0.0	53.6	76.6	13.4	0.0	18 18	0.0	17 70	10			
21	0.00		37 1 17	57.2	8.3	-55.4	1.27	47 35	21.2	21.2 19	-2.7	17.2	0.0	71.6	77.9	11.9	0.0	26 15	0.0	11 70	10			
21	3.53	/	40 3 35	7.7	13.8	-29.6	2.52	48 35	21.2	21.2 19	-2.7	17.2	0.0	41.5	59.2	10.3	0.0	26 29	0.0	22 168	10			
2.5	0.18		70 5 19	-57.5	1.0	-52.0	1.37	68 35	21.2	21.2 19	-2.7	17.2	0.0	71.6	77.9	11.9	0.0	26 22	0.0	17 70	10			
22	1.98	1	38 1 28	-0.2	-0.3	12.4	61.02	45 35	19.7	19.7 31	-4.0	0.9	-1.1	44.6	52.0	7.4	1.2	25 21	6.0	15 0	10			
22	2.97	/	30 3 35	0.2	1.8	9.9	10.58	52 35	19.7	19.7 31	-4.0	0.9	-1.1	44.6	52.0	7.4	1.2	25 25	6.0	18 50	10			
2.5	0.09	3	70 5 35	0.4	3.2	10.1	6.08	52 35	19.7	19.7 31	-4.0	0.9	-1.1	44.6	52.0	7.4	1.2	25 21	6.0	15 50	10			
23	1.98	1	38 1 25	0.1	5.3	5.9	4.26	53 35	15.9	26.5 25	-27.7	1.7	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	66 52	0.0	15 0	10			
23	2.97	/	30 3 25	-0.8	-8.1	6.2	2.76	51 35	15.9	26.5 25	-27.7	1.7	0.0	31.9	34.7	5.6	0.0	66 87	0.0	25 40	10			
2.5	0.07	3	70 5 25	-1.3	-17.1	6.4	1.32	51 35	15.9	26.5 25	-27.7	1.7	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	66 35	0.0	10 40	10			
24	1.98	1	38 1 30	0.2	0.7	11.7	26.52	53 35	15.9	21.2 34	2.4	-0.9	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7 6	0.0	15 0	10			
24	2.97	/	30 3 30	-0.4	-0.7	12.0	26.16	50 35	15.9	21.2 34	2.4	-0.9	0.0	25.5	34.7	5.6	0.0	7 9	0.0	25 50	10			
2.5	0.07	3	70 5 30	-0.7	-1.6	12.2	11.34	52 35	15.9	21.2 34	2.4	-0.9	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7 6	0.0	15 50	10			
9	2.97		38 1 40	0.1	2.3	6.9	9.91	52 35	15.9	26.5 39	2.0	1.0	0.0	44.4	51.8	7.4	0.0	6 4	0.0	15 28	10			
9	3.53	/	30 3 40	-0.3	2.9	7.1	7.61	51 35	15.9	26.5 0	0.0	0.0	0.0	31.9	34.7	5.6	0.0							

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctqg	Quota Iniz. Final N/Nc	T r a s e z Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
				Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	sc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	Alon cmq	staffe Pas Lun Fi				
22	4.23	1	38	1	35	-0.2	-3.3	-2.9	5.99	52	35	15.9	21.2	35	43.9	3.2	0.0	46.3	63.1	10.3	0.0	94	95	0.0	11	0	10
23	4.93	/	30	3	35	-0.9	6.6	-2.8	3.01	51	35	15.9	21.2	35	43.9	3.2	0.0	46.3	63.1	10.3	0.0	94	95	0.0	11	19	10
2	0.06	2	70	5	35	-1.3	13.2	-2.7	1.51	51	35	15.9	21.2	35	43.9	3.2	0.0	49.9	58.3	8.6	0.0	94	34	0.0	4	19	10
23	4.23	1	38	1	25	-0.3	1.6	14.7	9.43	77	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	3	1	0.0	15	0	10
23	4.93	/	30	3	34	0.3	1.4	16.9	10.92	76	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	3	2	0.0	25	30	10
2.5	0.06	2	70	5	34	0.5	1.3	17.1	11.53	71	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	3	1	0.0	15	40	10
24	4.23	1	38	1	37	0.2	0.8	-1.6	19.24	59	35	14.0	17.4	34	30.3	3.8	4.4	22.1	30.1	4.9	4.4	98	227	11.5	15	0	10
24	4.93	/	30	3	30	1.5	-8.8	-4.1	1.86	58	35	14.0	17.4	34	30.3	3.8	4.4	17.4	23.8	3.9	4.4	98	287	11.5	19	26	10
1.29	0.03	2	70	5	30	2.4	-15.2	-3.9	1.08	59	35	14.0	17.4	34	30.3	3.8	4.4	60.1	70.1	10.3	4.4	98	45	11.5	3	26	10
9	8.10	1	38	1	40	0.3	-1.3	-5.2	17.46	47	35	15.9	26.5	40	14.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	34	27	0.0	15	0	10
9	9.16	/	30	3	40	0.5	6.0	-4.9	3.87	48	35	15.9	26.5	40	14.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	34	27	0.0	15	43	10
2.5	0.01	4	70	5	40	0.7	10.9	-4.7	2.14	49	35	15.9	26.5	40	14.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	34	27	0.0	15	43	10
10	4.93	37	1	9	-61.8	0.9	-15.8	1.37	87	35	26.5	21.2	28	-1.6	-13.3	0.0	63.6	69.1	11.9	0.0	22	17	0.0	17	75	10	
10	9.16	/	40	3	40	9.8	6.3	-6.4	4.62	43	35	26.5	21.2	28	-1.6	-13.3	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	22	26	0.0	25	200	10
2.5	0.04	70	5	28	16.6	-7.5	-17.5	3.41	41	35	26.5	21.2	28	-1.6	-13.3	0.0	63.6	69.1	11.9	0.0	22	17	0.0	17	70	10	
11	4.93	37	1	21	41.3	3.9	-12.0	1.41	72	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	104	10	
11	9.16	/	40	3	40	3.3	7.2	-9.3	4.15	62	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.9	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	11	13	0.0	25	154	10
2.5	0.03	70	5	28	6.0	-7.5	-13.5	3.78	53	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	87	10	
12	4.93	37	1	29	1.3	21.6	-11.7	1.47	81	35	15.9	21.2	23	-0.7	6.5	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	133	10	
12	9.16	/	40	3	37	3.1	7.7	-10.6	3.97	63	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.6	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	11	13	0.0	25	127	10
2.5	0.03	70	5	28	4.9	-6.7	-12.5	4.31	55	35	15.9	21.2	23	-0.7	6.5	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	86	10	
13	4.93	37	1	30	0.8	23.7	-11.7	1.33	85	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.5	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	141	10	
13	9.16	/	40	3	37	3.0	8.2	-10.7	3.73	64	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.5	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	11	13	0.0	25	132	10
2.5	0.03	70	5	28	4.7	-5.8	-12.3	4.85	53	35	15.9	21.2	24	-0.7	6.5	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	11	9	0.0	17	72	10	
14	4.93	37	1	30	-6.0	25.7	-10.2	1.21	68	35	15.9	21.2	30	-3.4	-3.2	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	10	6	0.0	17	154	10	
14	9.16	/	40	3	30	-1.6	9.3	-9.2	3.37	72	35	15.9	21.2	30	-3.4	-3.2	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	10	9	0.0	25	121	10
2.5	0.03	70	5	34	-4.7	-4.5	-13.3	5.96	49	35	15.9	21.2	30	-3.4	-3.2	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	10	6	0.0	17	70	10	
15	4.93	37	1	29	-29.1	26.5	-2.4	1.22	45	35	26.5	21.2	30	-4.3	-14.6	0.0	63.1	68.6	11.9	0.0	28	19	0.0	17	72	10	
15	9.16	/	40	3	30	-9.1	8.2	-1.4	3.92	45	35	26.5	21.2	30	-4.3	-14.6	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	28	19	0.0	25	203	10
2.5	0.04	70	5	30	21.1	-0.1	0.1	3.89	100	33	26.5	21.2	30	-4.3	-14.6	0.0	63.1	68.6	11.9	0.0	28	19	0.0	17	70	10	
16	4.93	37	1	34	-1.4	-22.3	-3.2	1.37	88	35	15.9	21.2	34	4.4	-4.6	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	14	8	0.0	17	94	10	
16	9.16	/	40	3	30	-9.2	7.4	-19.8	3.52	46	35	15.9	21.2	34	4.4	-4.6	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	14	12	0.0	25	183	10
2.5	0.04	70	5	25	18.0	0.1	-1.7	3.28	100	33	15.9	21.2	34	4.4	-4.6	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	14	8	0.0	17	106	10	
17	4.93	37	1	33	-3.1	-21.3	-11.7	1.48	72	35	15.9	21.2	33	3.2	-1.0	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	7	6	0.0	17	152	10	
17	9.16	/	40	3	34	-1.6	-9.3	-10.6	3.36	71	35	15.9	21.2	34	3.3	-1.0	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	7	9	0.0	25	161	10
2.5	0.03	70	5	37	-4.3	4.9	-11.9	5.73	52	35	15.9	21.2	33	3.2	-1.0	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	7	6	0.0	17	70	10	
18	4.93	37	1	34	4.1	-19.5	-12.0	1.61	68	35	15.9	21.2	34	2.6	1.7	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	7	5	0.0	17	199	10	
18	9.16	/	40	3	34	1.4	-8.7	-10.9	3.62	71	35	15.9	21.2	34	2.6	1.7	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	7	7	0.0	25	79	10
2.5	0.03	70	5	31	3.7	5.9	-12.5	4.95	57	35	15.9	21.2	34	2.6	1.7	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	7	5	0.0	17	105	10	
19	4.93	37	1	34	4.0	-17.7	-12.0	1.78	67	35	15.9	21.2	15	0.5	-4.5	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	7	6	0.0	17	204	10	
19	9.16	/	40	3	34	1.2	-7.7	-10.9	4.06	72	35	15.9	21.2	19	1.6	4.5	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	9	9	0.0	25	32	10
2.5	0.03	70	5	31	4.4	6.6	-12.6	4.41	56	35	15.9	21.2	15	0.5	-4.5	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	7	6	0.0	17	148	10	
20	4.93	37	1	35	9.9	-14.6	-11.1	1.99	56	35	15.9	21.2	19	1.2	4.7	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	9	6	0.0	17	118	10	
20	9.16	/	40	3	35	3.7	-6.6	-10.1	4.45	59	35	15.9	21.2	19	1.2	4.7	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	9	9	0.0	25	173	10
2.5	0.03	70	5	31	5.4	7.2	-13.1	3.98	54	35	15.9	21.2	19	1.2	4.7	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	9	6	0.0	17	91	10	
21	4.93	37	1	15	-37.0	-1.1	-14.5	1.65	85	35	15.9	21.2	31	1.5	-8.6	0.0	63.6	69.2	11.9	0.0	15	11	0.0	17	76	10	
21	9.16	/	40	3	35	5.8	-5.3	-7.8	4.95	50	35	15.9	21.2	31	1.5	-8.6	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	15	17	0.0	25	237	10
2.5	0.04	70	5	31	14.4	7.0	-16.5	2.96	46	35	15.9	21.2	31	1.5	-8.6	0.0	63.6	69.2	11.9	0.0	15	11	0.0	17	70	10	
22	8.10	1	38	1	35	-0.2	-1.6	-4.3	10.61	68	35	10.6	21.2	35	11.1	0.4	0.0	43.4	50.6	7.4	0.0	26	26	0.0	15	0	10
22	9.16	/	30	3	35	-0.4	4.8	-4.0	3.47	69	35	10.6	21.2	35	11.1	0.4	0.0	25.5	34.7	5.6	0.0	26	44	0.0	25	48	10
2.5	0.01	4	70	5	35	-0.6	9.1	-3.8	1.84	70	35	10.6	21.2	35	11.1	0.4	0.0	43.4	50.6	7.4	0.0	26	26	0.0	15	48	10
23	8.10	1	38	1	30	0.3	-1.3	0.9	12.77	67	35	10.6	21.2	25	-10.7	0.7	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	26	25	0.0	15	0	10
23	9.16	/	30	3	25	-0.5	-4.8	-5.2	3.48	67	35	10.6	21.2	25	-10.7	0.7</											

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctq	Quota Iniz. Final N/Nc	T r a s e z Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
				Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	εf% 100	εc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi				
22	0.99	/	30	3	35	3.3	-11.0	25.8	1.65	55	35	19.5	19.5	31	-13.6	-5.9	1.4	44.9	52.4	7.4	1.4	60	47	6.9	15	50	10
2.5	0.15	3	70	5	35	0.8	-4.6	26.1	3.93	56	35	19.5	19.5	31	-13.6	-5.9	1.4	44.9	52.4	7.4	1.4	60	47	6.9	15	50	10
23	0.99	2	38	1	25	0.3	3.7	15.0	5.87	54	35	15.9	26.5	25	-9.6	-0.2	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	22	12	0.0	10	0	10
23	1.98	/	30	3	25	0.4	-0.9	15.3	22.41	49	35	15.9	26.5	25	-9.6	-0.2	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	22	12	0.0	10	81	10
2.5	0.10	3	70	5	25	0.5	-4.1	15.4	5.38	53	35	15.9	26.5	25	-9.6	-0.2	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	22	12	0.0	10	0	10
23	0.00	3	38	1	25	4.6	13.8	24.2	1.50	52	35	15.9	26.5	25	-10.7	3.7	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	31	20	0.0	15	44	10
23	0.99	/	30	3	25	3.4	10.4	24.3	2.00	53	35	15.9	26.5	25	-10.7	3.7	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	31	13	0.0	10	37	10
2.5	0.13	3	70	5	25	1.6	5.2	24.6	4.00	53	35	15.9	26.5	25	-10.7	3.7	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	31	13	0.0	10	0	10
24	0.99	2	38	1	30	-0.4	4.2	19.8	4.30	59	35	15.9	21.2	34	3.2	-0.4	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	8	8	0.0	15	0	10
24	1.98	/	30	3	30	-0.5	3.0	20.0	6.04	58	35	15.9	21.2	34	3.2	-0.4	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	8	8	0.0	15	99	10
2.5	0.09	3	70	5	30	-0.6	1.1	20.3	15.22	54	35	15.9	21.2	34	3.2	-0.4	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	8	8	0.0	15	0	10
24	0.00	3	38	1	30	-5.0	12.7	27.9	1.21	63	35	14.9	19.2	34	9.2	4.1	1.2	43.7	51.0	7.4	1.2	45	34	6.0	15	50	10
24	0.99	/	30	3	30	-3.4	9.2	28.1	1.67	64	35	14.9	19.2	34	9.2	4.1	1.2	43.7	51.0	7.4	1.2	45	34	6.0	15	50	10
2.5	0.11	3	70	5	30	-0.8	3.9	28.4	3.93	68	35	14.9	19.2	34	9.2	4.1	1.2	43.7	51.0	7.4	1.2	45	34	6.0	15	0	10
9	3.53	2	38	1	40	0.3	3.3	1.5	6.85	50	35	15.9	26.5	40	11.0	0.2	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	25	21	0.0	15	26	10
9	4.23	/	30	3	40	0.2	6.8	1.7	3.36	51	35	15.9	26.5	40	11.0	0.2	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	25	12	0.0	9	26	10
2.5	0.07	2	70	5	40	0.1	9.1	1.8	2.50	52	35	15.9	26.5	40	11.0	0.2	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	25	12	0.0	9	0	10
22	3.53	2	38	1	35	0.9	-5.2	5.2	3.73	52	35	15.9	21.2	35	26.1	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	61	45	0.0	11	19	10
22	4.23	/	30	3	35	0.7	-1.2	5.3	14.93	49	35	15.9	21.2	35	26.1	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	61	16	0.0	4	19	10
2.5	0.08	2	70	5	35	0.4	4.6	5.4	4.14	55	35	15.9	21.2	35	26.1	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	61	16	0.0	4	0	10
23	3.53	2	38	1	25	0.4	3.2	19.1	4.63	83	35	10.6	21.2	25	-1.8	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	56	10
23	4.23	/	30	3	25	0.4	2.6	19.3	5.65	81	35	10.6	21.2	25	-1.8	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	14	10
2.5	0.08	2	70	5	34	0.7	2.0	21.9	7.26	77	35	10.6	21.2	25	-1.8	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	0	10
24	3.53	2	38	1	30	0.1	-2.6	2.4	6.44	62	35	14.4	18.3	30	-11.5	0.2	-1.8	43.8	51.2	7.4	1.8	51	46	8.9	15	26	10
24	4.23	/	30	3	30	0.1	-6.2	2.6	2.69	63	35	14.4	18.3	30	-11.5	0.2	-1.8	43.8	51.2	7.4	1.8	51	9	8.9	3	26	10
2.5	0.04	2	70	5	30	-0.1	-8.6	2.7	1.94	63	35	14.4	18.3	30	-11.5	0.2	-1.8	43.8	51.2	7.4	1.8	51	9	8.9	3	0	10
9	7.05	2	38	1	40	0.3	-0.7	0.6	30.03	45	35	15.9	26.5	40	3.8	0.8	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	10	7	0.0	15	0	10
9	8.10	/	30	3	40	-0.1	1.2	0.9	18.81	50	35	15.9	26.5	40	3.8	0.8	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	10	7	0.0	15	86	10
2.5	0.02	4	70	5	40	-0.4	2.5	1.1	9.01	49	35	15.9	26.5	40	3.8	0.8	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	10	7	0.0	15	0	10
9	5.99	3	38	1	40	0.3	-5.0	6.3	4.48	52	35	15.9	26.5	40	5.0	1.0	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	14	9	0.0	15	0	10
9	7.05	/	30	3	40	-0.1	-3.3	6.4	6.79	52	35	15.9	26.5	40	5.0	1.0	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	14	9	0.0	15	86	10
2.5	0.03	4	70	5	40	-0.5	-0.7	6.7	28.10	43	35	15.9	26.5	40	5.0	1.0	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	14	9	0.0	15	0	10
9	4.93	4	38	1	40	-0.2	-16.0	12.3	1.38	55	35	15.9	26.5	40	19.7	0.6	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	47	37	0.0	15	43	10
9	5.99	/	30	3	40	-0.2	-9.2	12.4	2.41	55	35	15.9	26.5	40	19.7	0.6	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	47	37	0.0	15	43	10
2.5	0.04	4	70	5	40	-0.6	1.0	12.7	20.31	47	35	15.9	26.5	40	19.7	0.6	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	47	37	0.0	15	0	10
22	7.05	2	38	1	35	-0.3	-0.4	1.1	36.26	58	35	10.6	21.2	35	3.3	-0.6	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	9	8	0.0	15	0	10
22	8.10	/	30	3	35	0.1	1.5	1.4	10.91	74	35	10.6	21.2	35	3.3	-0.6	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	9	8	0.0	15	96	10
2.5	0.02	4	70	5	35	0.3	2.8	1.6	5.84	72	35	10.6	21.2	35	3.3	-0.6	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	9	8	0.0	15	0	10
22	5.99	3	38	1	35	-0.3	-1.6	5.9	10.06	71	35	10.6	21.2	35	1.3	-0.9	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	5	3	0.0	15	0	10
22	7.05	/	30	3	35	0.1	-1.0	6.1	15.04	75	35	10.6	21.2	35	1.3	-0.9	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	5	3	0.0	15	96	10
2.5	0.03	4	70	5	28	0.5	-0.4	6.8	36.85	47	35	10.6	21.2	35	1.3	-0.9	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	5	3	0.0	15	0	10
22	4.93	4	38	1	35	-0.5	-6.0	12.0	2.54	79	35	10.6	21.2	35	3.7	-1.2	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	11	9	0.0	15	50	10
22	5.99	/	30	3	35	-0.2	-4.6	12.2	3.32	81	35	10.6	21.2	35	3.7	-1.2	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	11	9	0.0	15	46	10
2.5	0.04	4	70	5	35	0.7	-2.5	12.5	6.16	72	35	10.6	21.2	35	3.7	-1.2	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	11	9	0.0	15	0	10
23	7.05	2	38	1	35	-0.3	0.1	0.5	120.79	45	35	10.6	21.2	25	-3.6	-0.6	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	9	8	0.0	15	0	10
23	8.10	/	30	3	25	0.1	-2.1	0.6	7.91	75	35	10.6	21.2	25	-3.6	-0.6	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	9	8	0.0	15	96	10
2.5	0.01	4	70	5	25	0.3	-3.4	0.8	4.72	72	35	10.6	21.2	25	-3.6	-0.6	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	9	8	0.0	15	0	10
23	5.99	3	38	1	34	-0.3	0.1	6.3	88.23	46	35	10.6	21.2	25	-1.2	-0.8	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	3	0.0	15	0	10
23	7.05	/	30	3	25	0.2	-0.6	5.6	25.86	69	35	10.6	21.2	25	-1.2	-0.8	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	3	0.0	15	96	10
2.5	0.03	4	70	5	25	0.4	-1.1	5.8	14.81	64	35	10.6	21.2	25	-1.2	-0.8	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	3	0.0	15	0	10
23	4.93	4	38	1	34	-0.3	0.8	12.0	18.92	69	35	10.6	21.2	25	-0.5	-0.8	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	3	1	0.0	15	48	10
23	5.99	/	30	3	34	0.2	0.6	12.2	24.61	68	35	10.6	21.2	25	-0.5	-0.8	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	3	1	0.0	15	48	10
2.5	0.05	4	70	5	34	0.6	0.3	12.5	40.07	48																	

Iniz. Fin. Ctg	Iniz. Final t	r	Sez Bas Alt	o n c	Co mb	M Exd (t'm)	M Eyd (t'm)	N Ed (t)	Molt Ult.	ε% 100	εc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t'm)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t'm)	TRld (t'm)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
9	1.98	1	38	1	40	0.2	-0.9	11.0	26.84	46	35	20.0	24.7	28	-2.1	-0.8	1.1	44.3	51.8	7.4	1.2	22	16	6.1	15	0	10
9	2.97	/	30	3	40	-0.4	0.3	11.3	63.32	40	35	20.0	24.7	28	-2.1	-0.8	1.1	44.3	51.8	7.4	1.2	22	18	6.1	17	50	10
2.5		3	70	5	40	-0.7	1.1	11.5	19.86	42	35	20.0	24.7	28	-2.1	-0.8	1.1	44.3	51.8	7.4	1.2	22	16	6.1	15	50	10
10	0.00		37	1	40	25.9	-19.5	-30.2	1.79	38	35	31.9	21.2	24	3.0	17.0	0.0	70.8	77.0	11.9	0.0	26	16	0.0	12	92	10
10	4.93		40	3	40	5.5	-10.2	-28.9	4.08	41	35	31.9	21.2	24	3.0	17.0	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	26	33	0.0	25	290	10
2.5			70	5	24	-37.0	1.8	-38.5	2.76	60	35	31.9	21.2	24	3.0	17.0	0.0	70.8	77.0	11.9	0.0	26	22	0.0	17	76	10
11	0.00		37	1	40	12.7	-21.3	-45.0	1.84	41	35	26.5	21.2	18	0.3	14.2	0.0	69.9	76.0	11.9	0.0	19	18	0.0	17	121	10
11	4.93		40	3	40	3.4	-10.9	-43.7	3.79	44	35	26.5	21.2	18	0.3	14.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	19	27	0.0	25	260	10
2.5			70	5	14	29.3	3.3	-43.2	2.92	50	35	26.5	21.2	18	0.3	14.2	0.0	69.9	76.0	11.9	0.0	19	18	0.0	17	76	10
12	0.00		37	1	30	-11.9	-21.7	-46.5	1.83	41	35	26.5	21.2	18	-0.5	14.1	0.0	70.1	76.3	11.9	0.0	19	18	0.0	17	116	10
12	4.93		40	3	40	-10.4	-10.4	-44.7	4.02	45	35	26.5	21.2	18	-0.5	14.1	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	19	27	0.0	25	266	10
2.5			70	5	14	29.9	4.4	-44.4	2.76	46	35	26.5	21.2	18	-0.5	14.1	0.0	70.1	76.3	11.9	0.0	19	18	0.0	17	76	10
13	0.00		37	1	30	-12.3	-23.2	-46.2	1.71	41	35	26.5	21.2	18	-1.3	14.2	0.0	70.1	76.2	11.9	0.0	20	19	0.0	17	111	10
13	4.93		40	3	30	-2.7	-10.6	-45.0	3.98	45	35	26.5	21.2	18	-1.3	14.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	20	27	0.0	25	271	10
2.5			70	5	14	30.3	5.5	-43.8	2.63	44	35	26.5	21.2	18	-1.3	14.2	0.0	70.1	76.2	11.9	0.0	20	19	0.0	17	76	10
14	0.00		37	1	30	-17.3	-24.0	-40.3	1.58	41	35	26.5	21.2	14	4.6	-15.4	0.0	70.0	76.2	11.9	0.0	27	19	0.0	16	102	10
14	4.93		40	3	30	-3.6	-10.4	-39.0	3.93	44	35	26.5	21.2	14	-1.9	15.4	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	23	30	0.0	25	280	10
2.5			70	5	14	33.8	6.4	-39.7	2.32	44	35	26.5	21.2	14	4.6	-15.4	0.0	70.0	76.2	11.9	0.0	27	20	0.0	17	76	10
15	0.00		37	1	30	-38.7	-19.4	-5.7	1.51	41	35	31.9	21.2	14	4.5	-19.4	0.0	68.1	74.1	11.9	0.0	33	18	0.0	12	82	10
15	4.93		40	3	30	-8.2	-7.4	-4.5	4.82	42	35	31.9	21.2	14	4.5	-19.4	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	33	37	0.0	25	300	10
2.5			70	5	30	37.5	10.5	-2.5	2.02	44	35	31.9	21.2	14	4.5	-19.4	0.0	68.1	74.1	11.9	0.0	33	25	0.0	17	76	10
16	0.00		37	1	25	-31.7	16.0	-20.5	1.70	40	35	26.5	21.2	21	-1.4	17.7	0.0	68.9	74.9	11.9	0.0	26	18	0.0	13	70	10
16	2.97		40	3	25	-15.4	11.6	-19.8	2.75	41	35	26.5	21.2	21	-1.4	17.7	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	26	34	0.0	25	102	10
2.5			70	5	25	9.1	4.9	-18.8	5.71	41	35	26.5	21.2	21	-1.4	17.7	0.0	68.9	74.9	11.9	0.0	26	23	0.0	17	70	10
17	0.00		37	1	25	-16.7	20.5	-36.4	1.65	43	35	21.2	21.2	21	-1.2	15.4	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	22	18	0.0	15	98	10
17	4.93		40	3	34	1.9	11.1	-36.6	3.48	54	35	21.2	21.2	21	-1.2	15.4	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	22	29	0.0	25	259	10
2.5			70	5	19	-26.6	-4.0	-43.6	2.72	49	35	21.2	21.2	21	-1.2	15.4	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	22	20	0.0	17	71	10
18	0.00		37	1	25	-12.0	20.7	-45.4	1.75	43	35	21.2	21.2	9	-1.7	-14.1	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	21	18	0.0	17	113	10
18	4.93		40	3	34	1.9	11.1	-44.5	3.54	52	35	21.2	21.2	9	-1.7	-14.1	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	21	27	0.0	25	243	10
2.5			70	5	18	-26.0	-3.7	-43.6	2.81	49	35	21.2	21.2	9	-1.7	-14.1	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	21	18	0.0	17	71	10
19	0.00		37	1	25	-12.0	20.2	-45.9	1.79	43	35	21.2	21.2	9	-2.1	-14.3	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	22	19	0.0	17	118	10
19	4.93		40	3	25	-3.0	10.7	-44.7	3.62	48	35	21.2	21.2	9	-2.1	-14.3	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	22	28	0.0	25	239	10
2.5			70	5	19	-26.9	-2.4	-43.1	2.83	54	35	21.2	21.2	9	-2.1	-14.3	0.0	69.7	75.8	11.9	0.0	22	19	0.0	17	71	10
20	0.00		37	1	35	15.9	19.8	-45.6	1.74	41	35	21.2	21.2	15	-0.2	-18.8	0.0	70.4	76.5	11.9	0.0	25	25	0.0	17	105	10
20	3.53		40	3	35	5.2	13.4	-44.7	2.83	46	35	21.2	21.2	15	-0.2	-18.8	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	25	36	0.0	25	133	10
2.5			70	5	15	21.2	1.0	-51.6	3.79	60	35	21.2	21.2	15	-0.2	-18.8	0.0	70.4	76.5	11.9	0.0	25	25	0.0	17	70	10
21	0.00		37	1	35	27.8	18.2	-35.5	1.55	40	35	21.2	21.2	19	-2.4	22.1	0.0	71.6	77.9	11.9	0.0	32	19	0.0	11	70	10
21	3.53		40	3	35	8.1	12.0	-34.7	2.91	45	35	21.2	21.2	19	-2.4	22.1	0.0	41.5	59.2	9.1	0.0	32	37	0.0	22	168	10
2.5			70	5	19	-27.0	1.1	-56.1	3.01	59	35	21.2	21.2	19	-2.4	22.1	0.0	71.6	77.9	11.9	0.0	32	29	0.0	17	70	10
22	1.98	1	38	1	28	-0.2	-0.2	9.7	80.42	44	35	19.7	19.7	31	-3.6	0.8	-0.9	44.6	52.0	7.4	1.2	22	18	6.0	15	0	10
22	2.97	/	30	3	35	0.2	1.7	6.0	11.87	50	35	19.7	19.7	31	-3.6	0.8	-0.9	44.6	52.0	7.4	1.2	22	21	6.0	18	50	10
2.5		3	70	5	35	0.3	2.9	6.2	6.98	50	35	19.7	19.7	31	-3.6	0.8	-0.9	44.6	52.0	7.4	1.2	22	18	6.0	15	50	10
23	1.98	1	38	1	25	0.1	4.7	2.7	5.04	50	35	15.9	26.5	25	-24.9	1.6	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	59	47	0.0	15	0	10
23	2.97	/	30	3	25	-0.7	-7.4	3.0	3.19	49	35	15.9	26.5	25	-24.9	1.6	0.0	31.9	34.7	14.1	0.0	59	78	0.0	25	40	10
2.5		3	70	5	25	-1.2	-15.4	3.2	1.53	49	35	15.9	26.5	25	-24.9	1.6	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	59	31	0.0	10	40	10
24	1.98	1	38	1	30	0.2	0.6	8.7	31.63	51	35	15.9	21.2	34	2.1	-0.8	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7	5	0.0	15	0	10
24	2.97	/	30	3	30	-0.4	-0.6	9.0	29.38	49	35	15.9	21.2	34	2.1	-0.8	0.0	25.5	34.7	5.6	0.0	7	8	0.0	25	50	10
2.																											

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctq0	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE											VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE											
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	sc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
22	4.23	1	38	1	35	-0.1	-3.0	-4.6	6.85	51	35	15.9	21.2	35	40.1	3.1	0.0	46.3	63.1	8.6	0.0	86	86	0.0	11	0	10
22	4.93	/	30	3	35	-0.8	6.0	-4.5	3.44	49	35	15.9	21.2	35	40.1	3.1	0.0	46.3	63.1	8.6	0.0	86	86	0.0	11	19	10
2.5		2	70	5	35	-1.2	12.0	-4.4	1.72	50	35	15.9	21.2	35	40.1	3.1	0.0	49.9	58.3	8.6	0.0	86	31	0.0	4	19	10
23	4.23	1	38	1	25	-0.2	1.4	11.5	11.74	71	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	2	1	0.0	15	0	10
23	4.93	/	30	3	34	0.3	1.1	14.5	14.17	70	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	2	2	0.0	25	30	10
2.5		2	70	5	34	0.4	1.1	14.7	14.06	66	35	10.6	21.2	27	-0.6	-0.5	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	2	1	0.0	15	40	10
24	4.23	1	38	1	37	0.1	0.7	-1.6	23.41	57	35	14.0	17.4	34	27.8	3.4	3.9	22.1	30.1	10.3	4.4	89	206	11.5	15	0	10
24	4.93	/	30	3	30	1.4	-8.1	-5.1	2.11	56	35	14.0	17.4	34	27.8	3.4	3.9	17.4	23.8	10.3	4.4	89	261	11.5	19	26	10
1.29		2	70	5	30	2.2	-14.0	-4.9	1.23	56	35	14.0	17.4	34	27.8	3.4	3.9	60.1	70.1	10.3	4.4	89	41	11.5	3	26	10
9	8.10	1	38	1	40	0.2	-1.2	-5.1	19.52	46	35	15.9	26.5	40	13.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	31	25	0.0	15	0	10
9	9.16	/	30	3	40	0.5	5.6	-4.8	4.32	47	35	15.9	26.5	40	13.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	31	25	0.0	15	43	10
2.5		4	70	5	40	0.7	10.1	-4.6	2.39	47	35	15.9	26.5	40	13.1	-0.6	0.0	43.4	50.7	7.4	0.0	31	25	0.0	15	43	10
10	4.93		37	1	40	24.8	6.3	-8.2	2.83	46	35	26.5	21.2	28	-1.5	-12.3	0.0	63.6	69.1	11.9	0.0	20	16	0.0	17	75	10
10	9.16	/	40	3	40	8.8	5.6	-7.3	5.27	43	35	26.5	21.2	28	-1.5	-12.3	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	20	24	0.0	25	200	10
2.5			70	5	28	15.4	-6.7	-16.7	3.78	41	35	26.5	21.2	28	-1.5	-12.3	0.0	63.6	69.1	11.9	0.0	20	16	0.0	17	70	10
11	4.93		37	1	40	10.7	7.4	-10.6	3.30	47	35	15.9	21.2	24	-0.5	9.2	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	104	10
11	9.16	/	40	3	40	3.5	6.3	-9.6	4.87	58	35	15.9	21.2	24	-0.5	9.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	14	18	0.0	25	154	10
2.5			70	5	12	11.9	-3.9	-12.0	4.17	50	35	15.9	21.2	24	-0.5	9.2	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	87	10
12	4.93		37	1	14	-15.2	5.9	-13.1	3.11	48	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	133	10
12	9.16	/	40	3	37	3.3	6.6	-10.8	4.73	59	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	14	17	0.0	25	127	10
2.5			70	5	12	11.9	-3.2	-11.5	4.37	52	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	86	10
13	4.93		37	1	14	-15.5	7.2	-12.9	2.83	47	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	141	10
13	9.16	/	40	3	37	3.2	6.9	-10.9	4.52	60	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	14	17	0.0	25	132	10
2.5			70	5	12	11.7	-2.6	-11.3	4.54	55	35	15.9	21.2	24	-0.4	8.9	0.0	63.5	69.0	11.9	0.0	14	12	0.0	17	72	10
14	4.93		37	1	14	-17.9	8.3	-11.8	2.45	47	35	15.9	21.2	14	-2.5	-8.8	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	17	12	0.0	17	154	10
14	9.16	/	40	3	30	-2.0	8.2	-9.6	3.99	65	35	15.9	21.2	14	-2.5	-8.8	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	17	17	0.0	25	121	10
2.5			70	5	12	11.7	-2.2	-10.7	4.81	57	35	15.9	21.2	14	-2.5	-8.8	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	17	12	0.0	17	70	10
15	4.93		37	1	30	-27.6	12.4	-3.3	2.04	43	35	26.5	21.2	14	-2.9	-14.3	0.0	63.1	68.6	11.9	0.0	25	19	0.0	17	72	10
15	9.16	/	40	3	30	-8.6	7.3	-2.4	4.42	44	35	26.5	21.2	14	-2.9	-14.3	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	25	27	0.0	25	203	10
2.5			70	5	14	20.9	-1.2	-3.7	4.07	72	35	26.5	21.2	14	-2.9	-14.3	0.0	63.1	68.6	11.9	0.0	25	19	0.0	17	70	10
16	4.93		37	1	34	-1.3	-14.1	-4.2	2.34	76	35	15.9	21.2	34	4.0	-3.8	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	12	7	0.0	17	94	10
16	9.16	/	40	3	30	-8.0	6.4	-18.7	4.11	46	35	15.9	21.2	34	4.0	-3.8	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	12	11	0.0	25	183	10
2.5			70	5	25	16.5	0.2	-3.2	3.89	91	35	15.9	21.2	34	4.0	-3.8	0.0	63.1	68.7	11.9	0.0	12	7	0.0	17	106	10
17	4.93		37	1	25	-8.5	-10.8	-12.0	2.71	52	35	15.9	21.2	9	0.7	-6.5	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	11	8	0.0	17	152	10
17	9.16	/	40	3	34	-1.0	-8.3	-10.8	4.03	70	35	15.9	21.2	9	0.7	-6.5	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	11	12	0.0	25	161	10
2.5			70	5	21	-10.4	2.4	-10.7	5.23	55	35	15.9	21.2	9	0.7	-6.5	0.0	63.4	69.0	11.9	0.0	11	8	0.0	17	70	10
18	4.93		37	1	34	4.9	-11.2	-12.3	2.82	60	35	15.9	21.2	19	2.0	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	12	8	0.0	17	199	10
18	9.16	/	40	3	34	1.6	-7.7	-11.2	4.32	66	35	15.9	21.2	19	2.0	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	12	12	0.0	25	79	10
2.5			70	5	21	-10.6	2.8	-11.4	4.98	53	35	15.9	21.2	19	2.0	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	12	8	0.0	17	105	10
19	4.93		37	1	18	12.1	-6.3	-13.5	3.45	46	35	15.9	21.2	19	1.8	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	12	8	0.0	17	204	10
19	9.16	/	40	3	34	1.3	-6.8	-11.2	4.88	66	35	15.9	21.2	19	1.8	6.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	12	12	0.0	25	32	10
2.5			70	5	21	-10.2	3.3	-11.6	4.87	50	35	15.9	21.2	19	1.8	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	12	8	0.0	17	148	10
20	4.93		37	1	35	9.7	-7.2	-11.6	3.50	47	35	15.9	21.2	19	1.4	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	11	8	0.0	17	118	10
20	9.16	/	40	3	35	3.5	-5.8	-10.5	5.28	57	35	15.9	21.2	19	1.4	6.2	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	11	12	0.0	25	173	10
2.5			70	5	31	5.8	6.2	-12.6	4.59	50	35	15.9	21.2	19	1.4	6.2	0.0	63.5	69.1	11.9	0.0	11	8	0.0	17	91	10
21	4.93		37	1	35	16.7	-5.3	-9.9	3.00	51	35	15.9	21.2	31	1.4	-7.9	0.0	63.6	69.2	11.9	0.0	14	10	0.0	17	76	10
21	9.16	/	40	3	35	5.2	-4.6	-8.8	5.82	48	35	15.9	21.2	31	1.4	-7.9	0.0	36.5	52.1	9.1	0.0	14	15	0.0	25	237	10
2.5			70	5	31	13.3	5.9	-15.5	3.39	46	35	15.9	21.2	31	1.4	-7.9	0.0	63.6	69.2	11.9	0.0	14	10	0.0	17	70	10
22	8.10	1	38	1	35	-0.1	-1.4	-4.2	12.40	65	35	10.6	21.2	35	10.1	0.4	0.0	43.4	50.6	7.4	0.0	24	24	0.0	15	0	10
22	9.16	/	30	3	35	-0.4	4.4	-3.9	4.06	65	35	10.6	21.2	35	10.1	0.4	0.0	25.5	34.7	5.6	0.0	24	40	0.0	25	48	10
2.5		4	70	5	35	-0.6	8.3	-3.7	2.16	66	35	10.6	21.2	35	10.1	0.4	0.0	43.4	50.6	7.4	0.0	24	24	0.0	15	48	10
23	8.10	1	38	1	30	0.3	-1.1	0.3	15.71	63	35	10.6	21.2	25	-9.5	0.7	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	23	22	0.0	15	0	10
23	9.16	/	30	3	25	-0.5	-4.3	-4.9	4.17	64	35	10.6</															

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI E TRAVI IN DEVIATA																											
Filo Iniz. Fin. Ctqg	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	Molt Ult.	ef% 100	sc	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
22	0.00	3	38	1	31	-5.6	17.5	-42.8	1.27	36	35	19.5	19.5	31	-12.1	-4.9	1.2	44.9	52.4	7.4	1.4	53	41	6.9	15	50	10
23	0.99	/	30	3	31	-3.6	12.7	-42.6	1.75	36	35	19.5	19.5	31	-12.1	-4.9	1.2	44.9	52.4	7.4	1.4	53	41	6.9	15	50	10
2.5		3	70	5	35	0.7	-4.0	18.9	4.88	53	35	19.5	19.5	31	-12.1	-4.9	1.2	44.9	52.4	7.4	1.4	53	41	6.9	15	0	10
23	0.99	2	38	1	25	0.3	3.3	10.2	7.07	50	35	15.9	26.5	25	-8.7	-0.1	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	20	11	0.0	10	0	10
23	1.98	/	30	3	25	0.4	-0.9	10.5	23.83	47	35	15.9	26.5	25	-8.7	-0.1	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	20	11	0.0	10	0	10
2.5		3	70	5	25	0.4	-3.7	10.6	6.16	50	35	15.9	26.5	25	-8.7	-0.1	0.0	44.2	51.6	7.4	0.0	20	11	0.0	10	0	10
23	0.00	3	38	1	25	3.7	12.2	17.6	1.82	50	35	15.9	26.5	25	-9.5	3.0	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	27	18	0.0	15	44	10
23	0.99	/	30	3	25	2.7	9.1	17.8	2.43	50	35	15.9	26.5	25	-9.5	3.0	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	27	12	0.0	10	37	10
2.5		3	70	5	25	1.3	4.5	18.1	4.88	50	35	15.9	26.5	25	-9.5	3.0	0.0	44.1	51.5	7.4	0.0	27	12	0.0	10	0	10
24	0.99	2	38	1	30	-0.4	3.8	16.5	5.02	56	35	15.9	21.2	34	2.9	-0.3	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7	7	0.0	15	0	10
24	1.98	/	30	3	30	-0.5	2.7	16.7	7.03	55	35	15.9	21.2	34	2.9	-0.3	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7	7	0.0	15	99	10
2.5		3	70	5	30	-0.5	1.1	17.0	17.38	52	35	15.9	21.2	34	2.9	-0.3	0.0	43.7	51.0	7.4	0.0	7	7	0.0	15	0	10
24	0.00	3	38	1	30	-4.5	11.6	23.8	1.43	59	35	14.9	19.2	34	8.4	3.6	1.1	43.7	51.0	7.4	1.2	41	31	6.0	15	50	10
24	0.99	/	30	3	30	-3.0	8.4	24.0	1.97	59	35	14.9	19.2	34	8.4	3.6	1.1	43.7	51.0	7.4	1.2	41	31	6.0	15	50	10
2.5		3	70	5	30	-0.8	3.6	24.3	4.64	62	35	14.9	19.2	34	8.4	3.6	1.1	43.7	51.0	7.4	1.2	41	31	6.0	15	0	10
9	3.53	2	38	1	40	0.3	3.1	-0.7	7.61	48	35	15.9	26.5	40	10.2	0.1	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	23	19	0.0	15	26	10
9	4.23	/	30	3	40	0.2	6.4	-0.6	3.77	49	35	15.9	26.5	40	10.2	0.1	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	23	12	0.0	9	26	10
2.5		2	70	5	40	0.1	8.5	-0.5	2.82	49	35	15.9	26.5	40	10.2	0.1	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	23	12	0.0	9	0	10
22	3.53	2	38	1	35	0.9	-4.7	2.2	4.24	50	35	15.9	21.2	35	23.8	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	56	41	0.0	11	19	10
22	4.23	/	30	3	35	0.7	-1.2	2.3	16.45	47	35	15.9	21.2	35	23.8	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	56	15	0.0	4	19	10
2.5		2	70	5	35	0.4	4.2	2.4	4.81	52	35	15.9	21.2	35	23.8	1.3	0.0	44.6	52.1	7.4	0.0	56	15	0.0	4	0	10
23	3.53	2	38	1	25	0.3	2.8	15.1	5.83	75	35	10.6	21.2	25	-1.6	-0.4	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	56	10
23	4.23	/	30	3	25	0.3	2.2	15.2	7.26	74	35	10.6	21.2	25	-1.6	-0.4	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	14	10
2.5		2	70	5	34	0.6	1.8	18.9	9.02	70	35	10.6	21.2	25	-1.6	-0.4	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	5	4	0.0	15	0	10
24	3.53	2	38	1	30	0.1	-2.4	0.5	7.31	59	35	14.4	18.3	30	-10.5	0.1	-1.6	43.8	51.2	7.4	1.8	45	41	8.9	15	26	10
24	4.23	/	30	3	30	0.0	-5.7	0.7	3.09	59	35	14.4	18.3	30	-10.5	0.1	-1.6	43.8	51.2	7.4	1.8	45	8	8.9	3	26	10
2.5		2	70	5	30	0.0	-7.9	0.8	2.23	59	35	14.4	18.3	30	-10.5	0.1	-1.6	43.8	51.2	7.4	1.8	45	8	8.9	3	0	10
9	7.05	2	38	1	40	0.3	-0.7	0.0	33.90	44	35	15.9	26.5	40	3.5	0.7	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	9	7	0.0	15	0	10
9	8.10	/	30	3	40	-0.1	1.1	0.3	20.85	49	35	15.9	26.5	40	3.5	0.7	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	9	7	0.0	15	86	10
2.5		4	70	5	40	-0.3	2.3	0.4	10.04	48	35	15.9	26.5	40	3.5	0.7	0.0	43.3	50.5	7.4	0.0	9	7	0.0	15	0	10
9	5.99	3	38	1	40	0.3	-4.6	5.1	5.08	50	35	15.9	26.5	40	4.6	0.9	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	12	9	0.0	15	0	10
9	7.05	/	30	3	40	-0.1	-3.0	5.3	7.72	50	35	15.9	26.5	40	4.6	0.9	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	12	9	0.0	15	86	10
2.5		4	70	5	40	-0.5	-0.7	5.5	31.73	43	35	15.9	26.5	40	4.6	0.9	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	12	9	0.0	15	0	10
9	4.93	4	38	1	40	-0.2	-14.7	10.4	1.58	52	35	15.9	26.5	40	18.2	0.5	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	43	34	0.0	15	43	10
9	5.99	/	30	3	40	-0.3	-8.4	10.6	2.75	52	35	15.9	26.5	40	18.2	0.5	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	43	34	0.0	15	43	10
2.5		4	70	5	40	-0.6	1.0	10.9	22.51	45	35	15.9	26.5	40	18.2	0.5	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	43	34	0.0	15	0	10
22	7.05	2	38	1	35	-0.2	-0.4	0.4	41.69	57	35	10.6	21.2	35	3.1	-0.5	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	8	7	0.0	15	0	10
22	8.10	/	30	3	35	0.1	1.4	0.7	12.89	69	35	10.6	21.2	35	3.1	-0.5	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	8	7	0.0	15	96	10
2.5		4	70	5	35	0.3	2.5	0.9	6.87	67	35	10.6	21.2	35	3.1	-0.5	0.0	43.2	50.5	7.4	0.0	8	7	0.0	15	0	10
22	5.99	3	38	1	35	-0.3	-1.4	4.5	11.99	66	35	10.6	21.2	35	1.2	-0.7	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	4	3	0.0	15	0	10
22	7.05	/	30	3	35	0.1	-0.9	4.7	18.42	69	35	10.6	21.2	35	1.2	-0.7	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	4	3	0.0	15	96	10
2.5		4	70	5	28	0.5	-0.4	5.6	40.93	47	35	10.6	21.2	35	1.2	-0.7	0.0	43.1	50.3	7.4	0.0	4	3	0.0	15	0	10
22	4.93	4	38	1	35	-0.4	-5.5	10.0	3.09	74	35	10.6	21.2	35	3.4	-1.0	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	10	8	0.0	15	50	10
22	5.99	/	30	3	35	0.2	-4.2	10.2	4.05	75	35	10.6	21.2	35	3.4	-1.0	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	10	8	0.0	15	46	10
2.5		4	70	5	35	0.6	-2.2	10.5	7.39	67	35	10.6	21.2	35	3.4	-1.0	0.0	43.0	50.2	7.4	0.0	10	8	0.0	15	0	10
23	7.05	2	38	1	36	-0.2	0.1	0.2	135.47	44	35	10.6	21.2	25	-3.1	-0.5	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	8	7	0.0	15	0	10
23	8.10	/	30	3	34	0.1	-1.5	0.7	11.72	69	35	10.6	21.2	25	-3.1	-0.5	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	8	7	0.0	15	96	10
2.5		4	70	5	25	0.2	-3.0	0.3	5.76	68	35	10.6	21.2	25	-3.1	-0.5	0.0	43.1	50.4	7.4	0.0	8	7	0.0	15	0	10
23	5.99	3	38	1	34	-0.3	0.1	5.2	105.47	45	35	10.6	21.2	25	-1.0	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	2	0.0	15	0	10
23	7.05	/	30	3	25	0.1	-0.6	4.2	30.93	65	35	10.6	21.2	25	-1.0	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	2	0.0	15	96	10
2.5		4	70	5	25	0.4	-0.9	4.4	17.75	62	35	10.6	21.2	25	-1.0	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	4	2	0.0	15	0	10
23	4.93	4	38	1	34	-0.3	0.7	10.2	23.21	65	35	10.6	21.2	29	0.3	0.9	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0	2	2	0.0	15	48	10
23	5.99	/	30	3	34	0.2	0.5	10.4	29.85	65	35	10.6	21.2	25	-0.5	-0.6	0.0	43.2	50.4	7.4	0.0						



### 11.2.6 Calcolo del taglio di progetto

In colonne sismiche primarie i valori di progetto dell'azione di taglio devono essere determinati in accordo con il criterio della capacità sulla base dell'equilibrio della colonna sotto l'azione dei momenti relativi alle sezioni di estremità  $M_{i,d}$  (dove  $i=1,2$  denota, le sezioni di estremità della colonna), che corrispondono alla formazione della cerniera plastica per le direzioni positive e negative dell'azione sismica.

$$V_{\max} = \gamma_{Rd} \frac{M^s_{i,d} + M^i_{i,d}}{l_{cl}}$$

I momenti di estremità  $M_{i,d}$  superiore ed inferiore sono stati determinati con la seguente espressione

$$M_{i,d} = M_{c,Rd} \cdot \min\left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}}\right)$$

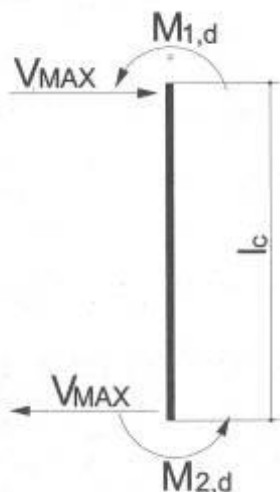
dove:

$\gamma_{Rd}$  è il coefficiente che tiene conto della sovraresistenza dovuta all'incrudimento dell'acciaio e al confinamento del calcestruzzo della zona compressa della sezione:

$$\gamma_{Rd} = 1,1;$$

$M_{c,Rd}$  è la capacità a flessione nella sezione di estremità (superiore o inferiore);

$l_{cl}$  è la lunghezza di calcolo della colonna



**Figura 35: Criterio della capacità per il calcolo del taglio sollecitante**

### 11.2.7 Verifica di resistenza a taglio in zona critica

La resistenza a taglio è stata calcolata come specificato nelle NTC2018, paragrafo 4.1.2.1.3.2. Si esegue il calcolo della resistenza dell'elemento con armatura trasversale a taglio nelle due direzioni x e y. Si confronta poi il valore della resistenza con il taglio sollecitante di progetto calcolato nelle due direzioni.

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad [\text{NTC2018-}\S 4.1.2.1.3.2]$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c f'_{cd} \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rdc})$$

dove:

$A_{sw}$  è l'area efficace dell'armatura a taglio nella spaziatura  $s$ ;

$0.9d$  è il braccio della coppia interna,

$\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento ( $90^\circ$ )

$\theta$  è l'angolo variabile tra il puntone compresso di calcestruzzo e l'asse del pilastro perpendicolare alla forza di taglio. E' possibile determinare tale angolo graficamente riportando le funzioni  $V_{Rd,s}$  e  $V_{Rdc}$  in funzione di  $\theta$  per le due direzioni di taglio

$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$

$f'_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del cls d'anima =  $0.5 f_{cd}$

### 11.2.8 Verifiche in capacità pilastri e gerarchia Trave-colonna

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa *VERIFICHE DI DUTTILITA' ASTE IN C.A. - PILASTRI e GERARCHIE TRAVE COLONNA*.

Filo Iniziale	:	Numero del filo iniziale
Filo Finale	:	Numero del filo finale
Quota Iniziale	:	Altezza del nodo iniziale
Quota Finale	:	Altezza del nodo finale
Tratto	:	Numero della suddivisione dell'elemento. Se l'elemento è unico, ovvero non suddiviso in più tratti, la colonna è bianca
Sez.	:	Numero della sezione in archivio
Bas	:	Base della sezione
Alt	:	Altezza della sezione
gRd	:	Coefficiente di amplificazione dei momenti resistenti per il calcolo del taglio di progetto
Passo	:	Passo staffe
Lun	:	Lunghezza del tratto da staffare

#### Pilastri

Concio	:	i = iniziale; c = campata; f = finale
$\alpha_x$ e $\alpha_y$	:	coefficienti di sovraresistenza del momento di verifica del pilastro in direzione X e Y
$\alpha_x \cdot M_x, M_y, N$	:	Sollecitazioni di progetto per il sisma in direzione X
$M_x, \alpha_y \cdot M_y, N$	:	Sollecitazioni di progetto per il sisma in direzione Y
$M_{rx}, M_{ry}$	:	Momenti resistenti del pilastro nelle due direzioni
$V_x, V_y$	:	Tagli di progetto calcolati dai momenti resistenti del pilastro, amplificati del

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 87 di 142

coefficiente gRd. Al fine della verifica, i due tagli di progetto, vengono considerati agenti indipendentemente e vengono accoppiati con il taglio di calcolo in direzione ortogonale

V Rxd, VRyd : Taglio resistente in direzione X e Y. I tagli resistenti possono essere riferiti al cls o alle staffe in base a quale materiale ha il coefficiente di impegno maggiore

Limite : Segnala quale taglio e' stato utilizzato come limite massimo per la verifica:  
 Svr -> La verifica e' effettuata sempre con il taglio di sovra resistenza  
 Q=1 -> Se il taglio di sovra resistenza supera il taglio con lo spettro elastico (q=1) la verifica e' effettuata con il taglio calcolato con lo spettro elastico

### Gerarchia Trave-Colonna

- Nodo3d : Numero del nodo dove si effettua il controllo di gerarchia  
 Filo, Quota : Numero del filo e quota del nodo in esame  
 PilInf, PilSup : Numero del pilastro inferiore e superiore collegati al Nodo3d  
 TravX+; TravX- : Numero delle travi in direzione X collegate al Nodo3d  
 TravY+; TravY- : Numero delle travi in direzione Y collegate al Nodo3d  
 SMxc,pl,Rd : Sommatoria dei momenti plastici delle colonne in direzione X  
 gSMxb,pl,Rd : Sommatoria dei momenti plastici delle travi in direzione X amplificate del coefficiente di sovraresistenza  
 SMyc,pl,Rd : Sommatoria dei momenti plastici delle colonne in direzione Y  
 gSMyb,pl,Rd : Sommatoria dei momenti plastici delle travi in direzione Y amplificate del coefficiente di sovraresistenza  
 Flag Verifica : Flag di controllo (SMxc,pl,Rd > gSMxb,pl,Rd ; SMyc,pl,Rd > gSMyb,pl,Rd) :  
 - "OK" = Gerarchia della resistenza soddisfatta  
 - "Elastico" = Colonna protetta dalla plasticizzazione anticipata in quanto sovraresistente rispetto all' azione sismica elastica (q=1)

VERIFICHE IN CAPACITA' ASTE IN C.A. - PILASTRI																					
Filo Iniz. Fin. N.ro	Quota Iniz. Final (m)	Tratto Nr	Sez Bas Alt cm	SOVRARESIST.			SOLLECITAZIONI SISMA X			SOLLECITAZIONI SISMA Y			MOM. RESISTENTI		TAGLIO PROG.		TAGLIO RESISTENTE				
				Co nc	αx	αy	αx*Mx (t*m)	My (t*m)	N (t)	Mx (t*m)	αy*My (t*m)	N (t)	Mmux (t*m)	Mruy (t*m)	Vx (t)	Vy (t)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	staffe PasLun	Li m.	
10	4.93	37	i	3.0	2.5	80.71	1.33	-58.16	-5.11	10.71	-29.05	-105.04	47.39	11.54	45.33	70.79	77.01	17	76	q	
10	0.00	40	c											11.54	45.33	36.48	52.08	25	290	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	31.50	-11.88	-41.68	25.21	-21.80	-26.76	105.47	-47.50	11.54	45.33	70.79	77.01	12	92	1
11	4.93	37	i	3.0	3.9	-67.64	-1.00	-43.49	-10.24	-15.01	-44.63	-89.44	42.60	12.99	38.19	69.91	76.04	17	76	q	
11	0.00	40	c											12.99	38.19	36.48	52.08	25	260	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	24.23	-11.81	-45.78	10.17	-24.10	-44.78	89.89	-42.82	12.99	38.19	69.91	76.04	17	121	1
12	4.93	37	i	3.2	3.2	68.57	4.19	-44.24	-10.06	-17.59	-45.90	-89.63	42.69	14.62	38.33	70.12	76.27	17	76	q	
12	0.00	40	c											14.62	38.33	36.48	52.08	25	266	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	24.45	1.10	-47.85	-9.51	-24.57	-46.19	90.08	-42.91	14.62	38.33	70.12	76.27	17	116	1
13	4.93	37	i	3.2	2.7	68.18	5.12	-43.73	-10.34	-20.07	-45.63	89.55	42.65	16.46	38.56	70.08	76.23	17	76	q	
13	0.00	40	c											16.46	38.56	36.48	52.08	25	271	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	24.52	2.64	-47.93	-9.84	-26.13	-46.03	-90.00	-42.87	16.46	38.56	70.08	76.23	17	111	1
14	4.93	37	i	2.7	2.5	-66.82	-3.94	-47.93	-15.67	-22.85	-51.84	90.40	43.07	17.80	42.21	70.03	76.17	17	76	q	
14	0.00	40	c											17.80	42.21	36.48	52.08	25	300	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	26.76	4.09	-51.14	-15.45	-26.78	-39.40	-90.85	-43.29	17.80	42.21	70.03	76.17	16	102	1
15	4.93	37	i	2.9	2.4	-83.25	-3.78	-50.15	-37.04	-23.54	-71.15	104.78	47.32	15.65	50.43	68.07	74.05	17	76	q	
15	0.00	40	c											15.65	50.43	36.48	52.08	25	300	=	
	gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	41.78	11.81	-74.35	-40.52	-21.38	-1.38	-105.21	-47.43	15.65	50.43	68.07	74.05	12	82	1
16	2.97	37	i	3.7	1.0	24.35	2.36	-36.82	7.02	5.91	-10.77	92.63	44.16	12.22	47.91	68.87	74.92	17	70	q	
16	0.00	40	c											12.22	47.91	36.48	52.08	25	102	=	

VERIFICHE IN CAPACITA' ASTE IN C.A. - PILASTRI																							
Filo Iniz. Fin. N.ro	Quota Iniz. Final (m)	Tr at to Nr	Sez Bas Alt cm	SOVRARESIST. Co nc	$\alpha_x$	$\alpha_y$	SOLLECITAZIONI SISMA X				SOLLECITAZIONI SISMA Y				MOM. RESISTENTI		TAGLIO PROG.		TAGLIO RESISTENTE				
							$\alpha_x * M_x$ (t*m)	$M_y$ (t*m)	$N$ (t)	$M_x$ (t*m)	$\alpha_y * M_y$ (t*m)	$N$ (t)	$M_{Rux}$ (t*m)	$M_{Ruy}$ (t*m)	$V_x$ (t)	$V_y$ (t)	$V_{Rxd}$ (t)	$V_{Ryd}$ (t)	staffe PasLun	Li m.			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	-33.88	18.56	-15.62	-23.37	20.09	-12.47	-92.86	44.27	12.22	47.91	68.87	74.92	13	70	1			
17	4.93	37	i	3.9	2.3	62.47	3.24	-45.56	-4.81	15.56	-54.42	79.17	-39.76	16.95	40.80	69.68	75.80	17	71	q			
17	0.00	40	c											16.95	40.80	36.48	52.08	25	259	=			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	-25.60	7.93	-41.61	-1.26	25.86	-35.83	-79.59	40.02	16.95	40.80	69.68	75.80	15	98	1			
18	4.93	37	i	2.9	2.6	55.02	-0.92	-42.86	3.24	14.23	-44.57	77.72	-38.84	15.64	38.57	69.68	75.79	17	71	q			
18	0.00	40	c											15.64	38.57	36.48	52.08	25	243	=			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	23.42	1.01	-47.06	3.87	25.10	-45.44	-78.13	39.10	15.64	38.57	69.68	75.79	17	113	1			
19	4.93	37	i	2.8	3.2	54.97	-0.93	-43.61	3.30	13.06	-44.89	-77.73	-38.85	13.85	39.07	69.72	75.84	17	71	q			
19	0.00	40	c											13.85	39.07	36.48	52.08	25	239	=			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	-23.68	9.85	-46.66	4.11	23.50	-45.58	78.15	39.11	13.85	39.07	69.72	75.84	17	118	1			
20	3.53	37	i	2.1	1.0	33.89	1.01	-50.66	-2.47	4.80	-44.74	-78.58	39.39	12.18	50.97	70.36	76.54	17	70	q			
20	0.00	40	c											12.18	50.97	36.48	52.08	25	133	=			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	-26.79	1.06	-52.82	-0.94	23.23	-46.90	78.88	39.57	12.18	50.97	70.36	76.54	17	105	1			
21	3.53	37	i	2.7	1.0	-57.49	1.04	-51.96	-12.87	3.55	-24.09	-82.90	42.13	11.59	59.03	71.59	77.88	17	70	q			
21	0.00	40	c											11.59	59.03	41.45	59.18	22	168	=			
gRd=	1.1	70	f	1.0	1.0	31.74	8.74	-54.11	13.09	21.80	-26.25	83.18	42.32	11.59	59.03	71.59	77.88	11	70	1			
16	4.93	37	i	2.4	2.0	45.88	-0.71	-35.54	0.57	15.89	-28.26	-88.19	41.99	19.66	88.75	95.63	104.02	0	65	q			
16	2.97	40	c											19.66	88.75	95.63	104.02	0	0	=			
gRd=	1.1	70	f	2.3	1.0	50.21	0.40	-19.94	-28.74	3.13	-32.50	88.32	-42.05	19.66	88.75	95.63	104.02	0	65	1			
20	4.93	37	i	3.3	3.9	59.04	-0.83	-41.71	2.42	11.02	-45.39	77.92	-38.97	12.49	54.59	69.69	75.81	17	37	q			
20	3.53	40	c											12.49	54.59	39.65	56.61	23	0	=			
gRd=	1.1	70	f	2.2	1.0	-29.60	0.89	-44.41	-6.26	2.72	-41.29	-77.99	39.01	12.49	54.59	69.69	75.81	17	37	1			
21	4.93	37	i	3.5	3.9	63.44	0.92	-45.78	16.19	6.75	-61.88	-80.98	-40.90	10.15	60.01	70.04	76.19	17	37	q			
21	3.53	40	c											10.15	60.01	43.43	62.00	21	0	=			
gRd=	1.1	70	f	3.9	1.0	-29.30	1.13	-56.43	-2.25	3.01	-23.45	81.05	40.95	10.15	60.01	70.04	76.19	17	37	1			
10	9.16	37	i	1.0	1.0	16.57	-7.47	-17.50	16.57	-7.47	-17.50	-85.80	40.25	2.43	33.08	63.56	69.13	17	70	q			
10	4.93	40	c											2.43	33.08	36.48	52.08	25	200	=			
gRd=	1.1	70	f	3.3	2.5	-61.80	0.87	-15.81	16.16	16.93	-8.83	86.13	40.48	2.43	33.08	63.56	69.13	17	75	1			
11	9.16	37	i	1.0	1.0	-9.61	1.78	-9.43	6.04	-7.51	-13.54	-61.83	31.83	2.90	24.41	63.46	69.03	17	87	q			
11	4.93	40	c											2.90	24.41	36.48	52.08	25	154	=			
gRd=	1.1	70	f	2.9	2.2	41.28	3.94	-12.02	2.58	19.46	-10.89	62.16	32.15	2.90	24.41	63.46	69.03	17	104	1			
12	9.16	37	i	1.0	1.0	-9.15	1.28	-9.94	4.88	-6.68	-12.46	-61.69	31.69	3.93	24.02	63.46	69.04	17	86	q			
12	4.93	40	c											3.93	24.02	36.48	52.08	25	127	=			
gRd=	1.1	70	f	3.1	2.0	40.60	3.79	-12.45	1.30	21.60	-11.72	62.02	32.01	3.93	24.02	63.46	69.04	17	133	1			
13	9.16	37	i	1.0	1.0	-9.08	0.74	-10.14	4.71	-5.83	-12.34	-61.67	31.67	5.38	24.14	63.47	69.04	17	72	q			
13	4.93	40	c											5.38	24.14	36.48	52.08	25	132	=			
gRd=	1.1	70	f	3.1	1.9	40.51	3.65	-12.61	0.78	23.72	-11.68	62.00	32.00	5.38	24.14	63.47	69.04	17	141	1			
14	9.16	37	i	1.0	1.0	9.19	-0.19	-9.42	1.72	-4.79	-12.92	61.80	31.80	6.96	23.99	63.43	68.99	17	70	q			
14	4.93	40	c											6.96	23.99	36.48	52.08	25	121	=			
gRd=	1.1	70	f	3.3	1.9	-37.65	1.17	-13.46	-5.97	25.71	-10.16	-62.13	32.12	6.96	23.99	63.43	68.99	17	154	1			
15	9.16	37	i	1.0	1.0	21.10	-0.06	0.09	-7.18	-2.55	-15.20	85.84	40.27	9.03	36.64	63.06	68.59	17	70	q			
15	4.93	40	c											9.03	36.64	36.48	52.08	25	203	=			
gRd=	1.1	70	f	2.5	1.9	-52.69	7.14	-7.20	-29.23	26.60	-2.32	-86.17	40.50	9.03	36.64	63.06	68.59	17	72	1			
16	9.16	37	i	1.0	1.0	18.03	0.11	-1.65	-10.54	2.78	-15.50	62.45	-32.45	9.35	12.18	63.15	68.69	17	106	q			
16	4.93	40	c											9.35	12.18	36.48	52.08	25	183	=			
gRd=	1.1	70	f	2.7	1.4	-22.44	4.30	-16.50	-1.38	-22.29	-3.16	62.81	-32.80	9.35	12.18	63.15	68.69	17	94	1			
17	9.16	37	i	1.0	1.0	8.16	0.20	-10.25	-2.45	5.03	-12.00	-61.64	-31.64	6.49	17.61	63.44	69.00	17	70	q			
17	4.93	40	c											6.49	17.61	36.48	52.08	25	161	=			
gRd=	1.1	70	f	2.6	1.5	-27.41	-3.68	-12.93	-3.22	-21.33	-11.70	-62.00	-32.00	6.49	17.61	63.44	69.00	17	152	1			
18	9.16	37	i	1.0	1.0	-7.97	0.21	-10.49	-0.65	6.11	-12.59	61.70	-31.71	4.99	16.84	63.50	69.07	17	105	q			
18	4.93	40	c											4.99	16.84	36.48	52.08	25	79	=			
gRd=	1.1	70	f	2.7	1.6	25.16	-6.66	-13.17	4.08	-19.49	-12.00	62.07	-32.06	4.99	16.84	63.50	69.07	17	199	1			
19	9.16	37	i	1.0	1.0	-8.01	0.21	-10.53	0.26	6.98	-12.79	-61.73	-31.73	3.64	16.93	63.50	69.07	17	148	q			
19	4.93	40	c											3.64	16.93	36.48	52.08	25	32	=			
gRd=	1.1	70	f	2.7	1.7	25.09	-5.73	-13.21	3.98	-17.65	-12.02	62.10	-32.09	3.64	16.93	63.50	69.07	17	204	1			
20	9.16	37	i	1.0	1.0	-8.01	0.26	-10.57	1.27	7.75	-13.43	-61.82	-31.82	2.93	16.79	63.48	69.06	17	91	q			
20	4.93	40	c											2.93	16.79	36.48	52.08	25	173	=			
gRd=	1.1	70	f	2.7	1.8	27																	

Filo Iniz. Fin. Ctg9	Quota Iniz. Final	Traz. cm	Sez. Bas. Alt. cm	C.omb. in. cm	Tagli Analisi		Tagli Progetto		Tagli Resistenti Calcestruzzo			Tagli Resistenti Staffe			Staffe			Tagli con q=1		Tagli Sovra Resistenza		Limite
					Vx (t)	Vy (t)	Vx (t)	Vy (t)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	Coef	V Rxd (t)	V Ryd (t)	Coef	Pas cm	Lun cm	Fi mm	Vx (t)	Vy (t)	Vx (t)	Vy (t)	
10	4.93	37	1	24	3.0	13.1	11.5	45.3	70.8	77.0	0.63	53.6	76.6	0.59	17	76	10	11.5	45.3	22.8	50.6	q
10	0.00	40	3	24	3.0	13.1	11.5	45.3	70.8	77.0	0.63	36.5	52.1	0.87	25	290	10	11.5	45.3	22.8	50.6	=
2.50		70	5	24	3.0	13.1	11.5	45.3	70.8	77.0	0.63	53.6	76.6	0.59	12	92	10	11.5	45.3	22.8	50.6	1
11	4.93	37	1	40	6.4	3.7	13.0	38.2	69.9	76.0	0.50	53.6	76.6	0.50	17	76	10	13.0	38.2	20.5	43.1	q
11	0.00	40	3	39	6.4	3.6	13.0	38.2	69.9	76.0	0.50	36.5	52.1	0.73	25	260	10	13.0	38.2	20.5	43.1	=
2.50		70	5	40	6.4	3.7	13.0	38.2	69.9	76.0	0.50	53.6	76.6	0.50	17	121	10	13.0	38.2	20.5	43.1	1
12	4.93	37	1	30	7.1	-4.1	14.6	38.3	70.1	76.3	0.50	53.6	76.6	0.50	17	76	10	14.6	38.3	20.6	43.2	q
12	0.00	40	3	29	7.1	-4.0	14.6	38.3	70.1	76.3	0.50	36.5	52.1	0.74	25	266	10	14.6	38.3	20.6	43.2	=
2.50		70	5	30	7.1	-4.1	14.6	38.3	70.1	76.3	0.50	53.6	76.6	0.50	17	116	10	14.6	38.3	20.6	43.2	1
13	4.93	37	1	30	7.8	-4.2	16.5	38.6	70.1	76.2	0.50	53.6	76.6	0.50	17	76	10	16.5	38.6	20.5	43.1	q
13	0.00	40	3	30	7.8	-4.2	16.5	38.6	70.1	76.2	0.50	36.5	52.1	0.74	25	271	10	16.5	38.6	20.5	43.1	=
2.50		70	5	30	7.8	-4.2	16.5	38.6	70.1	76.2	0.50	53.6	76.6	0.50	17	111	10	16.5	38.6	20.5	43.1	1
14	4.93	37	1	30	8.2	-6.8	17.8	42.2	70.0	76.2	0.55	53.6	76.6	0.55	17	76	10	17.8	42.2	20.7	43.5	q
14	0.00	40	3	30	8.2	-6.8	17.8	42.2	70.0	76.2	0.55	36.5	52.1	0.81	25	280	10	17.8	42.2	20.7	43.5	=
2.50		70	5	30	8.2	-6.8	17.8	42.2	70.0	76.2	0.55	53.6	76.6	0.55	16	102	10	17.8	42.2	20.7	43.5	1
15	4.93	37	1	30	7.2	-17.4	15.6	50.4	68.1	74.1	0.79	53.6	76.6	0.66	17	76	10	15.6	52.8	22.8	50.4	q
15	0.00	40	3	30	7.2	-17.4	15.6	50.4	68.1	74.1	0.79	36.5	52.1	0.97	25	300	10	15.6	52.8	22.8	50.4	=
2.50		70	5	30	7.2	-17.4	15.6	50.4	68.1	74.1	0.79	53.6	76.6	0.66	12	82	10	15.6	52.8	22.8	50.4	1
16	2.97	37	1	37	2.7	18.8	12.2	47.9	68.9	74.9	0.68	53.6	76.6	0.63	17	70	10	12.2	47.9	40.2	84.3	q
16	0.00	40	3	37	2.7	18.8	12.2	47.9	68.9	74.9	0.68	36.5	52.1	0.92	25	102	10	12.2	47.9	40.2	84.3	=
2.50		70	5	37	2.7	18.8	12.2	47.9	68.9	74.9	0.68	53.6	76.6	0.63	13	70	10	12.2	47.9	40.2	84.3	1
17	4.93	37	1	34	-7.8	-1.4	16.9	40.8	69.7	75.8	0.54	53.6	76.6	0.53	17	71	10	16.9	42.1	20.5	40.8	q
17	0.00	40	3	34	-7.8	-1.4	16.9	40.8	69.7	75.8	0.54	36.5	52.1	0.78	25	259	10	16.9	42.1	20.5	40.8	=
2.50		70	5	34	-7.8	-1.4	16.9	40.8	69.7	75.8	0.54	53.6	76.6	0.53	15	98	10	16.9	42.1	20.5	40.8	1
18	4.93	37	1	34	-7.3	1.7	15.6	38.6	69.7	75.8	0.51	53.6	76.6	0.50	17	71	10	15.6	38.6	20.0	40.1	q
18	0.00	40	3	34	-7.3	1.7	15.6	38.6	69.7	75.8	0.51	36.5	52.1	0.74	25	243	10	15.6	38.6	20.0	40.1	=
2.50		70	5	34	-7.3	1.7	15.6	38.6	69.7	75.8	0.51	53.6	76.6	0.50	17	113	10	15.6	38.6	20.0	40.1	1
19	4.93	37	1	33	-6.6	1.7	13.8	39.1	69.7	75.8	0.51	53.6	76.6	0.51	17	71	10	13.8	39.1	20.0	40.1	q
19	0.00	40	3	33	-6.6	1.7	13.8	39.1	69.7	75.8	0.51	36.5	52.1	0.75	25	239	10	13.8	39.1	20.0	40.1	=
2.50		70	5	33	-6.6	1.7	13.8	39.1	69.7	75.8	0.51	53.6	76.6	0.51	17	118	10	13.8	39.1	20.0	40.1	1
20	3.53	37	1	15	0.0	-13.9	12.2	51.0	70.4	76.5	0.67	53.6	76.6	0.67	17	70	10	12.2	51.0	28.2	56.2	q
20	0.00	40	3	15	0.0	-13.9	12.2	51.0	70.4	76.5	0.67	36.5	52.1	0.98	25	133	10	12.2	51.0	28.2	56.2	=
2.50		70	5	15	0.0	-13.9	12.2	51.0	70.4	76.5	0.67	53.6	76.6	0.67	17	105	10	12.2	51.0	28.2	56.2	1
21	3.53	37	1	19	-2.7	17.2	11.6	59.0	71.6	77.9	0.80	53.6	76.6	0.77	17	70	10	11.6	59.0	30.2	59.3	q
21	0.00	40	3	19	-2.7	17.2	11.6	59.0	71.6	77.9	0.76	41.5	59.2	1.00	22	168	10	11.6	59.0	30.2	59.3	=
2.50		70	5	19	-2.7	17.2	11.6	59.0	71.6	77.9	0.80	53.6	76.6	0.77	11	70	10	11.6	59.0	30.2	59.3	1
16	4.93	37	1	37	5.9	35.4	19.7	88.7	95.6	104.0	1.09	33.2	47.3	2.23	0	65	10	19.7	88.7	70.6	148.2	q
16	2.97	40	3	0	0.0	0.0	19.7	88.7	95.6	104.0	0.20	20.3	28.9	0.97	0	0	10	19.7	88.7	70.6	148.2	=
1.00		70	5	37	5.9	35.4	19.7	88.7	95.6	104.0	1.09	33.2	47.3	2.23	0	65	10	19.7	88.7	70.6	148.2	1
20	4.93	37	1	12	-2.9	-16.8	12.5	54.6	69.7	75.8	0.76	53.6	76.6	0.71	17	37	10	12.5	54.6	114.4	228.7	q
20	3.53	40	3	0	0.0	0.0	12.5	54.6	69.7	75.8	0.72	39.7	56.6	0.96	23	0	10	12.5	54.6	114.4	228.7	=
2.50		70	5	12	-2.9	-16.8	12.5	54.6	69.7	75.8	0.76	53.6	76.6	0.71	17	37	10	12.5	54.6	114.4	228.7	1
21	4.93	37	1	31	2.1	-25.2	10.2	60.0	70.0	76.2	0.82	53.6	76.6	0.78	17	37	10	10.2	60.0	120.1	237.7	q
21	3.53	40	3	0	0.0	0.0	10.2	60.0	70.0	76.2	0.79	43.4	62.0	0.97	21	0	10	10.2	60.0	120.1	237.7	=
2.50		70	5	31	2.1	-25.2	10.2	60.0	70.0	76.2	0.82	53.6	76.6	0.78	17	37	10	10.2	60.0	120.1	237.7	1
10	9.16	37	1	28	-1.6	-13.3	2.4	33.1	63.6	69.1	0.50	53.6	76.6	0.43	17	70	10	2.4	33.1	25.7	54.8	q
10	4.93	40	3	28	-1.6	-13.3	2.4	33.1	63.6	69.1	0.50	36.5	52.1	0.63	25	200	10	2.4	33.1	25.7	54.8	=
2.50		70	5	28	-1.6	-13.3	2.4	33.1	63.6	69.1	0.50	53.6	76.6	0.43	17	75	10	2.4	33.1	25.7	54.8	1
11	9.16	37	1	24	-0.7	6.9	2.9	24.4	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.32	17	87	10	2.9	24.4	20.4	39.5	q
11	4.93	40	3	24	-0.7	6.9	2.9	24.4	63.5	69.0	0.36	36.5	52.1	0.47	25	154	10	2.9	24.4	20.4	39.5	=
2.50		70	5	24	-0.7	6.9	2.9	24.4	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.32	17	104	10	2.9	24.4	20.4	39.5	1
12	9.16	37	1	23	-0.7	6.5	3.9	24.0	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.31	17	86	10	3.9	24.0	20.3	39.4	q
12	4.93	40	3	24	-0.7	6.6	3.9	24.0	63.5	69.0	0.36	36.5	52.1	0.46	25	127	10	3.9	24.0	20.3	39.4	=
2.50		70	5	23	-0.7	6.5	3.9	24.0	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.31	17	133	10	3.9	24.0	20.3	39.4	1
13	9.16	37	1	24	-0.7	6.5	5.4	24.1	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.31	17	72	10	5.4	24.1	20.3	39.4	q
13	4.93	40	3	24	-0.7	6.5	5.4	24.1	63.5	69.0	0.36	36.5	52.1	0.46	25	132	10	5.4	24.1	20.3	39.4	=
2.50		70	5	24	-0.7	6.5	5.4	24.1	63.5	69.0	0.36	53.6	76.6	0.31	17	141	10	5.4	24.1	20.3	39.4	1

VERIFICHE ASTE IN C.A. - PILASTRI																						
RIEPILOGO VERIFICHE A TAGLIO PILASTRI																						
Filo Iniz. Ctgθ	Quota Iniz. Final	Tratto	Sez Bas Alt cm	Conc. in cm	Tagli Analisi		Tagli Progetto		Tagli Resistenti Calcestruzzo			Tagli Resistenti Staffe			Staffe			Tagli con q = 1		Tagli Sovra Resistenza		Limite
					Vx (t)	Vy (t)	Vx (t)	Vy (t)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	Coef	V Rxd (t)	V Ryd (t)	Coef	Pas cm	Lun cm	Fi mm	Vx (t)	Vy (t)	Vx (t)	Vy (t)	
14	9.16	37	1	30	-3.4	-3.2	7.0	24.0	63.4	69.0	0.35	53.6	76.6	0.31	17	70	10	7.0	24.0	20.4	39.5	q
14	4.93	40	3	30	-3.4	-3.2	7.0	24.0	63.4	69.0	0.35	36.5	52.1	0.46	25	121	10	7.0	24.0	20.4	39.5	=
2.50		70	5	30	-3.4	-3.2	7.0	24.0	63.4	69.0	0.35	53.6	76.6	0.31	17	154	10	7.0	24.0	20.4	39.5	1
15	9.16	37	1	30	-4.3	-14.6	9.0	36.6	63.1	68.6	0.60	53.6	76.6	0.48	17	70	10	9.0	36.6	25.8	54.8	q
15	4.93	40	3	30	-4.3	-14.6	9.0	36.6	63.1	68.6	0.60	36.5	52.1	0.70	25	203	10	9.0	36.6	25.8	54.8	=
2.50		70	5	30	-4.3	-14.6	9.0	36.6	63.1	68.6	0.60	53.6	76.6	0.48	17	72	10	9.0	36.6	25.8	54.8	1
16	9.16	37	1	34	4.4	-4.6	9.3	12.2	63.1	68.7	0.25	53.6	76.6	0.16	17	106	10	9.3	12.2	18.7	36.0	q
16	4.93	40	3	34	4.4	-4.6	9.3	12.2	63.1	68.7	0.15	36.5	52.1	0.26	25	183	10	9.3	12.2	18.7	36.0	=
2.50		70	5	34	4.4	-4.6	9.3	12.2	63.1	68.7	0.25	53.6	76.6	0.16	17	94	10	9.3	12.2	18.7	36.0	1
17	9.16	37	1	33	3.2	-1.0	6.5	17.6	63.4	69.0	0.25	53.6	76.6	0.23	17	70	10	6.5	17.6	18.3	35.5	q
17	4.93	40	3	34	3.3	-1.0	6.5	17.6	63.4	69.0	0.25	36.5	52.1	0.34	25	161	10	6.5	17.6	18.3	35.5	=
2.50		70	5	33	3.2	-1.0	6.5	17.6	63.4	69.0	0.25	53.6	76.6	0.23	17	152	10	6.5	17.6	18.3	35.5	1
18	9.16	37	1	34	2.6	1.7	5.0	16.8	63.5	69.1	0.24	53.6	76.6	0.22	17	105	10	5.0	16.8	18.3	35.5	q
18	4.93	40	3	34	2.6	1.7	5.0	16.8	63.5	69.1	0.24	36.5	52.1	0.32	25	79	10	5.0	16.8	18.3	35.5	=
2.50		70	5	34	2.6	1.7	5.0	16.8	63.5	69.1	0.24	53.6	76.6	0.22	17	199	10	5.0	16.8	18.3	35.5	1
19	9.16	37	1	15	0.5	-4.5	3.6	16.9	63.5	69.1	0.25	53.6	76.6	0.22	17	148	10	3.6	16.9	18.3	35.6	q
19	4.93	40	3	19	1.6	4.5	3.6	16.9	63.5	69.1	0.27	36.5	52.1	0.32	25	32	10	3.6	16.9	18.3	35.6	=
2.50		70	5	15	0.5	-4.5	3.6	16.9	63.5	69.1	0.25	53.6	76.6	0.22	17	204	10	3.6	16.9	18.3	35.6	1
20	9.16	37	1	19	1.2	4.7	2.9	16.8	63.5	69.1	0.26	53.6	76.6	0.22	17	91	10	2.9	16.8	18.4	35.6	q
20	4.93	40	3	19	1.2	4.7	2.9	16.8	63.5	69.1	0.26	36.5	52.1	0.32	25	173	10	2.9	16.8	18.4	35.6	=
2.50		70	5	19	1.2	4.7	2.9	16.8	63.5	69.1	0.26	53.6	76.6	0.22	17	118	10	2.9	16.8	18.4	35.6	1
21	9.16	37	1	31	1.5	-8.6	3.0	21.2	63.6	69.2	0.33	53.6	76.6	0.28	17	70	10	3.0	21.2	18.7	35.9	q
21	4.93	40	3	31	1.5	-8.6	3.0	21.2	63.6	69.2	0.33	36.5	52.1	0.41	25	237	10	3.0	21.2	18.7	35.9	=
2.50		70	5	31	1.5	-8.6	3.0	21.2	63.6	69.2	0.33	53.6	76.6	0.28	17	76	10	3.0	21.2	18.7	35.9	1

Il taglio di progetto risulta essere quello per q=1 e quindi il taglio di progetto quello determinato dall'analisi elastica della struttura.

### 11.2.9 Verifica S.L.E. Pilastro

Una volta determinate le armature dei pilastri il programma di calcolo esegue le verifiche alle tensioni ed allo stato limite di fessurazione secondo i limiti del precedente par. 4.3.2.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in cls per gli stati limiti di esercizio.

- Filo** : Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
- Quota** : Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce
- Fessura** : Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 91 di 142

*avuta la massima fessura*  
**Mf X** : Momento flettente asse vettore X  
**Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y  
**N** : Sforzo normale  
**Frecce** : Freccia limite e freccia massima di calcolo  
**Combin** : Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima  
**Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul calcestruzzo, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul calcestruzzo  
 **$\sigma_{lim}$**  : Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>  
 **$\sigma_{cal}$**  : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup>  
**Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione  
**Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione  
**Mf X** : Momento flettente asse vettore X  
**Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y  
**N** : Sforzo normale

PILASTRI																							
FESSURAZIONE											FRECCIE		TENSIONI										
Filo	Quota	Tra	Combi	Fessu. mm	dist	Con	Com	Mf X	Mf Y	N	Frecce mm	Com	Combinaz	$\sigma$ lim.	$\sigma$ cal.	Co	Comb	Mf X	Mf Y	N			
In fi	In Fi	tto	Caric	lim	mm	cio	bin	(t*m)	(t*m)	(t)	limite calc	bin	Carico	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	nc		(t*m)	(t*m)	(t)			
9	2.97	1	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-0.5	0.5	-4.3		Rara cls	165.0	10.9	5	8	0.3	0.5	-14.8			
9	1.98	/	Rara										Rara fer	3375	62	5	8	0.3	0.5	-14.8			
		3	Perm										Perm cls	120.0	7.9	5	1	-0.1	0.5	-9.1			
10	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	5	5.7	-5.2	-54.8		Rara cls	165.0	57.8	5	5	5.7	-5.2	-54.8			
10	0.00		Freq										Rara fer	3375	332	5	5	5.7	-5.2	-54.8			
			Perm										Perm cls	120.0	48.0	5	1	2.9	-5.1	-51.5			
11	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	6	-0.3	-6.1	-51.6		Rara cls	165.0	51.2	5	3	1.6	-5.9	-51.3			
11	0.00		Freq										Rara fer	3375	283	5	5	2.2	-5.6	-49.5			
			Perm										Perm cls	120.0	45.1	5	1	0.6	-5.5	-46.5			
12	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	6	0.3	-6.1	-52.8		Rara cls	165.0	49.1	5	6	0.3	-6.1	-52.8			
12	0.00		Freq										Rara fer	3375	271	5	3	0.9	-5.9	-52.5			
			Perm										Perm cls	120.0	44.7	5	1	0.5	-5.5	-47.6			
13	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	6	0.9	-6.0	-52.5		Rara cls	165.0	50.1	5	8	1.1	-5.9	-50.9			
13	0.00		Freq										Rara fer	3375	276	5	6	0.9	-6.0	-52.5			
			Perm										Perm cls	120.0	43.8	5	1	0.4	-5.4	-47.4			
14	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	1.7	-5.7	-50.7		Rara cls	165.0	50.5	5	8	1.7	-5.7	-50.7			
14	0.00		Freq										Rara fer	3375	280	5	8	1.7	-5.7	-50.7			
			Perm										Perm cls	120.0	41.0	5	1	0.0	-5.2	-47.2			
15	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	3.1	-5.3	-40.4		Rara cls	165.0	50.8	5	8	3.1	-5.3	-40.4			
15	0.00		Freq										Rara fer	3375	274	5	8	3.1	-5.3	-40.4			
			Perm										Perm cls	120.0	39.2	5	1	0.6	-4.8	-37.9			
16	2.97		Rara	0.3	0.000	0	5	8	2.1	5.5	-44.2		Rara cls	165.0	50.0	5	8	2.1	5.5	-44.2			
16	0.00		Freq										Rara fer	3375	272	5	8	2.1	5.5	-44.2			
			Perm										Perm cls	120.0	38.9	5	1	0.0	4.9	-41.1			
17	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	1.7	5.4	-49.8		Rara cls	165.0	48.2	5	8	1.7	5.4	-49.8			
17	0.00		Freq										Rara fer	3375	270	5	8	1.7	5.4	-49.8			
			Perm										Perm cls	120.0	39.3	5	1	-0.1	4.9	-46.6			
18	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.7	5.3	-49.5		Rara cls	165.0	44.2	5	8	0.7	5.3	-49.5			
18	0.00		Freq										Rara fer	3375	247	5	8	0.7	5.3	-49.5			
			Perm										Perm cls	120.0	38.7	5	1	0.1	4.8	-46.5			
19	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.6	5.2	-49.9		Rara cls	165.0	43.6	5	8	-0.6	5.2	-49.9			
19	0.00		Freq										Rara fer	3375	245	5	8	-0.6	5.2	-49.9			
			Perm										Perm cls	120.0	38.8	5	1	-0.2	4.8	-46.7			
20	3.53		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-1.7	5.5	-52.8		Rara cls	165.0	49.3	5	8	-1.7	5.5	-52.8			

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01    LOTTO 00    CODIFICA D 26 CL    DOCUMENTO FV0400 002    REV. A    FOGLIO 92 di 142

PILASTRI																				
		FESSURAZIONE									FRECCHE		TENSIONI							
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	$\sigma$ lim. Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ cal. Kg/cm <sup>2</sup>	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
20	0.00		Freq Perm										Rara fer	3375	278	5	8	-1.7	5.5	-52.8
													Perm cls	120.0	41.0	5	1	-0.3	5.0	-49.4
21	3.53		Rara	0.3	0.000	0	5	5	5.3	5.6	-59.0		Rara cls	165.0	62.3	5	5	5.3	5.6	-59.0
21	0.00		Freq Perm										Rara fer	3375	361	5	5	5.3	5.6	-59.0
													Perm cls	120.0	49.2	5	1	1.9	5.4	-55.5
22	2.97	1	Rara	0.3	0.000	0	5	5	0.5	0.4	-5.6		Rara cls	165.0	9.7	5	8	-0.3	0.3	-16.3
22	1.98	/	Freq										Rara fer	3375	60	5	8	-0.3	0.3	-16.3
		3	Perm										Perm cls	120.0	7.2	5	1	0.1	0.3	-10.4
23	2.97	1	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.1	-2.4	-1.4		Rara cls	165.0	36.2	1	5	0.1	-2.4	-1.4
23	1.98	/	Freq										Rara fer	3375	393	1	5	0.1	-2.4	-1.4
		3	Perm										Perm cls	120.0	19.6	1	1	-0.3	-1.2	-7.9
24	2.97	1	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-0.4	-0.1	-0.6		Rara cls	165.0	6.0	5	8	0.3	-0.1	-10.7
24	1.98	/	Freq										Rara fer	3375	45	1	5	-0.3	-0.2	-0.1
		3	Perm										Perm cls	120.0	3.0	5	1	0.0	-0.1	-5.5
9	3.53		Rara	0.3	0.000	0	1	5	-0.2	0.8	-4.5		Rara cls	165.0	12.2	1	5	-0.2	0.8	-4.5
9	2.97		Freq Perm										Rara fer	3375	65	1	5	-0.2	0.8	-4.5
													Perm cls	120.0	7.7	1	1	0.0	0.5	-8.7
16	4.93		Rara	0.3	0.000	0	1	5	8.0	-0.1	-29.9		Rara cls	165.0	35.3	5	8	6.9	1.0	-29.4
16	2.97		Freq Perm										Rara fer	3375	208	5	8	6.9	1.0	-29.4
													Perm cls	120.0	30.0	5	1	5.5	1.0	-28.5
22	3.53		Rara	0.3	0.000	0	1	8	-0.8	-0.8	-16.2		Rara cls	165.0	16.1	1	8	-0.8	-0.8	-16.2
22	2.97		Freq Perm										Rara fer	3375	88	1	8	-0.8	-0.8	-16.2
													Perm cls	120.0	7.7	1	1	-0.6	-0.2	-10.3
23	3.53		Rara	0.3	0.000	0	5	5	0.7	0.5	2.6		Rara cls	165.0	16.0	5	5	0.7	0.5	2.6
23	2.97		Freq Perm										Rara fer	3375	239	5	5	0.7	0.5	2.6
													Perm cls	120.0	8.4	5	1	0.4	0.4	-2.3
24	3.53		Rara	0.3	0.000	0	1	5	-0.1	-0.2	-0.8		Rara cls	165.0	5.5	1	8	0.1	0.1	-9.8
24	2.97		Freq Perm										Rara fer	3375	39	1	5	-0.1	-0.2	-0.8
													Perm cls	120.0	2.5	5	1	0.0	0.0	-5.3
9	4.93	1	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.8	2.3	-5.9		Rara cls	165.0	39.0	1	5	0.8	2.3	-5.9
9	4.23	/	Freq										Rara fer	3375	329	1	5	0.8	2.3	-5.9
		2	Perm										Perm cls	120.0	21.3	1	1	0.7	1.2	-10.9
20	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	3	-2.1	1.1	-47.7		Rara cls	165.0	25.0	5	3	-2.1	1.1	-47.7
20	3.53		Freq Perm										Rara fer	3375	159	5	3	-2.1	1.1	-47.7
													Perm cls	120.0	22.4	5	1	-1.9	0.9	-44.1
21	4.93		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-3.6	1.7	-49.1		Rara cls	165.0	32.4	5	3	-3.1	2.1	-49.9
21	3.53		Freq Perm										Rara fer	3375	199	5	3	-3.1	2.1	-49.9
													Perm cls	120.0	25.5	5	1	-2.1	1.3	-46.2
22	4.93	1	Rara	0.3	0.000	0	1	5	-0.5	2.9	-3.6		Rara cls	165.0	50.9	1	5	-0.5	2.9	-3.6
22	4.23	/	Freq										Rara fer	3375	553	1	5	-0.5	2.9	-3.6
		2	Perm										Perm cls	120.0	38.6	1	1	-0.5	2.3	-11.7
23	4.93	1	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.0	0.1	-5.4		Rara cls	165.0	3.4	5	8	0.0	0.1	-5.4
23	4.23	/	Freq										Rara fer	3375	23	5	5	0.1	0.1	0.1
		2	Perm										Perm cls	120.0	1.8	5	1	0.0	0.1	-2.7
24	4.93	1	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.2	-0.9	-0.6		Rara cls	165.0	17.2	1	5	0.2	-0.9	-0.6
24	4.23	/	Freq										Rara fer	3375	212	1	5	0.2	-0.9	-0.6
		2	Perm										Perm cls	120.0	2.9	1	1	0.1	0.0	-5.6
9	9.16	1	Rara	0.3	0.000	0	1	3	0.5	2.8	-2.4		Rara cls	165.0	44.2	1	3	0.5	2.8	-2.4
9	8.10	/	Freq										Rara fer	3375	457	1	3	0.5	2.8	-2.4
		4	Perm										Perm cls	120.0	36.9	1	1	0.4	2.3	-3.0
10	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	5	-1.4	2.3	-14.4		Rara cls	165.0	24.1	5	5	-1.4	2.3	-14.4
10	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	121	5	5	-1.4	2.3	-14.4
													Perm cls	120.0	23.5	5	1	-1.1	2.4	-13.6
11	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	1.3	2.6	-13.8		Rara cls	165.0	28.3	5	8	1.3	2.6	-13.8
11	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	166	5	8	1.3	2.6	-13.8
													Perm cls	120.0	25.1	5	1	1.0	2.4	-13.1
12	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.4	2.6	-13.9		Rara cls	165.0	23.8	5	8	0.4	2.6	-13.9
12	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	133	5	8	0.4	2.6	-13.9
													Perm cls	120.0	21.4	5	1	0.3	2.4	-13.1
13	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.3	2.6	-13.9		Rara cls	165.0	22.9	5	8	0.3	2.6	-13.9
13	4.93		Freq Perm										Rara fer	3375	126	5	8	0.3	2.6	-13.9
													Perm cls	120.0	21.0	5	1	0.3	2.4	-13.1



PILASTRI																				
		FESSURAZIONE									FRECCHE			TENSIONI						
Filo	Quota	Tra	Combi	Fessu. mm	dist	Con	Com	Mf X	Mf Y	N	Frecce mm	Com	Combinaz	σ lim.	σ cal.	Co	Comb	Mf X	Mf Y	N
In fi	In Fi	tto	Caric	lim cal	mm	cio	bin	(t°m)	(t°m)	(t)	limite calc	bin	Carico	Kg/cmq	Kg/cmq	nc		(t°m)	(t°m)	(t)
14	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.2	2.6	-13.7		Rara cls	165.0	22.7	5	8	-0.2	2.6	-13.7
14	4.93		Freq										Rara fer	3375	126	5	8	-0.2	2.6	-13.7
			Perm										Perm cls	120.0	20.0	5	1	-0.1	2.3	-12.9
15	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-3.6	2.4	-11.8		Rara cls	165.0	34.5	5	8	-3.6	2.4	-11.8
15	4.93		Freq										Rara fer	3375	225	5	8	-3.6	2.4	-11.8
			Perm										Perm cls	120.0	29.6	5	1	-2.9	2.2	-11.3
16	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	-6.1	-2.5	-12.6		Rara cls	165.0	53.7	5	8	-6.1	-2.5	-12.6
16	4.93		Freq										Rara fer	3375	452	5	8	-6.1	-2.5	-12.6
			Perm										Perm cls	120.0	43.9	5	1	-4.5	-2.4	-12.0
17	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.0	-2.9	-13.9		Rara cls	165.0	25.0	5	8	0.0	-2.9	-13.9
17	4.93		Freq										Rara fer	3375	159	5	8	0.0	-2.9	-13.9
			Perm										Perm cls	120.0	23.1	5	1	0.1	-2.7	-13.2
18	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.1	-2.9	-14.3		Rara cls	165.0	25.1	5	8	0.1	-2.9	-14.3
18	4.93		Freq										Rara fer	3375	155	5	8	0.1	-2.9	-14.3
			Perm										Perm cls	120.0	23.2	5	1	0.1	-2.7	-13.5
19	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.1	-2.9	-14.3		Rara cls	165.0	25.0	5	8	0.1	-2.9	-14.3
19	4.93		Freq										Rara fer	3375	154	5	8	0.1	-2.9	-14.3
			Perm										Perm cls	120.0	22.7	5	1	0.0	-2.7	-13.5
20	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.8	-2.8	-14.2		Rara cls	165.0	27.5	5	8	0.8	-2.8	-14.2
20	4.93		Freq										Rara fer	3375	164	5	8	0.8	-2.8	-14.2
			Perm										Perm cls	120.0	22.6	5	1	0.2	-2.5	-13.5
21	9.16		Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.3	-2.5	-14.8		Rara cls	165.0	22.0	5	8	0.3	-2.5	-14.8
21	4.93		Freq										Rara fer	3375	105	5	8	0.3	-2.5	-14.8
			Perm										Perm cls	120.0	19.6	5	1	-0.2	-2.3	-14.0
22	9.16	1	Rara	0.3	0.000	0	1	3	-0.4	2.4	-2.6		Rara cls	165.0	43.6	1	3	-0.4	2.4	-2.6
22	8.10	/	Freq										Rara fer	3375	518	1	3	-0.4	2.4	-2.6
		4	Perm										Perm cls	120.0	36.7	1	1	-0.4	2.0	-2.7
23	9.16	1	Rara	0.3	0.000	0	1	3	-0.3	-0.6	-1.3		Rara cls	165.0	12.2	1	3	-0.3	-0.6	-1.3
23	8.10	/	Freq										Rara fer	3375	123	1	5	-0.3	-0.6	-0.8
		4	Perm										Perm cls	120.0	8.4	1	1	-0.2	-0.4	-1.6
24	9.16	1	Rara	0.3	0.000	0	1	3	0.3	-0.9	-1.1		Rara cls	165.0	17.4	1	3	0.3	-0.9	-1.1
24	8.10	/	Freq										Rara fer	3375	184	1	5	0.3	-0.8	-0.2
		4	Perm										Perm cls	120.0	13.3	1	1	0.2	-0.7	-1.9
9	1.98	2	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.8	0.9	-15.9		Rara cls	165.0	16.9	5	8	0.8	0.9	-15.9
9	0.99	/	Freq										Rara fer	3375	90	5	8	0.8	0.9	-15.9
		3	Perm										Perm cls	120.0	10.7	5	1	-0.1	0.7	-9.7
9	0.99	3	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.0	2.1	-15.8		Rara cls	165.0	31.4	5	8	0.0	2.1	-15.8
9	0.00	/	Freq										Rara fer	3375	134	5	8	0.0	2.1	-15.8
		3	Perm										Perm cls	120.0	27.9	5	1	0.8	1.6	-11.2
22	1.98	2	Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.8	1.1	-17.2		Rara cls	165.0	19.0	5	8	-0.8	1.1	-17.2
22	0.99	/	Freq										Rara fer	3375	100	5	8	-0.8	1.1	-17.2
		3	Perm										Perm cls	120.0	12.4	5	1	0.0	0.8	-10.8
22	0.99	3	Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.1	2.9	-16.9		Rara cls	165.0	46.6	5	8	-0.1	2.9	-16.9
22	0.00	/	Freq										Rara fer	3375	281	5	8	-0.1	2.9	-16.9
		3	Perm										Perm cls	120.0	40.0	5	1	-0.9	2.2	-12.2
23	1.98	2	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.9	-1.0	0.2		Rara cls	165.0	21.4	1	5	0.9	-1.0	0.2
23	0.99	/	Freq										Rara fer	3375	216	1	5	0.9	-1.0	0.2
		3	Perm										Perm cls	120.0	8.9	1	1	0.0	-0.6	-7.7
23	0.99	3	Rara	0.3	0.000	0	1	5	1.5	0.0	-1.5		Rara cls	165.0	15.3	5	8	1.0	-0.7	-15.1
23	0.00	/	Freq										Rara fer	3375	97	1	5	1.5	0.0	-1.5
		3	Perm										Perm cls	120.0	5.5	1	1	0.1	-0.3	-7.8
24	1.98	2	Rara	0.3	0.000	0	5	5	-1.0	0.0	0.1		Rara cls	165.0	9.5	5	8	0.8	-0.3	-11.5
24	0.99	/	Freq										Rara fer	3375	91	5	5	-1.0	0.0	0.1
		3	Perm										Perm cls	120.0	3.7	5	1	-0.1	-0.1	-5.6
24	0.99	3	Rara	0.3	0.000	0	1	5	-1.8	0.1	-1.1		Rara cls	165.0	15.7	5	8	-1.0	-0.7	-10.0
24	0.00	/	Freq										Rara fer	3375	153	1	5	-1.8	0.1	-1.1
		3	Perm										Perm cls	120.0	5.7	5	1	-0.2	-0.3	-5.7
9	4.23	2	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.1	1.4	-4.2		Rara cls	165.0	21.1	1	5	0.1	1.4	-4.2
9	3.53	/	Freq										Rara fer	3375	172	1	5	0.1	1.4	-4.2
		2	Perm										Perm cls	120.0	11.4	1	1	0.1	0.8	-9.9
22	4.23	2	Rara	0.3	0.000	0	5	3	1.3	-1.3	-5.5		Rara cls	165.0	29.9	5	3	1.3	-1.3	-5.5

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 94 di 142

PILASTRI																					
FESSURAZIONE											FRECCHE		TENSIONI								
Filo In fi	Quota In Fi	Tra to	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	
22	3.53	/	Freq Perm										Rara fer	3375	275	5	5	1.1	-1.2	-1.7	
		2											Perm cls	120.0	22.2	5	1	0.7	-1.2	-10.7	
23	4.23	2	Rara	0.3	0.000	0	5	5	0.2	0.2	1.1		Rara cls	165.0	5.9	5	5	0.2	0.2	1.1	
23	3.53	/	Freq Perm										Rara fer	3375	93	5	5	0.2	0.2	1.1	
		2											Perm cls	120.0	3.0	5	1	0.1	0.2	-2.6	
24	4.23	2	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.0	-0.5	0.2		Rara cls	165.0	9.2	1	5	0.0	-0.5	0.2	
24	3.53	/	Freq Perm										Rara fer	3375	128	1	5	0.0	-0.5	0.2	
		2											Perm cls	120.0	2.6	1	1	0.0	0.0	-5.5	
9	8.10	2	Rara	0.3	0.000	0	1	3	0.0	0.7	-1.0		Rara cls	165.0	10.7	1	3	0.0	0.7	-1.0	
9	7.05	/	Freq Perm										Rara fer	3375	119	1	5	0.0	0.7	0.3	
		4											Perm cls	120.0	8.4	1	1	0.0	0.6	-2.3	
9	7.05	3	Rara	0.3	0.000	0	5	6	-0.1	-1.2	-4.6		Rara cls	165.0	17.8	5	6	-0.1	-1.2	-4.6	
9	5.99	/	Freq Perm										Rara fer	3375	202	5	5	0.0	-1.0	1.4	
		4											Perm cls	120.0	15.0	5	1	0.0	-1.0	-2.3	
9	5.99	4	Rara	0.3	0.000	0	5	6	-0.4	-3.4	-4.4		Rara cls	165.0	52.9	5	6	-0.4	-3.4	-4.4	
9	4.93	/	Freq Perm										Rara fer	3375	622	5	5	-0.4	-3.2	3.1	
		4											Perm cls	120.0	45.6	5	1	-0.4	-2.9	-1.6	
22	8.10	2	Rara	0.3	0.000	0	1	3	0.0	0.8	-1.4		Rara cls	165.0	13.5	1	3	0.0	0.8	-1.4	
22	7.05	/	Freq Perm										Rara fer	3375	161	1	5	0.0	0.8	-0.6	
		4											Perm cls	120.0	10.8	1	1	0.0	0.7	-2.1	
22	7.05	3	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.1	-0.3	-4.7		Rara cls	165.0	5.6	5	8	0.1	-0.3	-4.7	
22	5.99	/	Freq Perm										Rara fer	3375	76	5	5	0.0	-0.3	0.4	
		4											Perm cls	120.0	4.6	5	1	0.0	-0.3	-2.2	
22	5.99	4	Rara	0.3	0.000	0	5	6	0.2	-1.2	-4.0		Rara cls	165.0	20.2	5	1	0.1	-1.2	-1.6	
22	4.93	/	Freq Perm										Rara fer	3375	320	5	5	0.0	-1.1	2.4	
		4											Perm cls	120.0	17.8	5	1	0.1	-1.0	-1.6	
23	8.10	2	Rara	0.3	0.000	0	1	3	-0.1	-0.3	-1.0		Rara cls	165.0	4.7	1	5	-0.1	-0.3	-0.3	
23	7.05	/	Freq Perm										Rara fer	3375	53	1	5	-0.1	-0.3	-0.3	
		4											Perm cls	120.0	2.8	1	1	0.0	-0.2	-1.7	
23	7.05	3	Rara	0.3	0.000	0	1	5	0.0	-0.1	0.1		Rara cls	165.0	2.4	5	8	0.1	0.0	-4.6	
23	5.99	/	Freq Perm										Rara fer	3375	33	1	5	0.0	-0.1	0.1	
		4											Perm cls	120.0	1.5	1	1	0.0	-0.1	-1.9	
23	5.99	4	Rara	0.3	0.000	0	5	8	0.0	0.1	-5.5		Rara cls	165.0	3.0	5	8	0.0	0.1	-5.5	
23	4.93	/	Freq Perm										Rara fer	3375	29	1	5	0.0	-0.1	0.6	
		4											Perm cls	120.0	1.5	5	1	0.0	0.0	-2.7	
24	8.10	2	Rara	0.3	0.000	0	1	3	0.0	-0.3	-0.5		Rara cls	165.0	5.5	1	5	0.1	-0.3	0.7	
24	7.05	/	Freq Perm										Rara fer	3375	85	1	5	0.1	-0.3	0.7	
		4											Perm cls	120.0	3.8	1	1	0.0	-0.2	-1.9	
24	7.05	3	Rara	0.3	0.000	0	5	8	-0.1	0.2	-6.1		Rara cls	165.0	4.6	5	8	-0.1	0.2	-6.1	
24	5.99	/	Freq Perm										Rara fer	3375	55	5	5	0.0	0.1	0.9	
		4											Perm cls	120.0	2.3	5	1	0.0	0.1	-2.5	
24	5.99	4	Rara	0.3	0.000	0	5	6	-0.2	0.7	-5.3		Rara cls	165.0	14.6	5	3	-0.2	0.7	0.1	
24	4.93	/	Freq Perm										Rara fer	3375	218	5	5	-0.2	0.6	1.9	
		4											Perm cls	120.0	9.5	5	1	-0.2	0.5	-2.6	

**11.2.10 Armature pilastri**

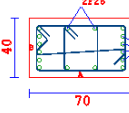
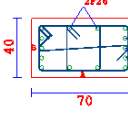
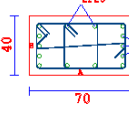
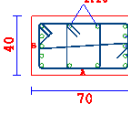
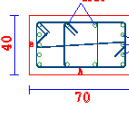
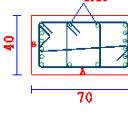
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 0.00	
PIL.	PIL.
10 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 **SPILLI EXTRA INF.18 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 290 F10/12 L= 92	13 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 271 F10/17 L= 111
11 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 261 F10/12 L= 121	14 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 288 F10/16 L= 102
12 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 266 F10/17 L= 116	15 L=531 L.FER=656 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 **SPILLI EXTRA INF.18 F12/6 L= 73 F10/11 L= 76 F10/25 L= 300 F10/12 L= 82
ACCIAIO B450C    CALCESTR. C30/37	

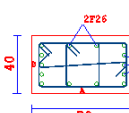
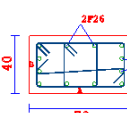
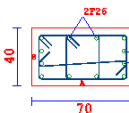
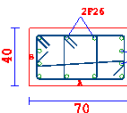
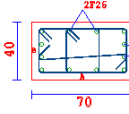
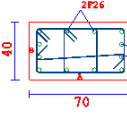
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 0.00	
PIL.	PIL.
16 L=297 L.FER=422 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 55 F10/11 L= 70 F10/25 L= 162 F10/13 L= 70	19 L=493 L.FER=618 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 65 F10/11 L= 71 F10/25 L= 239 F10/17 L= 116
17 L=493 L.FER=618 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/7 L= 65 F10/11 L= 71 F10/25 L= 259 F10/15 L= 98	20 L=353 L.FER=478 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F10/11 L= 115 F10/25 L= 133 F10/17 L= 105
18 L=493 L.FER=618 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 65 F10/11 L= 71 F10/25 L= 244 F10/13 L= 113	21 L=353 L.FER=478 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/11 L= 45 F10/11 L= 70 F10/25 L= 158 F10/11 L= 70
ACCIAIO B450C    CALCESTR. C30/37	

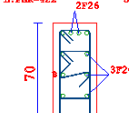
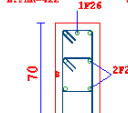
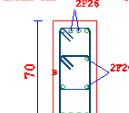
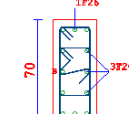
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 0.00	
PIL.	PIL.
9 L=297 L.FER=422 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*47 L707-151*2 F10/15 L= 45 F10/17 L= 202 F10/15 L= 50	24 L=297 L.FER=422 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 45 F10/25 L= 202 F10/15 L= 50
22 L=297 L.FER=422 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 45 F10/18 L= 202 F10/15 L= 50	
23 L=297 L.FER=422 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*47 L707-151*2 F10/10 L= 100 F10/25 L= 152 F10/15 L= 45	
ACCIAIO B450C    CALCESTR. C30/37	

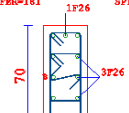
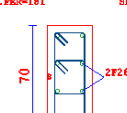
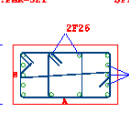
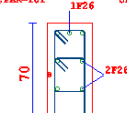
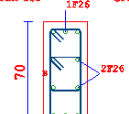
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 2.97	
PIL.	PIL.
9 L=56 L.FER=181 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*47 L707-151*2 F10/15 L= 28 F10/15 L= 28	23 L=56 L.FER=181 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 28 F10/15 L= 28
16 L=196 L.FER=321 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F10/0 L= 65	24 L=56 L.FER=181 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 28 F10/15 L= 28
22 L=56 L.FER=181 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 50 F10/25 L= 5 F10/15 L= 5	
ACCIAIO B450C    CALCESTR. C30/37	

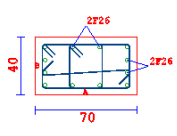
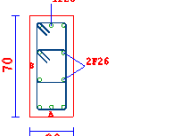
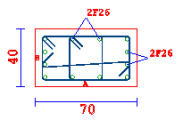
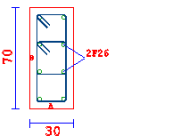
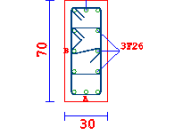
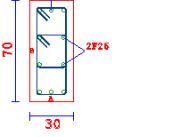
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 3.53			
PIL.		PIL.	
20	L=140 L.FER=265 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/8 L= 65 F10/17 L= 37 F10/25 L= 1	22	L=140 L.FER=265 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/4 L= 182 F10/11 L= 1 F10/11 L= 37
21	L=140 L.FER=265 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 65 F10/17 L= 37 F10/21 L= 1 F10/17 L= 37	23	L=140 L.FER=265 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 45 F10/9 L= 15 F10/15 L= 56
9	L=178 L.FER=303 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*47 L707-151*2 F10/9 L= 118 F10/21 L= 15 F10/15 L= 45	24	L=178 L.FER=303 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/3 L= 118 F10/9 L= 15 F10/15 L= 45
ACCIAIO B450C		CALCESTR. C30/37	

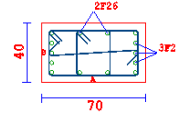
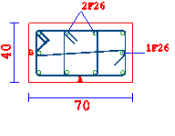
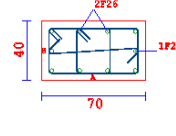
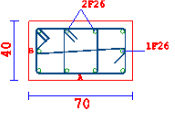
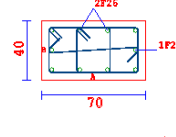
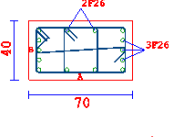
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 4.93			
PIL.		PIL.	
10	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/6 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 200 F10/17 L= 75	13	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/10 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 132 F10/17 L= 141
11	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/10 L= 40 F10/17 L= 87 F10/25 L= 154 F10/17 L= 104	14	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/8 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 121 F10/17 L= 134
12	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/10 L= 40 F10/17 L= 96 F10/25 L= 156 F10/17 L= 133	15	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/7 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 203 F10/17 L= 74
ACCIAIO B450C		CALCESTR. C30/37	

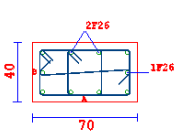
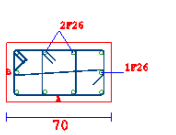
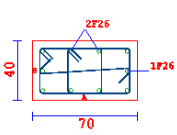
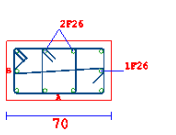
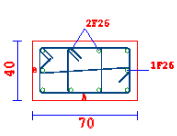
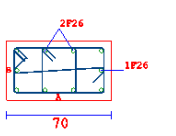
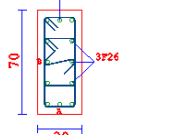
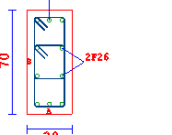
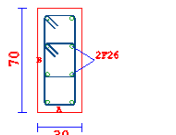
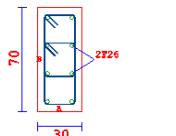
TABELLA PILASTRI QUOTA m: 4.93			
PIL.		PIL.	
16	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/7 L= 40 F10/17 L= 106 F10/25 L= 183 F10/17 L= 94	19	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/13 L= 40 F10/17 L= 140 F10/25 L= 31 F10/25 L= 174 F10/25 L= 204
17	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/13 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 181 F10/17 L= 132	20	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/13 L= 40 F10/17 L= 31 F10/25 L= 174 F10/17 L= 118
18	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/13 L= 40 F10/17 L= 105 F10/25 L= 19 F10/17 L= 139	21	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 42*31 L707-162*2 F12/7 L= 40 F10/17 L= 70 F10/25 L= 237 F10/17 L= 76
ACCIAIO B450C		CALCESTR. C30/37	

TABELLA PILASTRI QUOTA m: 4.93			
PIL.		PIL.	
9	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*47 L707-151*2 F10/15 L= 85 F10/15 L= 255 F10/15 L= 45	24	L=385 L.FER=460 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 85 F10/13 L= 255 F10/15 L= 45
22	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 85 F10/25 L= 288 F10/15 L= 50		
23	L=423 L.FER=498 SPIGOLI 4P26  STAFFE: 21*42 L707-142*2 F10/15 L= 85 F10/25 L= 290 F10/15 L= 48		
ACCIAIO B450C		CALCESTR. C30/37	

### 11.3 Verifica travi di fondazione

Come per le travi di elevazione il programma di calcolo date le caratteristiche di sollecitazione desunte dal modello globale determina i quantitativi di armatura necessari al soddisfacimento delle verifiche allo SLV ed SLE.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

**Trattandosi di una struttura in calcestruzzo d'uso IV la verifica di resistenza è condotta sia allo SLU che allo SLD.**

<b>Filo Iniz./Fin.</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
<b>Cotg <math>\Theta</math></b>	: Cotangente Angolo del puntone compresso
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
<b>SgmT</b>	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm <sup>2</sup> calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
<b>AmpC</b>	: Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
<b>N/Nc</b>	: Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Sez B/H</b>	: Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
<b>Concio</b>	: Numero del concio
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
<b>GamRd</b>	: Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
<b>M Exd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
<b>M Eyd</b>	: Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
<b>N Ed</b>	: Sforzo normale ultimo di calcolo
<b>x / d</b>	: Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
<b>ef% ec% (*100)</b>	: deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
<b>Area</b>	: Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
<b>Co Nr</b>	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
<b>V Exd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione X
<b>V Eyd</b>	: Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
<b>T sdu</b>	: Momento torcente ultimo di calcolo
<b>V Rxd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
<b>V Ryd</b>	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
<b>T Rd</b>	: Momento torcente resistente ultimo delle staffe
<b>T Rld</b>	: Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
<b>Coe Cls</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Coe Staf</b>	: Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
<b>Alon</b>	: Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata

**Staffe  
Multipl Ultimo**

effettuata la verifica a momento  $M_y$  in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)

: Passo staffe e lunghezza del tratto da armare

: Solo per le stampe di riverifica:

Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.

STAMPA PROGETTO S.I.U. - AZIONI S.L.V. - FONDAZIONE																												
Filo Iniz. Fin. Ctgò	Quota Iniz. Final	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	af% 100	ec	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi				
9	0.00		1	1	28	31.2	0.0	1.15	1.10	19	6	28.3	18.8	28	0.0	-78.9	3.8	110.3	106.3	21.8	5.0	92	47	10.7	5	55	8	
10	0.00		90	3	28	-49.4	0.0	1.07	1.10	19	9	28.3	18.8	28	0.0	-54.7	3.4	110.3	106.3	21.8	4.6	67	67	10.0	10	357	8	
2.5			60	5	40	32.5	0.0	1.29	1.10	19	7	28.3	22.0	35	0.0	40.9	-0.1	74.0	95.1	36.6	2.4	39	43	5.1	10	60	8	
10	0.00		1	1	12	26.9	0.0	1.34	1.10	19	7	12.6	18.8	28	0.0	-27.5	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	26	29	0.0	10	60	8	
11	0.00		90	3	28	-9.6	0.0	2.53	1.10	19	5	12.6	15.7	27	0.0	-20.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	20	22	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	18	22.8	0.0	1.32	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	23.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	25	0.0	10	60	8	
11	0.00		1	1	12	22.3	0.0	1.35	1.10	19	6	12.6	15.7	6	0.0	-24.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	25	0.0	10	60	8	
12	0.00		90	3	18	-8.1	0.0	2.99	1.10	19	6	12.6	12.6	3	0.0	18.4	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	18	24.1	0.0	1.25	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	24.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
12	0.00		1	1	12	23.4	0.0	1.28	1.10	19	6	12.6	15.7	6	0.0	-24.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
13	0.00		90	3	18	-7.8	0.0	3.12	1.10	19	6	12.6	12.6	6	0.0	18.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	18	23.9	0.0	1.26	1.10	19	6	12.6	15.7	6	0.0	24.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
13	0.00		1	1	12	23.2	0.0	1.30	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	-24.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	25	0.0	10	60	8	
14	0.00		90	3	34	-8.8	0.0	2.74	1.10	19	6	12.6	12.6	18	0.0	18.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	18	20	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	18	24.5	0.0	1.46	1.10	19	7	12.6	18.8	6	0.0	24.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
14	0.00		1	1	14	25.5	0.0	1.41	1.10	19	7	12.6	18.8	25	0.0	-24.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
15	0.00		90	3	34	-18.8	0.0	1.29	1.10	19	5	12.6	15.7	34	0.0	27.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	26	29	0.0	10	317	8	
2.5			60	5	18	26.4	0.0	1.36	1.10	19	7	12.6	18.8	34	0.0	39.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	37	41	0.0	10	60	8	
15	0.00		1	1	30	31.1	0.0	1.15	1.10	19	7	15.7	18.8	25	0.0	-19.6	0.8	74.0	95.1	36.6	2.3	22	23	4.9	10	60	8	
24	0.00		90	3	30	29.4	0.0	1.22	1.10	19	6	15.7	18.8	30	0.0	-32.3	3.4	110.3	106.3	21.8	3.4	46	43	7.2	10	138	8	
2.5			60	5	30	-21.6	0.0	1.39	1.10	19	6	15.7	18.8	34	0.0	55.2	-1.7	74.0	95.1	36.6	3.8	60	63	8.1	10	60	8	
16	0.00		1	1	34	32.7	0.0	1.28	1.10	19	8	18.8	22.0	3	0.0	-19.2	-1.8	110.3	106.3	21.8	2.4	26	25	5.3	10	60	8	
23	0.00		90	3	34	29.9	0.0	1.20	1.10	19	7	18.8	18.8	30	0.0	37.8	1.4	110.3	106.3	21.8	3.5	46	44	7.5	10	138	8	
2.5			60	5	37	23.2	0.0	1.55	1.10	19	7	18.8	18.8	30	0.0	60.3	1.9	74.0	95.1	36.6	3.9	65	69	8.3	10	60	8	
17	0.00		1	1	9	22.7	0.0	1.32	1.10	19	6	12.6	15.7	30	0.0	-26.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	25	28	0.0	10	60	8	
16	0.00		90	3	30	-19.6	0.0	1.23	1.10	19	6	12.6	12.6	37	0.0	23.5	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	25	0.0	10	317	8	
2.5			60	5	21	22.7	0.0	1.33	1.10	19	6	12.6	15.7	37	0.0	33.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	32	35	0.0	10	60	8	
18	0.00		1	1	15	22.8	0.0	1.32	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	-23.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
17	0.00		90	3	37	-8.3	0.0	2.92	1.10	19	6	12.6	12.6	37	0.0	19.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	18	20	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	21	25.3	0.0	1.42	1.10	19	7	12.6	18.8	37	0.0	25.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	24	26	0.0	10	60	8	
19	0.00		1	1	15	22.6	0.0	1.33	1.10	19	6	12.6	15.7	6	0.0	-23.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
18	0.00		90	3	15	-7.7	0.0	3.16	1.10	19	6	12.6	12.6	6	0.0	-17.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	16	18	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	21	22.7	0.0	1.33	1.10	19	6	12.6	15.7	6	0.0	23.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
20	0.00		1	1	15	26.9	0.0	1.34	1.10	19	7	12.6	18.8	6	0.0	-24.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
19	0.00		90	3	15	-8.0	0.0	3.03	1.10	19	5	12.6	15.7	15	0.0	-19.5	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	18	21	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	21	23.2	0.0	1.30	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	23.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
21	0.00		1	1	15	29.3	0.0	1.23	1.10	19	7	12.6	18.8	31	0.0	-32.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	30	34	0.0	10	60	8	
20	0.00		90	3	31	-11.7	0.0	2.07	1.10	19	5	12.6	15.7	31	0.0	-24.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	332	8	
2.5			60	5	19	22.5	0.0	1.33	1.10	19	6	12.6	15.7	3	0.0	25.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	24	26	0.0	10	60	8	
22	0.00		1	1	31	32.1	0.0	1.12	1.10	19	6	28.3	18.8	40	0.0	-78.8	-3.9	110.3	106.3	21.8	4.8	92	47	10.3	5	55	8	
21	0.00		90	3	40	-49.7	0.0	1.07	1.10	19	9	28.3	18.8	40	0.0	-54.0	-3.5	110.3	106.3	21.8	4.5	67	66	9.6	10	357	8	
2.5			60	5	35	32.6	0.0	1.28	1.10	19	7	28.3	22.0	40	0.0	42.3	0.0	74.0	95.1	36.6	2.3	40	45	4.9	10	60	8	
22	0.00		1	1	40	9.5	0.0	2.51	1.10	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-29.9	8.0	110.3	106.3	21.8	8.6	65	53	18.6	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	40	9.5	0.0	2.51	1.10	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-27.4	7.9	110.3	106.3	21.8	8.6	62	50	18.5	10	124	8	
2.5			5	60	5	40	7.5	0.0	3.18	1.10	19	6	12.3	12.3	40	0.0	23.3	7.0	110.3	106.3	21.8	7.8	55	44	16.8	10	0	8
16	0.00		1	1	30	-22.3	0.0	1.32	1.10	19	6	15.4	12.3	6	0.0	-22.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	21	24	0.0	10	60	8	
15	0.00		90	3	34	-26.0	0.0	1.13	1.10	19	6	15.4	12.3	6	0.0	16.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	16	17	0.0	10	460	8	
2.5			60	5	30	21.3	0.0	1.11	1.10	19	5	16.9	12.3	6	0.0	22.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	21	24	0.0	10	60	8	
17	0.00		1	1	30	-22.9	0.0	1.16	1.10	19	6	13.9	13.9	6	0.0	-23.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
14	0.00		90	3	30	-23.1	0.0	1.15	1.10	19	6	13.9	12.3	29	0.0	18.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	18	20	0.0	10	460	8	
2.5			60	5	30	25.2	0.0	1.06	1.10	19	6	13.9	13.9	6	0.0	23.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	25	0.0	10	60	8	
18	0.00		1	1	34	23.0	0.0	1.16	1.10	19																		



**RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA  
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01 LOTTO 00 CODIFICA D 26 CL DOCUMENTO FV0400 002 REV. A FOGLIO 99 di 142

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - FONDAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final	Tr a t	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE							VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	ef% 100	ε c	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi	
19	0.00		1 1 34	21.3	0.0	1.11	1.10	19	5	13.9	12.3	6	0.0	-23.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8
12	0.00		90 3 30	-21.4	0.0	1.24	1.10	19	6	13.9	12.3	29	0.0	18.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	460	8
2.5			60 5 30	22.3	0.0	1.19	1.10	19	6	13.9	13.9	6	0.0	24.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	25	0.0	10	60	8
20	0.00		1 1 28	21.3	0.0	1.12	1.10	19	5	13.9	12.3	6	0.0	-23.9	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	25	0.0	10	60	8
11	0.00		90 3 40	-21.8	0.0	1.22	1.10	19	6	13.9	12.3	39	0.0	18.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	460	8
2.5			60 5 28	-19.8	0.0	1.35	1.10	19	6	13.9	13.9	6	0.0	24.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	25	0.0	10	60	8
23	0.00	1	1 1 30	7.3	0.0	3.27	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	-25.4	-5.0	110.3	106.3	21.8	5.4	47	40	11.7	10	0	8
24	0.00	/	90 3 34	-4.8	0.0	4.97	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	-23.3	-5.0	110.3	106.3	21.8	5.4	45	38	11.6	10	124	8
2.5		5	60 5 30	5.4	0.0	4.43	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	19.6	-4.4	110.3	106.3	21.8	4.9	39	33	10.6	10	0	8
21	0.00		1 1 28	21.4	0.0	1.11	1.10	19	5	13.9	12.3	6	0.0	-24.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	23	26	0.0	10	60	8
10	0.00		90 3 40	-23.1	0.0	1.15	1.10	19	6	13.9	12.3	6	0.0	-17.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	460	8
2.5			60 5 40	21.4	0.0	1.11	1.10	19	5	13.9	12.3	6	0.0	23.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	22	24	0.0	10	60	8
22	0.00	2	1 1 40	3.9	0.0	6.14	1.10	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-18.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	18	20	0.0	10	0	8
9	0.00	/	90 3 40	-1.6	0.0	15.31	1.10	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-17.0	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	16	18	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 40	3.2	0.0	7.35	1.10	19	6	12.3	12.3	39	0.0	14.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	13	15	0.0	10	0	8
22	0.00	3	1 1 19	1.7	0.0	14.22	1.10	19	6	12.3	12.3	1	0.0	-8.9	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	8	9	0.0	10	0	8
9	0.00	/	90 3 19	-0.8	0.0	28.86	1.10	19	6	12.3	12.3	6	0.0	-8.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	8	9	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 24	1.7	0.0	14.37	1.10	19	6	12.3	12.3	1	0.0	8.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	8	9	0.0	10	0	8
22	0.00	4	1 1 35	3.2	0.0	7.45	1.10	19	6	12.3	12.3	35	0.0	-14.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	13	15	0.0	10	0	8
9	0.00	/	90 3 35	-1.6	0.0	14.84	1.10	19	6	12.3	12.3	35	0.0	16.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	16	17	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 28	3.8	0.0	6.22	1.10	19	6	12.3	12.3	35	0.0	18.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	17	19	0.0	10	0	8
22	0.00	5	1 1 28	7.4	0.0	3.20	1.10	19	6	12.3	12.3	28	0.0	-22.7	-8.1	110.3	106.3	21.8	8.1	58	46	17.3	10	0	8
9	0.00	/	90 3 28	9.2	0.0	2.58	1.10	19	6	12.3	12.3	28	0.0	26.3	-9.0	110.3	106.3	21.8	9.0	66	52	19.3	10	124	8
2.5		5	60 5 28	9.2	0.0	2.58	1.10	19	6	12.3	12.3	28	0.0	28.8	-9.0	110.3	106.3	21.8	9.0	68	55	19.4	10	0	8
23	0.00	2	1 1 30	2.9	0.0	8.24	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	-15.7	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	15	17	0.0	10	0	8
24	0.00	/	90 3 30	-1.6	0.0	15.02	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	-14.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	13	15	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 30	2.9	0.0	8.17	1.10	19	6	12.3	12.3	30	0.0	13.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	12	14	0.0	10	0	8
23	0.00	3	1 1 9	1.5	0.0	15.40	1.10	19	6	12.3	12.3	13	0.0	-8.3	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	8	9	0.0	10	0	8
24	0.00	/	90 3 9	-1.0	0.0	24.54	1.10	19	6	12.3	12.3	3	0.0	-7.6	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	7	8	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 14	1.6	0.0	14.96	1.10	19	6	12.3	12.3	3	0.0	8.1	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	8	9	0.0	10	0	8
23	0.00	4	1 1 25	2.6	0.0	9.04	1.10	19	6	12.3	12.3	25	0.0	-12.4	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	12	13	0.0	10	0	8
24	0.00	/	90 3 25	-1.5	0.0	15.36	1.10	19	6	12.3	12.3	25	0.0	13.8	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	13	15	0.0	10	124	8
2.5		5	60 5 25	2.8	0.0	8.38	1.10	19	6	12.3	12.3	25	0.0	15.2	0.0	74.0	95.1	36.6	0.0	14	16	0.0	10	0	8
23	0.00	5	1 1 34	5.4	0.0	4.36	1.10	19	6	12.3	12.3	34	0.0	-17.9	5.6	110.3	106.3	21.8	5.6	42	34	11.9	10	0	8
24	0.00	/	90 3 34	6.6	0.0	3.58	1.10	19	6	12.3	12.3	34	0.0	20.3	6.0	110.3	106.3	21.8	6.0	47	38	12.9	10	124	8
2.5		5	60 5 34	6.6	0.0	3.58	1.10	19	6	12.3	12.3	34	0.0	22.2	6.0	110.3	106.3	21.8	6.0	48	40	12.9	10	0	8

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - FONDAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final	Tr a t	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE							VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	ef% 100	ε c	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi	
9	0.00		1 1 28	26.2	0.0	1.58	1.00	21	7	28.3	18.8	28	0.0	-65.9	2.9	110.3	106.3	21.8	5.0	75	39	10.7	5	55	8
10	0.00		90 3 28	-41.2	0.0	1.29	1.00	19	9	28.3	18.8	28	0.0	-45.7	2.6	74.0	95.1	26.2	4.6	55	55	10.0	10	357	8
2.5			60 5 24	34.4	0.0	1.22	1.00	19	7	28.3	22.0	35	0.0	37.1	-0.3	74.0	95.1	26.2	2.4	36	40	5.1	10	60	8
10	0.00		1 1 12	29.7	0.0	1.39	1.00	21	9	12.6	18.8	28	0.0	-25.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	24	27	0.0	10	60	8
11	0.00		90 3 12	-8.7	0.0	2.77	1.00	19	5	12.6	15.7	12	0.0	-20.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	22	0.0	10	332	8
2.5			60 5 18	25.8	0.0	1.16	1.00	19	6	12.6	15.7	18	0.0	22.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8
11	0.00		1 1 12	25.4	0.0	1.36	1.00	21	7	12.6	15.7	12	0.0	-22.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8
12	0.00		90 3 18	-9.1	0.0	2.66	1.00	19	6	12.6	12.6	18	0.0	19.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	18	20	0.0	10	332	8
2.5			60 5 18	27.0	0.0	1.11	1.00	19	6	12.6	15.7	18	0.0	23.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	25	0.0	10	60	8
12	0.00		1 1 12	26.3	0.0	1.31	1.00	21	7	12.6	15.7	12	0.0	-23.3	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8
13	0.00		90 3 18	-8.7	0.0	2.78	1.00	19	6	12.6	12.6	18	0.0	19.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	18	20	0.0	10	332	8
2.5			60 5 18	26.8	0.0	1.12	1.00	19	6	12.6	15.7	18	0.0	23.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	25	0.0	10	60	8
13	0.00		1 1 12	26.2	0.0	1.32	1.00	21	7	12.6	15.7	12	0.0	-23.0	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8
14	0.00		90 3 18	-9.4	0.0	2.58	1.00	19	6	12.6	12.6	18	0.0	20.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	332	8
2.5			60 5 18	27.6	0.0	1.30	1.00	19	7	12.6	18.8	18	0.0	25.3	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	24	26	0.0	10	60	8
14	0.00		1 1 14	28.6	0.0	1.44	1.00	21	9	12.6	18.8	9	0.0	-24.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	23	25	0.0	10	60	8
15	0.00		90 3 34	-16.1	0.0	1.51	1.00	19	5	12.6	15.7	34	0.0	25.0	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	23	26	0.0	10	317	8
2.5			60 5 18	30.2	0.0	1.19	1.00	19	7</																

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - FONDAZIONE**

Filo Iniz. Fin. Ctqg	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	ef% 100	sc	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
17	0.00	1	1	9	25.5	0.0	1.35	1.00	21	7	12.6	15.7	30	0.0	-24.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
16	0.00	90	3	30	-16.8	0.0	1.44	1.00	19	6	12.6	12.6	21	0.0	21.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	20	22	0.0	10	317	8	
2.5		60	5	21	26.4	0.0	1.14	1.00	19	6	12.6	15.7	37	0.0	29.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	28	31	0.0	10	60	8	
18	0.00	1	1	15	25.8	0.0	1.34	1.00	21	7	12.6	15.7	15	0.0	-22.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	21	24	0.0	10	60	8	
17	0.00	90	3	21	-9.1	0.0	2.68	1.00	19	6	12.6	12.6	21	0.0	20.0	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	332	8	
2.5		60	5	21	28.2	0.0	1.28	1.00	19	7	12.6	18.8	21	0.0	24.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	23	26	0.0	10	60	8	
19	0.00	1	1	15	25.5	0.0	1.35	1.00	21	7	12.6	15.7	15	0.0	-23.0	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
18	0.00	90	3	15	-8.5	0.0	2.84	1.00	19	6	12.6	12.6	15	0.0	-18.5	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	17	19	0.0	10	332	8	
2.5		60	5	21	25.5	0.0	1.18	1.00	19	6	12.6	15.7	21	0.0	22.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	21	24	0.0	10	60	8	
20	0.00	1	1	15	30.4	0.0	1.36	1.00	21	9	12.6	18.8	15	0.0	-26.1	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	25	27	0.0	10	60	8	
19	0.00	90	3	21	-9.2	0.0	2.65	1.00	19	5	12.6	15.7	15	0.0	-21.1	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	20	22	0.0	10	332	8	
2.5		60	5	21	26.2	0.0	1.15	1.00	19	6	12.6	15.7	21	0.0	22.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	60	8	
21	0.00	1	1	15	31.8	0.0	1.30	1.00	21	9	12.6	18.8	31	0.0	-29.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	28	31	0.0	10	60	8	
20	0.00	90	3	31	-10.6	0.0	2.30	1.00	19	5	12.6	15.7	31	0.0	-22.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	24	0.0	10	332	8	
2.5		60	5	19	25.2	0.0	1.19	1.00	19	6	12.6	15.7	21	0.0	23.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	22	25	0.0	10	60	8	
22	0.00	1	1	31	26.4	0.0	1.57	1.00	21	7	28.3	18.8	40	0.0	-65.9	-3.0	110.3	106.3	21.8	4.8	76	39	10.3	5	55	8	
21	0.00	90	3	40	-42.3	0.0	1.25	1.00	19	9	28.3	18.8	40	0.0	-44.7	-2.7	110.3	106.3	21.8	4.5	54	54	9.6	10	357	8	
2.5		60	5	19	34.0	0.0	1.23	1.00	19	7	28.3	22.0	40	0.0	38.6	0.2	74.0	95.1	26.2	2.3	37	41	4.9	10	60	8	
22	0.00	1	1	40	8.0	0.0	3.43	1.00	21	6	12.3	12.3	40	0.0	-25.4	6.2	110.3	106.3	21.8	8.6	52	44	18.6	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	40	8.0	0.0	2.98	1.00	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-23.2	6.1	110.3	106.3	21.8	8.6	50	41	18.5	10	124	8
2.5		5	60	5	40	6.3	0.0	3.75	1.00	19	6	12.3	12.3	40	0.0	20.1	5.4	110.3	106.3	21.8	7.8	43	36	16.8	10	0	8
16	0.00	1	1	30	-18.7	0.0	1.81	1.00	21	7	15.4	12.3	30	0.0	-20.3	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	60	8	
15	0.00	90	3	34	-23.1	0.0	1.28	1.00	19	6	15.4	12.3	13	0.0	13.1	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	12	14	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	30	17.7	0.0	1.34	1.00	19	5	16.9	12.3	25	0.0	20.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	22	0.0	10	60	8	
17	0.00	1	1	30	-19.2	0.0	1.59	1.00	21	7	13.9	13.9	33	0.0	-20.0	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	60	8	
14	0.00	90	3	30	-21.1	0.0	1.26	1.00	19	6	13.9	12.3	29	0.0	17.1	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	16	18	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	30	20.6	0.0	1.29	1.00	19	6	13.9	13.9	29	0.0	20.5	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	22	0.0	10	60	8	
18	0.00	1	1	30	-17.9	0.0	1.71	1.00	21	7	13.9	13.9	34	0.0	-20.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	20	22	0.0	10	60	8	
13	0.00	90	3	30	-20.2	0.0	1.32	1.00	19	6	13.9	12.3	29	0.0	17.3	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	16	18	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	34	-17.8	0.0	1.49	1.00	19	6	13.9	13.9	29	0.0	21.3	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	20	22	0.0	10	60	8	
19	0.00	1	1	34	17.0	0.0	1.60	1.00	21	6	13.9	12.3	25	0.0	-20.4	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	60	8	
12	0.00	90	3	30	-19.7	0.0	1.35	1.00	19	6	13.9	12.3	29	0.0	16.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	16	18	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	30	18.0	0.0	1.48	1.00	19	6	13.9	13.9	29	0.0	20.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	20	22	0.0	10	60	8	
20	0.00	1	1	28	17.1	0.0	1.59	1.00	21	6	13.9	12.3	27	0.0	-20.4	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	21	0.0	10	60	8	
11	0.00	90	3	40	-20.0	0.0	1.33	1.00	19	6	13.9	12.3	39	0.0	16.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	16	18	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	28	-16.4	0.0	1.62	1.00	19	6	13.9	13.9	40	0.0	20.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	19	22	0.0	10	60	8	
23	0.00	1	1	30	6.1	0.0	4.44	1.00	21	6	12.3	12.3	30	0.0	-21.8	-3.8	110.3	106.3	21.8	5.4	38	33	11.7	10	0	8	
24	0.00	/	90	3	34	-3.7	0.0	6.50	1.00	19	6	12.3	12.3	30	0.0	-20.0	-3.8	110.3	106.3	21.8	5.4	36	31	11.6	10	124	8
2.5		5	60	5	40	4.5	0.0	5.25	1.00	19	6	12.3	12.3	30	0.0	17.0	-3.3	110.3	106.3	21.8	4.9	31	27	10.6	10	0	8
21	0.00	1	1	28	17.6	0.0	1.55	1.00	21	6	13.9	12.3	17	0.0	-17.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	17	19	0.0	10	60	8	
10	0.00	90	3	40	-21.1	0.0	1.26	1.00	19	6	13.9	12.3	39	0.0	15.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	14	16	0.0	10	460	8	
2.5		60	5	40	17.5	0.0	1.35	1.00	19	5	13.9	12.3	37	0.0	17.5	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	16	18	0.0	10	60	8	
22	0.00	2	1	40	3.4	0.0	8.00	1.00	21	6	12.3	12.3	40	0.0	-16.4	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	15	17	0.0	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	40	-1.4	0.0	17.25	1.00	19	6	12.3	12.3	40	0.0	-14.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	14	16	0.0	10	124	8
2.5		5	60	5	40	2.9	0.0	8.25	1.00	19	6	12.3	12.3	40	0.0	12.8	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	12	13	0.0	10	0	8
22	0.00	3	1	19	1.7	0.0	15.70	1.00	21	6	12.3	12.3	22	0.0	-8.6	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	8	9	0.0	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	19	-0.9	0.0	27.03	1.00	19	6	12.3	12.3	19	0.0	7.9	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	7	8	0.0	10	124	8
2.5		5	60	5	24	1.7	0.0	13.71	1.00	19	6	12.3	12.3	19	0.0	8.6	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	8	9	0.0	10	0	8
22	0.00	4	1	35	2.8	0.0	9.78	1.00	21	6	12.3	12.3	35	0.0	-12.5	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	12	13	0.0	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	12	2.3	0.0	10.30	1.00	19	6	12.3	12.3	35	0.0	14.2	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	13	15	0.0	10	124	8
2.5		5	60	5	28	3.3	0.0	7.18	1.00	19	6	12.3	12.3	35	0.0	15.7	0.0	74.0	95.1	26.2	0.0	15	16	0.0	10	0	8
22	0.00	5	1	28	6.2	0.0	4.37	1.00	21	6	12.3	12.3	28	0.0	-19.2	-6.8	110.3	106.3	21.8	8.1	49	39	17.3	10	0	8	
9	0.00	/	90	3	28	7.6	0.0	3.14	1.00	19	6	12.3	12.3	28	0.0	21.8	-7.5	110.3	106.3	21.8	9.0	55	43	19.3	10	124	8
2.5		5	60	5	28	7.6	0.0	3.14																			



			FESSURAZIONE									FRECCHE		TENSIONI								
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)		
9	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	3	17.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	52.1	5	3	17.7	0.0	0.0	
10	0.00													Rara fer	3375	1629	5	3	17.7	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	45.1	5	1	15.2	0.0	0.0	
10	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	6	16.0	0.0	0.0			Rara cls	137.5	53.3	1	6	16.0	0.0	0.0	
11	0.00													Rara fer	3375	1710	1	6	16.0	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	46.3	1	1	13.8	0.0	0.0	
11	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	3	13.6	0.0	0.0			Rara cls	137.5	49.4	5	3	13.6	0.0	0.0	
12	0.00													Rara fer	3375	1728	5	3	13.6	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	44.0	5	1	12.1	0.0	0.0	
12	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	6	13.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	48.6	5	6	13.4	0.0	0.0	
13	0.00													Rara fer	3375	1700	5	6	13.4	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	43.4	5	1	11.9	0.0	0.0	
13	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	6	13.8	0.0	0.0			Rara cls	137.5	47.3	1	3	13.0	0.0	0.0	
14	0.00													Rara fer	3375	1653	1	3	13.0	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	42.1	1	1	11.5	0.0	0.0	
14	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	3	13.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	46.5	1	3	13.9	0.0	0.0	
15	0.00													Rara fer	3375	1484	1	3	13.9	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	40.6	1	1	12.1	0.0	0.0	
15	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	3	7.1	0.0	0.0			Rara cls	137.5	23.9	1	3	7.1	0.0	0.0	
24	0.00													Rara fer	3375	758	1	3	7.1	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	19.4	1	1	5.8	0.0	0.0	
16	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	3	6.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	21.0	1	3	6.7	0.0	0.0	
23	0.00													Rara fer	3375	618	1	3	6.7	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	17.9	1	1	5.7	0.0	0.0	
17	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	5	13.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	48.8	1	5	13.4	0.0	0.0	
16	0.00													Rara fer	3375	1710	1	5	13.4	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	43.5	1	1	11.9	0.0	0.0	
18	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	13.3	0.0	0.0			Rara cls	137.5	45.7	1	3	12.5	0.0	0.0	
17	0.00													Rara fer	3375	1594	1	3	12.5	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	41.6	1	1	11.4	0.0	0.0	
19	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	6	12.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	45.5	5	6	12.5	0.0	0.0	
18	0.00													Rara fer	3375	1588	5	6	12.5	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	41.7	5	1	11.4	0.0	0.0	
20	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	6	13.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	46.7	1	6	13.9	0.0	0.0	
19	0.00													Rara fer	3375	1560	5	3	12.3	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	42.0	1	1	12.5	0.0	0.0	
21	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	6	17.5	0.0	0.0			Rara cls	137.5	57.9	1	6	17.5	0.0	0.0	
20	0.00													Rara fer	3375	1865	1	6	17.5	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	50.8	1	1	15.2	0.0	0.0	
22	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	5	18.9	0.0	0.0			Rara cls	137.5	55.5	5	5	18.9	0.0	0.0	
21	0.00													Rara fer	3375	1741	5	5	18.9	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	48.4	5	1	16.4	0.0	0.0	
22	0.00	1	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	8	4.4	0.0	0.0			Rara cls	137.5	18.4	1	8	4.4	0.0	0.0	
9	0.00	/												Rara fer	3375	699	1	8	4.4	0.0	0.0	
		5												Perm cls	100.0	7.6	1	1	1.8	0.0	0.0	
16	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-16.8	0.0	0.0			Rara cls	137.5	61.0	3	6	-16.8	0.0	0.0	
15	0.00													Rara fer	3375	2176	3	6	-16.8	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	56.6	3	1	-15.5	0.0	0.0	
17	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-17.6	0.0	0.0			Rara cls	137.5	67.1	3	6	-17.6	0.0	0.0	
14	0.00													Rara fer	3375	2525	3	6	-17.6	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	62.3	3	1	-16.3	0.0	0.0	
18	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-17.7	0.0	0.0			Rara cls	137.5	67.6	3	6	-17.7	0.0	0.0	
13	0.00													Rara fer	3375	2546	3	6	-17.7	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	62.9	3	1	-16.4	0.0	0.0	
19	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-17.8	0.0	0.0			Rara cls	137.5	67.8	3	6	-17.8	0.0	0.0	
12	0.00													Rara fer	3375	2555	3	6	-17.8	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	63.0	3	1	-16.5	0.0	0.0	
20	0.00		Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-18.0	0.0	0.0			Rara cls	137.5	68.5	3	6	-18.0	0.0	0.0	
11	0.00													Rara fer	3375	2582	3	6	-18.0	0.0	0.0	
														Perm cls	100.0	63.5	3	1	-16.6	0.0	0.0	
23	0.00	1	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	8	4.1	0.0	0.0			Rara cls	137.5	17.3	1	8	4.1	0.0	0.0	
24	0.00	/												Rara fer	3375	657	1	8	4.1	0.0	0.0	
		5												Perm cls	100.0	5.3	1	1	1.2	0.0	0.0	

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

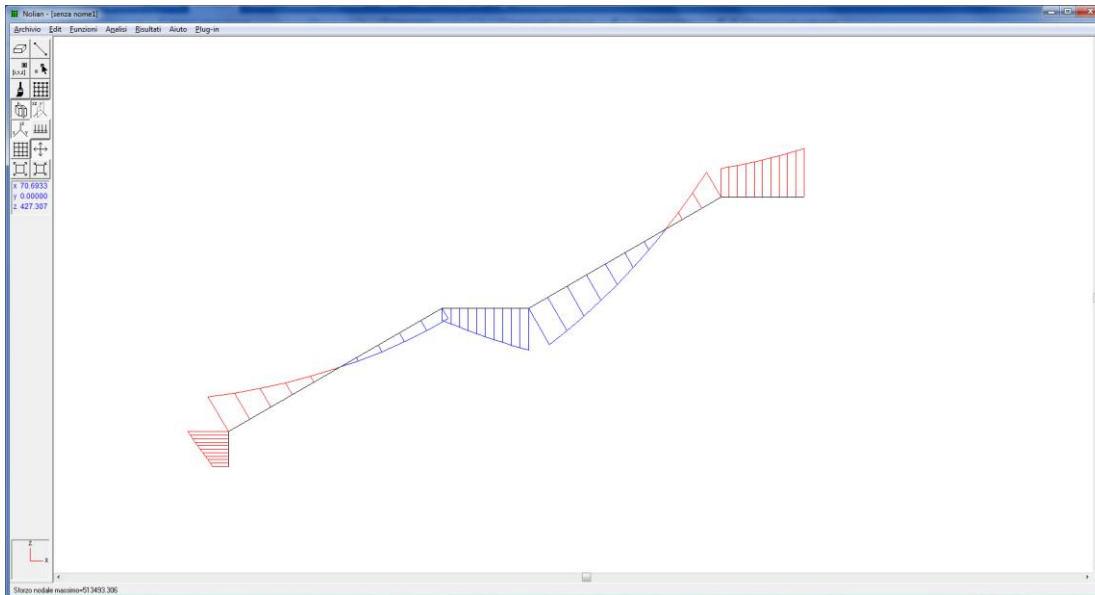
COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 102 di 142

**STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - FONDAZIONE**

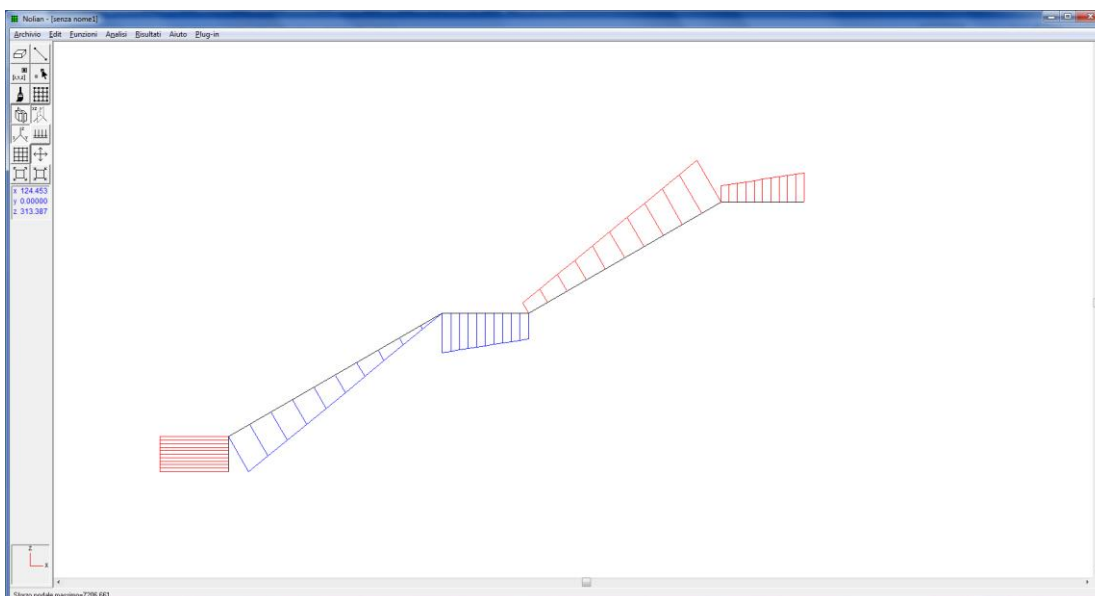
Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final t	T r a	Sez Bas Alt	C o n c	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE							VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co mb	M Exd (t*m)	N Ed (t)	Moltip Ultimo	Gamm Rd	εf% 100	εc	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi	
21 10	0.00 0.00			Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	3	6	-17.3	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	65.9 2478 61.1	3 3 3	6 6 1	-17.3 -17.3 -16.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
22 9	0.00 0.00	2 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	8	2.5	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	10.5 396 6.4	1 1 1	8 8 1	2.5 2.5 1.5	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
22 9	0.00 0.00	3 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	8	1.7	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	7.2 273 5.6	1 1 5	8 8 1	1.7 1.7 1.3	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
22 9	0.00 0.00	4 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	2.4	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	10.2 385 6.1	5 5 1	8 8 1	2.4 2.4 1.4	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
22 9	0.00 0.00	5 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	4.0	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	17.0 646 7.2	5 5 1	8 8 1	4.0 4.0 1.7	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
23 24	0.00 0.00	2 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	1	8	1.9	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	8.0 300 4.8	1 1 5	8 8 1	1.9 1.9 1.1	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
23 24	0.00 0.00	3 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	1.5	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	6.3 236 4.8	5 5 1	8 8 1	1.5 1.5 1.1	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
23 24	0.00 0.00	4 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	2.0	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	8.4 315 4.8	5 5 1	8 8 1	2.0 2.0 1.1	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
23 24	0.00 0.00	5 /	5	Rara Freq Perm	0.2	0.000	0	5	8	3.5	0.0	0.0						Rara cls Rara fer Perm cls	137.5 3375 100.0	14.7 558 4.2	5 5 1	8 8 1	3.5 3.5 1.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0

#### 11.4 Scala interna in c.a.

Viene sviluppato un modello agli e.f. specifico in funzione della geometria della rampa considerando l'analisi dei carichi di par. 6.2 con le estremità della rampa incastrate.



**Figura 36: diagramma momento flettente SLV**

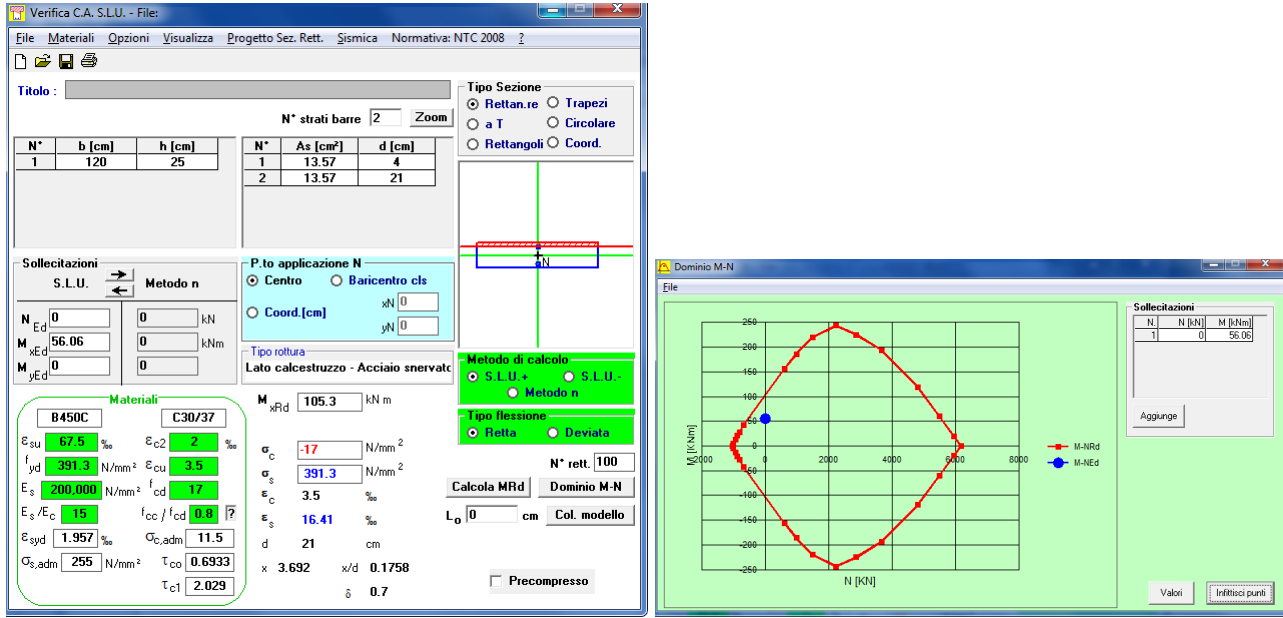


**Figura 37: diagramma del taglio SLV**

$$M_{Ed} = 56.06 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 78.7 \text{ kN}$$

La sezione della rampa  $B = 120$  h = 25 cm viene armata  $12\varnothing 12$  superiori ed inferiori ottenendo:



		Notazione (NTC 2018)	Formule (NTC 2018)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	79
2	Storzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	0
3	Larghezza Sezione	B		mm	1200
4	Altezza Sezione	H		mm	250
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	0.0
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	26
7	Copriero delle barre longitudinali	c		mm	40
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	0.0
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	10
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	200
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	21.801
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	30
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$		-	0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		Mpa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_s$		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	17.00
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	391
20	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{ed} / BH < 0.2 f_{cd}$	Mpa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d		mm	197
22	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n n \phi^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	0
23	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl} / Bd < 0.02$	-	0.00000
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	2.00000
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0.035 k^{-3/2} f_{ck}^{1/2}$	Mpa	0.542
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v_{min}$	$v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}$	Mpa	0.542
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot \alpha^2 \theta)$	-	0.345
28	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp} / f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd}$	$0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}$	Mpa	0.542
30	Taglio Resistente del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c} B d$	kN	128
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	OK

Agli SLE (rare) si ha:

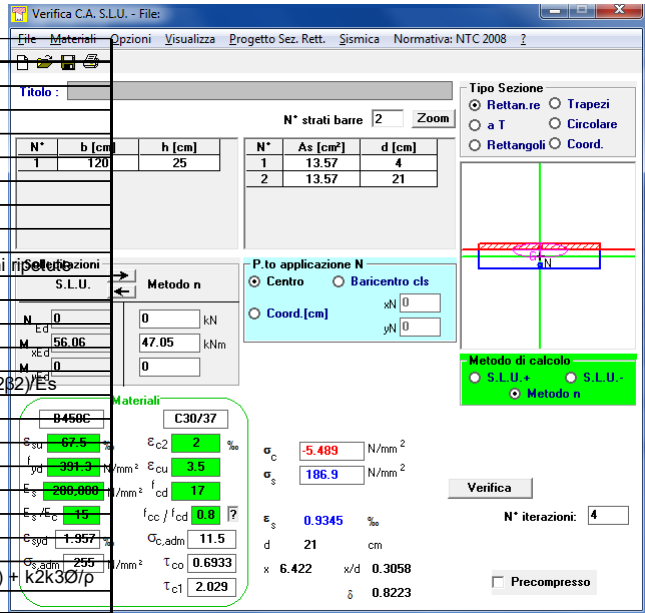
$$M_{Ed, rara} = 47.05 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c = 5.48 \text{ MPa} < 120 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 186.9 \text{ MPa} < 337.5 \text{ MPa}$$

$$W = 0.130 \text{ mm} < 0.300 \text{ mm}$$

Grandezza	Rara	U.Mis	Descrizione e formula
b	1200	[mm]	
h	250	[mm]	
c	40	[mm]	Ricoprimento
x	64.2	[mm]	
Ø	12	[mm]	
n Fe	12		
As	1357.2	[mm <sup>2</sup> ]	
β1	1		barre ad aderenza migliorata.
β2	0.5		azioni di lunga durata o nel caso di azioni
β	0.8350		
Es	210000	[N/mm <sup>2</sup> ]	
σs	186.9	[N/mm <sup>2</sup> ]	
(1-β1β2β2)	0.6514		>=0.4
εsm	0.0005798		Deformazione media unitaria= σs (1-β1β2β2)/Es
deff	92.9	[mm]	min((h-x)/2 ; c+7,5Ø)
bef	370	[mm]	base calcestruzzo efficace
Ac,eff	34373	[mm <sup>2</sup> ]	Area calcestruzzo efficace = deff * beff
k3	0.125		
ρ	0.03948		As/Aceff
s	185	[mm]	
k2	0.4		barre ad aderenza migliorata
Δ <sub>sm</sub>	132.2	[mm]	distanza media fra le fessure = 2(c+s/10) + k2k3Ø/ρ
wd	0.1303	[mm]	apertura delle fessure = 1,7 Δ <sub>sm</sub> εsm



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various calculation parameters and results. Key values include:

- Materiali:** C30/37 (Concrete), B450C (Steel)
- Metodo n:** S.L.U. (Limit State Method)
- P.to applicazione N:** Centro (Center)
- Metodo di calcolo:** S.L.U. (Limit State Method)
- Verifica:** N° iterazioni: 4
- Precompresso:** (unchecked)

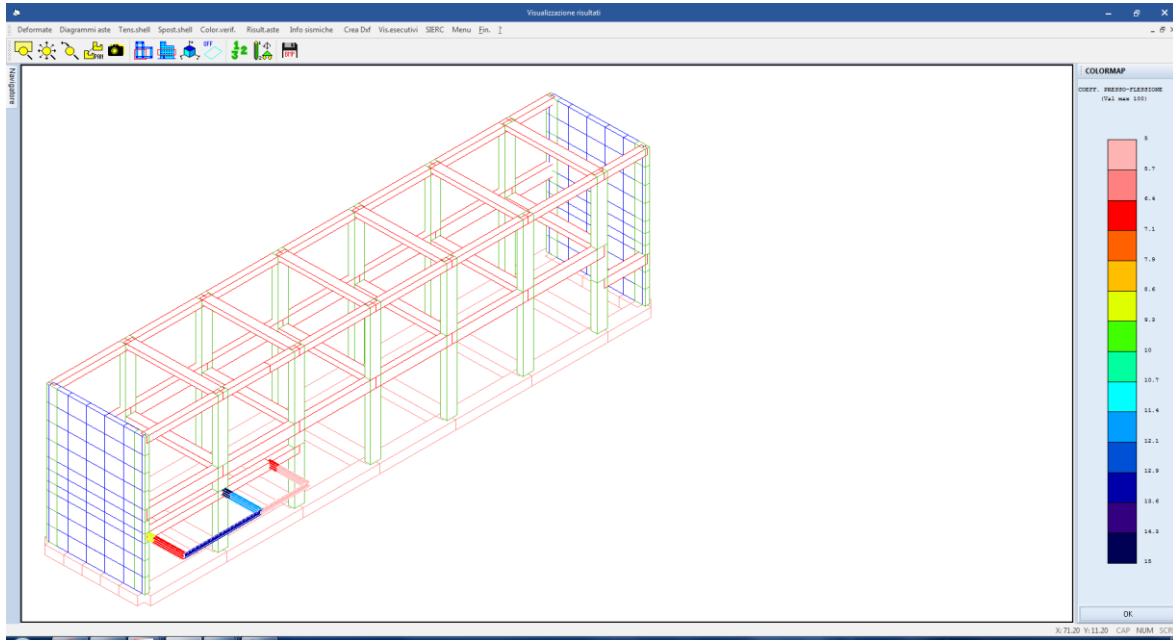
The results section shows the following values:

- $\sigma_c$ : -5.489 N/mm<sup>2</sup>
- $\sigma_s$ : 186.9 N/mm<sup>2</sup>
- $\epsilon_s$ : 0.9345 ‰
- $\tau_{c1}$ : 2.029
- $\tau_{co}$ : 0.6933
- $\tau_{c2}$ : 11.5
- $\tau_{c3}$ : 0.8
- $\tau_{c4}$ : 17
- $\tau_{c5}$ : 3.5
- $\tau_{c6}$ : 2
- $\tau_{c7}$ : 0.8
- $\tau_{c8}$ : 11.5
- $\tau_{c9}$ : 0.6933
- $\tau_{c10}$ : 2.029

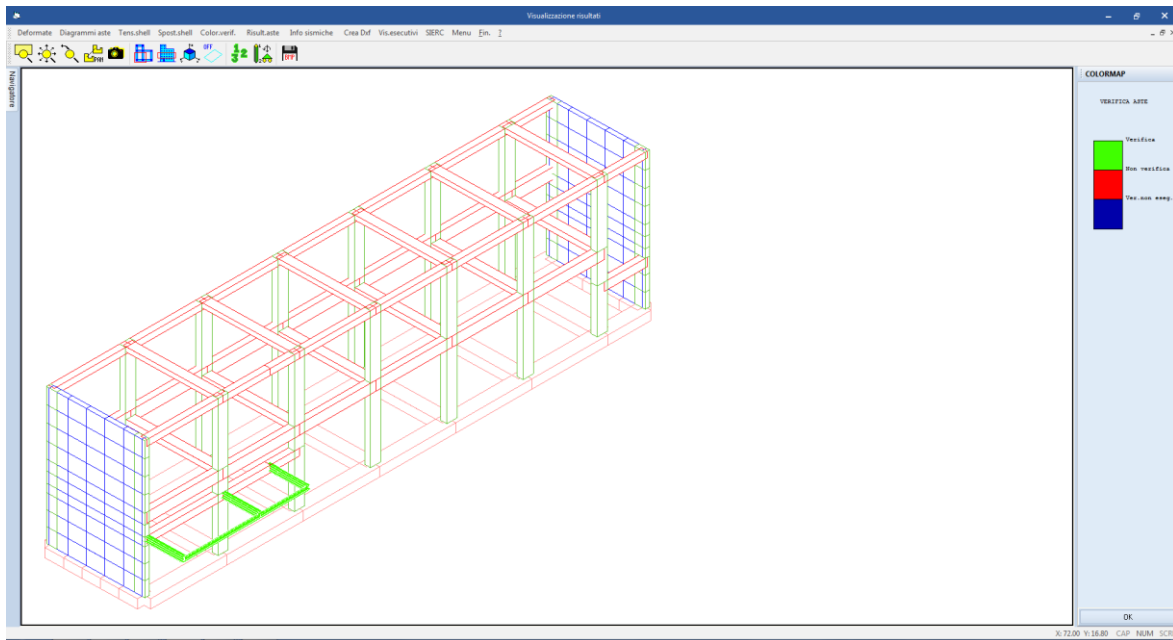
Le verifiche risultano tutte soddisfatte.

## 12 VERIFICA STATI LIMITE E DI ESERCIZIO ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA

Nelle figure seguenti viene riportata una colormap che fornisce una visione complessiva del livello di sicurezza della struttura.



**Figura 38: colormap livello di impegno a pressoflessione (<100 = verificato)**



**Figura 39: colormap stus verifiche carpenteria metallica**

Le verifiche di resistenza e deformabilità vengono eseguite in automatico dal programma su tutte le aste metalliche del modello ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in acciaio e di verifica aste in legno.

<b>Fili N.ro</b>	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla terza quello del nodo finale
<b>Quota</b>	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla terza quota del nodo finale
<b>Tratto</b>	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
<b>Cmb N.r</b>	: Numero della combinazione per la quale si è avuta la condizione più gravosa (rapporto di verifica massimo). La combinazione 0, se presente, si riferisce alle verifiche delle aste in legno, costruita con la sola presenza dei carichi permanenti ( $1.3 \cdot G1 + 1.5 \cdot G2$ ). Seguono le caratteristiche associate alla combinazione:
<b>N Sd</b>	: Sforzo normale di calcolo
<b>MxSd</b>	: Momento flettente di calcolo asse vettore X locale
<b>MySd</b>	: Momento flettente di calcolo asse vettore Y locale
<b>VxSd</b>	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse X locale
<b>VySd</b>	: Taglio di calcolo in direzione dell'asse Y locale
<b>T Sd</b>	: Torsione di calcolo
<b>N Rd</b>	: Sforzo normale resistente ridotto per presenza dell'azione tagliante
<b>MxV.Rd</b>	: Momento flettente resistente con asse vettore X locale ridotto per presenza di azione tagliante. Per le sezioni di classe 3 è sempre il momento limite elastico, per quelle di classe 1 e 2 è il momento plastico. Se inoltre la tipologia della sezione è doppio T, tubo tondo, tubo rettangolare e piatto, il momento è ridotto dall'eventuale presenza dello sforzo normale
<b>MyV.Rd</b>	: Momento flettente resistente con asse vettore Y locale ridotto per presenza di azione tagliante. Vale quanto riportato per il dato precedente
<b>VxplRd</b>	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
<b>VyplRd</b>	: Taglio resistente plastico in direzione dell'asse X locale
<b>T Rd</b>	: Torsione resistente
<b>fy rid</b>	: Resistenza di calcolo del materiale ridotta per presenza dell'azione tagliante
<b>Rap %</b>	: Rapporto di verifica moltiplicato per 100. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100. La formula utilizzata in verifica è la n.ro 6.41 di EC3. Tale formula nel caso di sezione a doppio T coincide con le formule del DM 2008 n.ro 4.2.39 e del DM 2018 n.ro 4.2.39.
<b>Sez.N</b>	: Numero di archivio della sezione
<b>Ac</b>	: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici. Sostituisce il dato 'Sez.N.' se l'incremento dei carichi statici è maggiore di 1
<b>Qn</b>	: Carico distribuito normale all'asse della trave in kg/m, incluso il peso proprio
<b>Asta</b>	: Numerazione dell'asta

L'ultima riga delle quattro relative a ciascuna asta, si riferisce ai valori utili ad effettuare le verifiche di instabilità:

<b>l</b>	: Lunghezza della trave
<b><math>\beta \cdot l</math></b>	: Lunghezza libera di inflessione
<b>clas.</b>	: Classe di verifica della trave
<b><math>\epsilon</math></b>	: $(235/fy)^{(1/2)}$ . Se il valore è maggiore di 1 significa che il programma ha classificato la sezione, originariamente di classe 4, come sezione di classe 3 secondo il comma (9) del punto 5.5.2 dell'EC3 in base alla

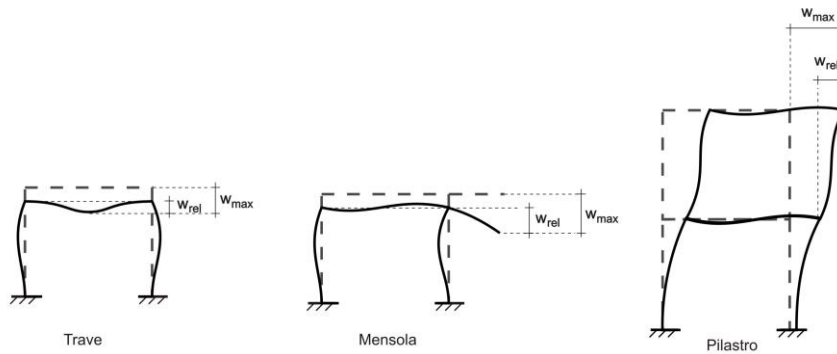
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 108 di 142

- tensione di compressione massima. Per tali aste non sono state effettuate le verifiche di instabilità come previsto nel comma (10) dell'EC3 (vedi anche pto C4.2.3.1).
- Lmd** : Snellezza lambda  
**R%pf** : Rapporto di verifica per l'instabilità alla presso-flessione moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.32]. Sezione verificata per valori minori o uguali a 100  
**R%ft** : Rapporto di verifica per l'instabilità flessione-torsionale moltiplicato per 100 determinato dalla formula [C4.2.36]  
**Wmax** : Spostamento massimo  
**Wrel** : Spostamento relativo, depurato dalla traslazione rigida dei nodi  
**Wlim** : Spostamento limite

Gli spostamenti Wmax e Wrel, essendo legati alle verifiche di esercizio, sono calcolati combinando i canali di carico con i coefficienti delle matrici SLE.

Per una più agevole comprensione del significato dei dati Wmax e Wrel, si può fare riferimento alla figura seguente:



Quindi ai fini della verifica è sufficiente che risulti  $Wrel \leq Wlim$ , essendo del tutto normale che l'asta possa risultare verificata anche con  $Wmax > Wlim$ .

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpRd Kg	VypIRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N.	79	42	3.53	6	0	1	0	20	-590	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		6	0	-634	-20	20	-688	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	2
Asta:	48	43	3.53	6	0	-1406	-41	20	-792	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5
Instab.:	203.6	$\beta^* =$	142.5	0	1406	41	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 0	Rft= 5	Wmax/rel/lim= 9.8	0.1	8.1	mm			
Sez.N.	79	43	3.53	6	0	-1406	-41	20	-792	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5
HEA280	qn=	-76		6	0	-1678	-48	20	-825	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	6
Asta:	49	30	3.53	6	0	-1961	-55	20	-859	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	7
Instab.:	67.2	$\beta^* =$	47.1	0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 4.6	0.0	2.7	mm			
Sez.N.	79	41	3.53	28	4	0	-12	-29	-328	2	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		6	3	-996	-7	-1	-1052	4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
Asta:	50	44	3.53	3	0	-2148	-11	5	-1156	4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	7
Instab.:	203.6	$\beta^* =$	142.5	0	2148	11	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 2	Rft= 7	Wmax/rel/lim= 4.7	0.1	8.1	mm			
Sez.N.	79	44	3.53	3	0	-2148	-11	5	-1156	4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	7
HEA280	qn=	-76		3	0	-2424	-13	5	-1179	4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	8
Asta:	51	22	3.53	3	0	-2705	-14	5	-1203	4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	9
Instab.:	47.2	$\beta^* =$	33.1	0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim= 3.5	0.0	1.9	mm			
Sez.N.	191	42	3.53	35	43	0	0	0	202	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	0
IPE240	qn=	-310		6	20	476	0	0	-9	-1	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	5
Asta:	52	2	3.53	35	43	0	0	0	-202	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	0
Instab.:	322.6	$\beta^* =$	225.8	20	476	0	cl= 1	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 83	Rpf= 4	Rft= 8	Wmax/rel/lim= 9.8	0.4	12.9	mm			
Sez.N.	79	2	3.53	28	-4	0	-10	-10	-530	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		6	-3	-1583	13	-19	-1642	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	6



STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpIRd Kg	VypIRd Kg	T Rd kg/m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Asta: 53	1	3.53		6	-3	-3349	33	-19	-1746	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	12
Instab.: =	203.6	$\beta^* =$	142.5		0	3349	4	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 9	Rft= 12	Wmax/rel/lim=	4.9	0.2	8.1	mm	
Sez.N. 79	1	3.53		6	-3	-3349	33	-19	-1746	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	12
HEA280	qn=	-76		6	-3	-3765	38	-19	-1769	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	13
Asta: 54	21	3.53		6	-3	-4185	43	-19	-1793	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	15
Instab.: =	47.2	$\beta^* =$	33.1		0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft= 0	Wmax/rel/lim=	3.2	0.0	1.9	mm	
Sez.N. 191	2	3.53		28	29	0	10	4	327	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	1
IPE240	qn=	-310		6	1	1239	-1	3	-18	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	13
Asta: 55	41	3.53		28	29	-2	-12	4	-328	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	15
Instab.: =	521.7	$\beta^* =$	365.2		1	1240	8	cl= 1	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 135	Rpf= 11	Rft= 34	Wmax/rel/lim=	7.7	3.0	20.9	mm	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - ACCIAIO																		
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxpIRd Kg	VypIRd Kg	T Rd kg/m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 79	42	3.53		14	0	0	0	-9	-202	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		35	0	-239	-38	39	-278	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	1
Asta: 48	43	3.53		35	0	-570	-79	39	-358	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
Instab.: =	203.6	$\beta^* =$	142.5		0	570	79	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 0	Rft=	3					
Sez.N. 79	43	3.53		35	0	-570	-79	39	-358	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
HEA280	qn=	-76		35	0	-695	-92	39	-384	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
Asta: 49	30	3.53		35	0	-828	-105	39	-409	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	4
Instab.: =	67.2	$\beta^* =$	47.1		0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft=	0					
Sez.N. 79	41	3.53		28	4	0	-11	-22	-328	2	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		15	1	-362	-33	31	-403	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	1
Asta: 50	44	3.53		31	-1	-824	-70	37	-482	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
Instab.: =	203.6	$\beta^* =$	142.5		1	824	64	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 2	Rft=	3					
Sez.N. 79	44	3.53		31	-1	-824	-70	37	-482	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	3
HEA280	qn=	-76		31	-1	-940	-79	37	-500	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	4
Asta: 51	22	3.53		31	-1	-1060	-88	37	-518	0	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	4
Instab.: =	47.2	$\beta^* =$	33.1		0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft=	0					
Sez.N. 191	42	3.53		35	39	0	0	0	202	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	0
IPE240	qn=	-310		40	-22	163	0	0	-3	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	2
Asta: 52	2	3.53		35	39	0	0	0	-202	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	0
Instab.: =	322.6	$\beta^* =$	225.8		38	163	0	cl= 1	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 83	Rpf= 2	Rft=	3					
Sez.N. 79	2	3.53		28	-4	0	-9	-11	-530	-1	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	0
HEA280	qn=	-76		15	-1	-565	16	-19	-606	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	2
Asta: 53	1	3.53		15	-1	-1238	37	-19	-686	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5
Instab.: =	203.6	$\beta^* =$	142.5		-1	1238	37	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 20	Rpf= 3	Rft=	5					
Sez.N. 79	1	3.53		15	-1	-1238	37	-19	-686	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5
HEA280	qn=	-76		15	-1	-1403	41	-19	-704	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5
Asta: 54	21	3.53		15	-1	-1571	46	-19	-722	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	6
Instab.: =	47.2	$\beta^* =$	33.1		0	0	0	cl= 2	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 0	Rpf= 0	Rft=	0					
Sez.N. 191	2	3.53		28	22	-1	9	4	327	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	0
IPE240	qn=	-310		35	35	426	-1	3	0	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	4
Asta: 55	41	3.53		28	22	-2	-11	4	-328	0	102447	9603	1936	38486	28949	238	2619	1
Instab.: =	521.7	$\beta^* =$	365.2		13	426	10	cl= 1	$\epsilon =$ 0.92	lmd= 135	Rpf= 4	Rft=	10					

Viene esplicitata la verifica della trave principale HEA280 maggiormente sollecitata con l'ausilio di un foglio di excel preprogrammato facente parte della suite SAITU della STADATA:

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 110 di 142

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.																			
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																			
DAI DI	Fili	Quota	Tra	Cmb	N Sd	MxSd	MySd	VxSd	VySd	T Sd	N Rd	MxV.Rd	MyV.Rd	VxplRd	VyplRd	T Rd	fy rid	Rap	
ASTA	N.ro	(m)	tto	N.r	(kg)	(kg*m)	(kg*m)	(kg)	(kg)	(kg*m)	kg	kg*m	kg*m	Kg	Kg	kg*m	Kg/cmq	‡	
Sez.N.	79	1	3.53	6	-3	-3349	33	-19	-1746	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	12	
HEA280	qn=	-76	6	-3	-3765	38	-19	-1769	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	13		
Asta:	54	21	3.53	6	-3	-4185	43	-19	-1793	-4	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	15	
Instab.:l=	47.2	δ*1=	33.1	0	0	0	0	cl=2	ε=0.92	lmd=	0	Rpf=	0	Rft=	0	Wmax/rel/lim=	3.2	0.0	1.9 mm
STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - ACCIAIO																			
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																			
DAI DI	Fili	Quota	Tra	Cmb	N Sd	MxSd	MySd	VxSd	VySd	T Sd	N Rd	MxV.Rd	MyV.Rd	VxplRd	VyplRd	T Rd	fy rid	Rap	
ASTA	N.ro	(m)	tto	N.r	(kg)	(kg*m)	(kg*m)	(kg)	(kg)	(kg*m)	kg	kg*m	kg*m	Kg	Kg	kg*m	Kg/cmq	‡	
Sez.N.	79	1	3.53	15	-1	-1238	37	-19	-686	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5	
HEA280	qn=	-76	15	-1	-1403	41	-19	-704	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	5		
Asta:	54	21	3.53	15	-1	-1571	46	-19	-722	-3	254739	29130	13570	117561	48002	834	2619	6	
Instab.:l=	47.2	δ*1=	33.1	0	0	0	0	cl=2	ε=0.92	lmd=	0	Rpf=	0	Rft=	0				

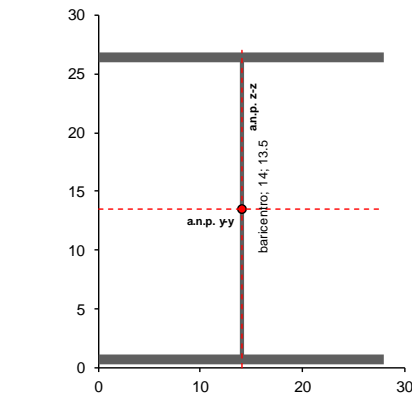
**ASTA SOGGETTA A FLESSIONE BIASSIALE, COMPRESSIONE E TAGLIO**  
( sezione uniforme a doppia simmetria )

**METODO DI CALCOLO IN ACCORDO CON EN 1993-1-1 e NTC 2008**

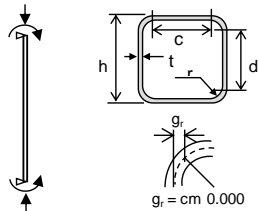
MATERIALE	S 275 N(H)	$f_y = 27.50$ kN/cm <sup>2</sup>	$\epsilon = 0.92$	coeff. di sicur. $\gamma_{M0} = 1.05$
TIPO SEZIONE	LAMINATA	ELEMENTO TRAVE	PROFILO HEA	280 $d_w = \text{cm } 0$

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :				resistenza	stabilità
combinazione non sismica	Momento principale	$M_{y,Ed} =$ kNcm	4185	4185	
	Taglio principale	$V_{z,Ed} =$ kN	17.93	17.93	
	Momento laterale	$M_{z,Ed} =$ kNcm	0	0	
	Taglio laterale	$V_{y,Ed} =$ kN	0	0	
	Compressione	$N_{Ed} =$ kN	0	0	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE :



$d_{Gy} = \text{dist. baric. orizz.} = \text{cm } 0.00$   
 $d_{Gz} = \text{dist. baric. vert.} = \text{cm } 0.00$



Altezza totale sezione (h)	cm	27
Larghezza piattab. sup. (b <sub>1</sub> )	cm	28
Larghezza piattab. inf. (b <sub>2</sub> )	cm	28
Spessore anima (t <sub>w</sub> )	cm	0.8
Spessore piattab. sup. (t <sub>1</sub> )	cm	1.3
Spessore piattab. inf. (t <sub>2</sub> )	cm	1.3
Raccordo anima-piattab. (r)	cm	2.4
Altezza netta anima (d)	cm	19.6
Sporgenza ala superiore (c <sub>1</sub> )	cm	11.20
Sporgenza ala inferiore (c <sub>2</sub> )	cm	11.20
Area tot. della sezione (A)	cm <sup>2</sup>	97.26
Posiz. asse baricentrico (z <sub>G</sub> )	cm	13.50
Pos. asse neutro plastico (z <sub>p</sub> )	cm	13.50
Pos. a.n.p. per flessione (d <sub>2</sub> )	cm	13.50
Pos. asse neutro plastico (y <sub>p</sub> )	cm	14.00
Momento di inerzia max. (J <sub>y</sub> )	cm <sup>4</sup>	13670
Momento di inerzia min. (J <sub>z</sub> )	cm <sup>4</sup>	4763
Momento di inerzia tors. (J <sub>t</sub> )	cm <sup>4</sup>	62
W <sub>ys</sub> esterno piattab. sup.	cm <sup>3</sup>	1013
W <sub>yl</sub> esterno piattab. inf.	cm <sup>3</sup>	1013
W <sub>ysa</sub> estremità racc. anima	cm <sup>3</sup>	1395
W <sub>yel.min</sub> = MIN (W <sub>ys</sub> , W <sub>yl</sub> )	cm <sup>3</sup>	1013
W <sub>zs</sub> esterno piattabande	cm <sup>3</sup>	340
W <sub>zsc</sub> sez. racc. ala-anima	cm <sup>3</sup>	1701
W <sub>ply</sub>	cm <sup>3</sup>	1112
W <sub>pl,z</sub>	cm <sup>3</sup>	518

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

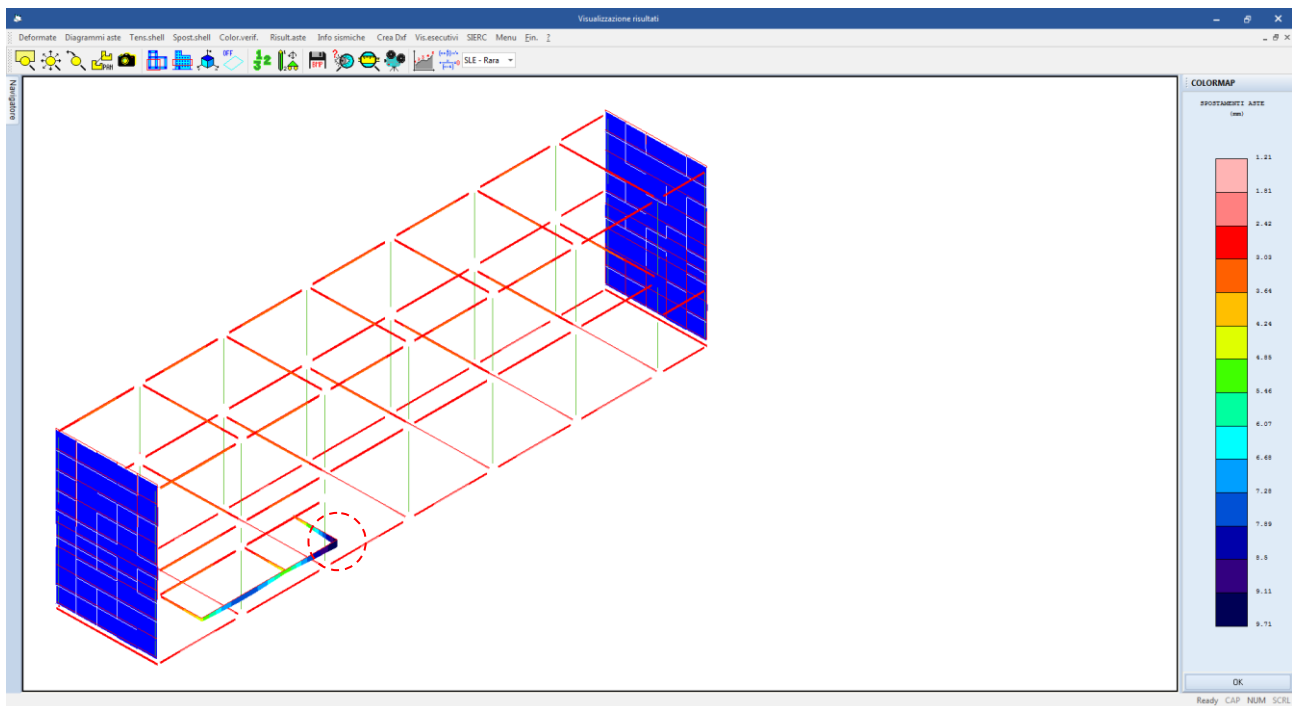
Rapporto larghezza / spessore :	anima	$d/t_w = 24.50$	
	ali sporgenti	$c/t_f = 8.62$	
	elementi interni	$c/t = 0.00$	per sezione scatorale
Rapp. limite larghezza/spessore anima :	presso-fless.		anima
asse neutro elastico = cm 13.500	classe 1	66.56	$\alpha_d = 0.500 = a_c / d$
coefficiente di adattamento 1.000	classe 2	76.73	$\psi_d = -1.000 = \sigma_T / \sigma_c$
	classe 3	114.63	$\psi_y = -1$
			<b>classe dell'anima 1</b>
Rapp. limite larghezza/spessore piattab.	ali sporgenti		ali sporgenti
asse neutro elastico = cm 0.000	classe 1	8.32	$\alpha_c = 1.000$
coefficiente di adattamento 1.000	classe 2	9.24	$\psi_c = 1.000$
	classe 3	12.73	$\psi_z = 1$
	ks =	0.43	<b>classe piattabanda 2</b>
	<b>CLASSE SEZIONE</b>	<b>2</b>	

VERIFICA DI RESISTENZA					
Area di taglio nel piano principale :	$A_{vz} = \eta' \cdot h_w \cdot t_w \text{ o } \eta'' \cdot A$	$A_{vz} =$	31.74	cm <sup>2</sup>	
Area di taglio nel piano laterale :	$A_{vy} = \eta' \cdot b_f \cdot t_f \text{ o } \eta'' \cdot A$	$A_{vy} =$	77.74	cm <sup>2</sup>	
Resist. plastica di progetto a taglio :	$V_{z,pl,Rd} = A_{vz} \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{z,pl,Rd} =$	480	kN	
	$V_{y,pl,Rd} = A_{vy} \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0}$	$V_{y,pl,Rd} =$	1176	kN	
$V_{z,Ed} < 50\% V_{z,pl,Rd}$	$\rho_z = (2 \cdot V_{z,Ed} / V_{z,pl,Rd} - 1)^2$	$\rho_z =$	0.000		
$V_{y,Ed} < 50\% V_{y,pl,Rd}$	$\rho_y = (2 \cdot V_{y,Ed} / V_{y,pl,Rd} - 1)^2$	$\rho_y =$	0.000		
Verifica di resistenza per sezione di classe			2		
$f_y = 1.000$	$n = 0.000$	$a_w = 0.251$	$M_{N,y,Rd} = W_y \cdot f_{d,rid}$	29124	kNcm
$f_z = 1.000$	$n = 0.000$	$a_f = 0.500$	$M_{N,z,Rd} = W_z \cdot f_{d,rid}$	13567	kNcm
$N_{1,y,Rd} = 0,25 \cdot N_{pl,Rd} = 637$	$N_{2,y,Rd} = \eta_w \cdot t_w \cdot f_d / 2 = 256$	$N_{Ed} \leq N_{y,Rd} (cl \leq 2) =$	0	kN	
$N_{Ed} < \min(N_{1,y,Rd}; N_{2,y,Rd})$	NO forza assiale		$N_{y,Rd} = A_{vz} \cdot (1-p) \cdot f_y$	537	kN
NO taglio : cl. <=2	$[M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}]^2 + [M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd}]^2$	$\alpha =$	1.000	$\beta =$	1.000
NO taglio : cl. <=4	$[N_{Ed} / A + M_{y,Ed} / W_y + M_{z,Ed} / W_z] / f_d$	$R_{M,N} =$	0.144	< 1	
con taglio : cl. <=2	$[W_{pl,y} - 1 / (4 \cdot \eta_w \cdot t_w) \cdot (p \cdot A_{wz}^2 + N_{Ed}^2 / ((1-p) \cdot f_y^2)) \cdot f_d] < M_{N,y,Rd}$				
con taglio : cl. >=3	$[N_{Ed} / A_{rd,v} + M_{y,Ed} / W_{y,rd,v} + M_{z,Ed} / W_{z,rd,v}] / f_d$	$M_{NV,y,Rd} =$	-----	kNcm	
$N_{z,Rd} = \eta_w \cdot t_w \cdot f_d = 511$	$N_{Ed} < N_{z,Rd}$	$M_{NV,z,Rd} =$	-----	kNcm	
$V_{z,Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$	resistenza area di taglio ridotta del fattore (1-p)	$R_{M,N,v} =$		< 1	

Il coefficiente di impegno della sezione risulta essere praticamente identico a quello determinato in automatico dal programma di calcolo agli e.f.

**Per la verifica a deformazione** della copertura si calcola quanto segue. La freccia massima allo spigolo della copertura in combinazioni rare della copertura è pari a:

$$f = 9.71 \text{ mm}$$



**Figura 40: freccia di spigolo della copertura**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>						
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico</b>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IV01</td> <td>LOTTO 00</td> <td>CODIFICA D 26 CL</td> <td>DOCUMENTO FV0400 002</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 113 di 142</td> </tr> </table>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FV0400 002	REV. A	FOGLIO 113 di 142
COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FV0400 002	REV. A	FOGLIO 113 di 142		

La luce di inflessione in caso di sbalzo è pari al doppio della luce (distanza tra il punto di appoggio e lo spigolo in oggetto ovvero  $l_0 = 2 \times 2.50 = 5.00$  m), per cui si ha:

$$9.71 / 5000 = L/514 < L/200 \quad \text{verifica OK}$$

### 12.1.1 Verifica delle connessioni

#### 12.1.1.1.1 Connessione copertura metallica alle travi in c.a.

IL nodo è rappresentato al paragrafo che precede. La connessione è prevista a mezzo di barre filettate classe 8.8 inghisate con resina chimica bicomponente specifica per connessioni acciaio-calcestruzzo in appositi fori realizzati sulle travi in c.a.

Sul nodo insistono le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$N_{Ed} = -$$

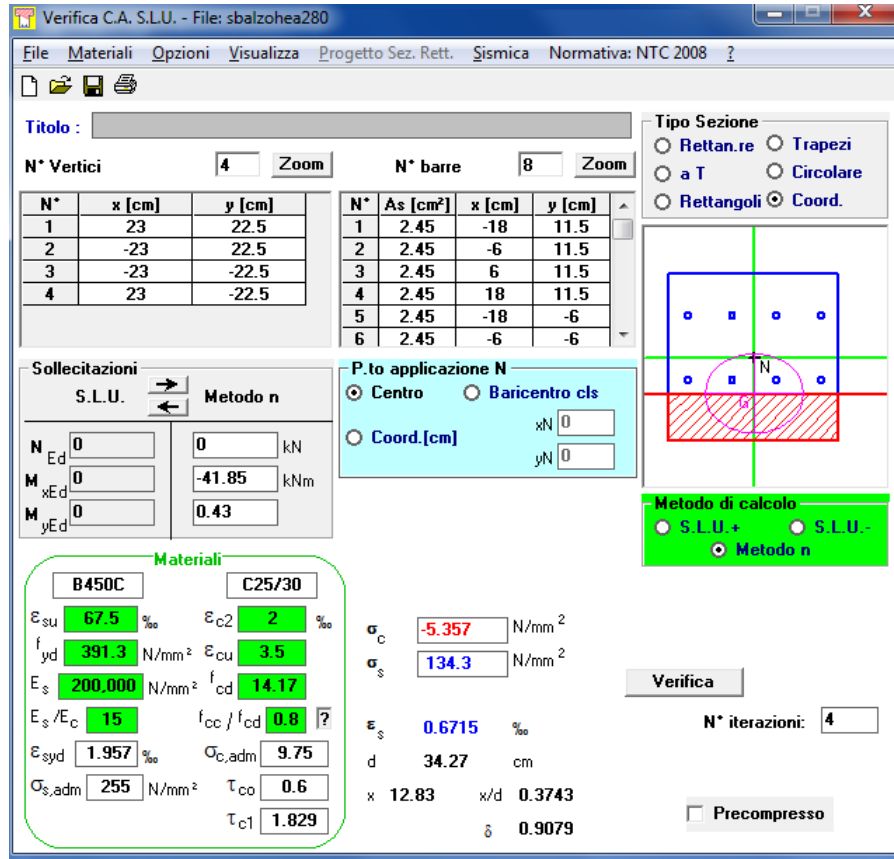
$$M_{Ed,x} = -4185 \text{ kNcm}$$

$$M_{Ed,y} = 43 \text{ kNcm}$$

$$V_{Ed,x} = 17.93 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = - \text{ kN}$$

La piastra di contatto è una piastra 460x450. In base alle geometrie degli elaborati grafici di progetto la trazione massima agente sul gambo filettato delle barre metalliche è pari a:



$$N_{sd} = 134.3 \times 245 = 32903 \text{ N} = 32.9 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 19.73 / 8 = 2.47 \text{ kN}$$

Gli ancoranti previsti in progetto sono barre filettate tipo HILTI HAS M20 o similari. Il calcolo della resistenza di queste connessioni viene eseguito utilizzando il metodo proposto dal [15] che è poi una versione semplificata delle normative europee ETAG Annex 15.

In base ai contenuti del manuale si ha:

**TRAZIONE:**

il meccanismo di rottura è quello dell'estrazione conica del supporto

$$N_{rd,c}^0 = 62.9 \text{ kN (valutato su calcestruzzo non fessurato trattandosi della faccia laterale di una trave)}$$

$$f_{B,N} = 1.12$$

$$f_{B,T} = 1.76$$

$$f_{A,N} = 0.68$$

$$f_{R,N} = 0.96$$

$$N_{Rd,c} = N_{rd,c}^0 \cdot f_{B,N} \cdot f_{B,T} \cdot f_{A,N} \cdot f_{R,N} = 80.94 \text{ kN} \gg N_{sd}$$

**TAGLIO:**

il meccanismo di rottura è quello dello strappo di un lembo di cls.

$V_{rd,c}^0 = 12.4 \text{ kN}$  (valutato su calcestruzzo non fessurato trattandosi della faccia laterale di una trave)

$f_{B,V} = 1.22$

$f_{A,RV} = 1.17$

$f_{\beta,V} = 1.00$

$V_{Rd,c} = V_{rd,c}^0 \cdot f_{B,V} \cdot f_{A,RV} \cdot f_{\beta,V} = 17.7 \text{ kN} \gg V_{Sd}$

La presenza di carico combinato di trazione e taglio viene verificata con la relazione:

$$F_{Sd}(\alpha) \leq F_{Rd}(\alpha)$$

La sollecitazione risultante  $F_{Sd}$  viene valutata per una inclinazione  $\alpha$ , viene data dalla formula:

$$F_{Sd}(\alpha) = \sqrt{N_{Sd}^2 + V_{Sd}^2} = 33.0 \text{ kN}$$

$$\alpha = \arctan \frac{V_{Sd}}{N_{Sd}} = 4.29$$

La resistenza di progetto valutata per l'inclinazione  $\alpha$  è data dalla formula:

$$F_{Rd}(\alpha) = \left( \left( \frac{\cos \alpha}{N_{Rd}} \right)^{1.5} + \left( \frac{\sin \alpha}{V_{Rd}} \right)^{1.5} \right)^{-2/3} = 71.84 \text{ kN} > F_{Sd}(\alpha) = 33 \text{ kN}$$

**Per cui l'ancoraggio risulta verificato.**

## 12.2 Grigliato metallico pedonale

Per il camminamento si predispone un grigliato pedonale 15x76-40x20.

Le verifiche vengono svolte secondo due diversi approcci:

1) secondo il criterio degli stati limite ultimi (SLU), metodo elastico (E), con i seguenti coefficienti:

Coefficiente moltiplicativo del carico  $\gamma_{Qi} = 1,5$

Coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni di classe 1-2-3-4  $\gamma_{M0} = 1,05$

Materiale S235JR

Tensione di snervamento ( $\sigma_{sn}$ ) = 23,5 daN/mm<sup>2</sup>

• Sigma confronto ( $(\sigma_{sn} / \gamma_{M0}) = 22,38 \text{ daN/mm}^2$ )

2) calcolando la freccia per effetto del carico reale al netto del coefficiente moltiplicativo del carico  $\gamma_{Qi}$

$$f \leq \frac{L_n}{200}$$

$$f \leq 5mm$$

**DATI:**

Carico dinamico uniformemente distribuito (classe 1)  $Q = 4.00 \text{ kN/m}^2$

Luce netta tra gli appoggi  $L_n = 1740 \text{ mm}$

Grigliato elettrosaldato GES 40x2 - 15x76

Modulo di resistenza  $W = 533 \text{ mm}^3$

Momento di inerzia  $J = 10667 \text{ mm}^4$

Modulo di elasticità  $E = 21000 \text{ daN/mm}^2$

Materiale S235JR Sigma snervamento  $\sigma_{sn} = 23,5 \text{ daN/mm}^2$

Carico amplificato  $Q_1 = Q \cdot \gamma_{Qi} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ daN/m}^2$

Numero barre portanti in 1 metro di larghezza  $N \leq \frac{1000}{15} = 66.67$

Carico su una barra portante per il calcolo di tensione

$$q_1 = \frac{Q_1 \cdot L_n \cdot 1}{N} = \frac{600 \cdot 1.740 \cdot 1}{66.67} = 15.65 \text{ daN}$$

Momento flettente

$$M = \frac{q_1 \cdot L_n}{8} = \frac{15.66 \cdot 1.74}{8} = 3.41 \text{ daNm} = 34059 \text{ Nmm}$$

tensione confronto  $\sigma_{sn} = 235/1.05 = 223.8 \text{ daN/mm}^2$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{34059}{533} = 63.9 \text{ N/mm}^2 \ll \sigma_{sn} = 223.8 \text{ N/mm}^2$$

Carico su una barra portante per il calcolo della freccia:

$$q = \frac{Q \cdot L_n \cdot 1}{N} = \frac{400 \cdot 1.2 \cdot 1}{66.67} = 7.20 \text{ daN}$$

Freccia elastica

$$f = \frac{5}{384} \frac{q \cdot L_n^3}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{7.20 \cdot 1740^3}{21000 \cdot 10667} = 2.20 \text{ mm} \ll 5mm$$

Rapporto freccia/luce netta  $f/L_n = 2.20 / 1740 = 1/791 \ll 1/200$

**Le verifiche risultano tutte soddisfatte**



### 13 GIUNTI SISMICI

La [3] al par. 7.2.1. recita “La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue, secondo quanto indicato ai §§ 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 7.3.5;

La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati, misurata dallo spiccatto della fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, moltiplicata per  $2a_g S/g \leq 1$ .

Qualora non si possano eseguire calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base può essere stimato in 1/100 della sua altezza, misurata come sopra, moltiplicata per  $a_g S/g$ ; in questo caso, la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse.

Nel caso di specie è previsto un giunto tecnico di 50mm tra i tre corpi di fabbrica del complesso fabbricato viaggiatori – tettoia – fabbricato tecnologico. Come rappresentato negli elaborati grafici di progetto il giunto è strutturalmente più ampio (circa 150 mm) ma lo spessore delle finiture architettoniche che rivestono le parti strutturali rendono l’ampiezza “libera del giunto” pari a 50 mm.

L’altezza dal piano delle fondazioni della tettoia metallica è pari a 4.00 m circa per cui si ha:

$$\Delta_1 = \Delta_2 = h/100 \cdot a_g S/g = 400/100 \times 0.211 \times 1.378 \times 1.2 = 1.39 \text{ cm}$$

$$\Delta_1 + \Delta_2 = 27.9 \text{ mm} < 50\text{mm}$$

In base ai risultati del modello di calcolo alla quota della tettoia metallica l’edificio in parola presenta i seguenti spostamenti (nodo 41):

SPOSTAMENTI S.L.V. PER GIUNTI SISMICI (NTC 7.3.3.3)											
Sisma Direzione X $\mu_d=5.98$ - Direzione Y $\mu_d=2.48$											
IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.			IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.		
Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)	Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)
9	2.97	17	10.86	19.13	19.43	10	4.93	18	16.57	29.89	30.43
11	4.93	19	16.57	27.92	28.49	12	4.93	20	16.57	26.21	26.54
13	4.93	21	16.57	27.72	28.20	14	4.93	22	16.57	29.52	29.97
15	4.93	23	16.57	31.32	31.75	16	2.97	24	9.26	17.46	17.85
17	4.93	25	15.41	29.52	29.87	18	4.93	26	15.41	27.72	28.09
19	4.93	27	15.41	26.21	26.73	20	3.53	28	12.24	17.80	18.01
21	3.53	29	12.33	19.40	19.57	22	2.97	30	10.74	19.14	19.27
23	2.97	31	9.21	15.41	15.87	24	2.97	32	11.29	15.42	16.03
9	3.53	33	13.48	22.77	23.33	16	4.93	34	15.41	31.32	31.65
22	3.53	35	12.47	22.77	22.91	23	3.53	36	10.62	18.33	18.91
24	3.53	37	13.76	18.36	19.19	30	3.53	38	12.28	18.33	18.53
42	3.53	39	12.50	18.33	18.42	43	3.53	40	12.27	18.33	18.51
41	3.53	41	12.51	22.77	22.85	44	3.53	42	12.58	22.77	22.89
2	3.53	43	12.51	19.40	19.48	1	3.53	44	12.32	19.40	19.54
9	4.93	45	16.57	31.87	32.37	20	4.93	46	15.41	27.92	28.18
21	4.93	47	15.41	29.89	30.13	22	4.93	48	15.41	31.87	32.10
23	4.93	49	14.59	25.67	26.24	24	4.93	50	16.54	25.72	26.24

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 118 di 142

**SPOSTAMENTI S.L.V. PER GIUNTI SISMICI (NTC 7.3.3.3)**

Sisma Direzione X $\mu_d=5.98$ - Direzione Y $\mu_d=2.48$											
IDENTIFICATIVO						SPOSTAMENTI S.L.U.					
Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)	Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)
9	9.16	51	27.85	59.26	60.13	10	9.16	52	27.85	54.68	55.63
11	9.16	53	27.85	50.11	51.14	12	9.16	54	27.85	45.55	46.67
13	9.16	55	27.85	44.16	44.80	14	9.16	56	27.85	45.63	46.26
15	9.16	57	27.85	47.12	47.72	16	9.16	58	26.46	47.12	47.77
17	9.16	59	26.46	45.63	46.31	18	9.16	60	26.46	44.16	44.86
19	9.16	61	26.46	45.55	45.96	20	9.16	62	26.46	50.11	50.49
21	9.16	63	26.46	54.68	55.03	22	9.16	64	26.46	59.26	59.58
23	9.16	65	26.46	47.95	48.59	24	9.16	66	27.85	47.95	48.55
30	9.16	67	26.46	51.86	52.22	24	0.99	72	2.87	5.09	5.10
3	0.99	73	2.94	5.09	5.12	4	0.99	74	3.02	5.10	5.22
5	0.99	75	3.07	5.10	5.26	6	0.99	76	3.12	5.10	5.30
23	0.99	77	3.22	5.10	5.39	24	1.98	78	6.59	10.24	10.39
3	1.98	79	6.45	10.23	10.49	4	1.98	80	6.38	10.23	10.54
5	1.98	81	6.25	10.23	10.56	6	1.98	82	6.23	10.24	10.55
23	1.98	83	6.56	10.26	10.52	3	2.97	84	10.50	15.41	16.00
4	2.97	85	9.84	15.40	15.93	5	2.97	86	9.41	15.39	15.87
6	2.97	87	9.15	15.40	15.84	22	0.99	92	3.29	6.32	6.83
7	0.99	93	3.23	6.32	6.55	8	0.99	94	3.13	6.33	6.43
25	0.99	95	3.11	6.33	6.36	26	0.99	96	3.09	6.32	6.32
9	0.99	97	3.01	6.32	6.47	22	1.98	98	6.88	12.72	13.01
7	1.98	99	6.64	12.70	12.93	8	1.98	100	6.45	12.70	12.88
25	1.98	101	6.47	12.70	12.81	26	1.98	102	6.60	12.70	12.75
9	1.98	103	6.73	12.72	12.73	7	2.97	104	10.09	19.12	19.30
8	2.97	105	9.77	19.11	19.31	25	2.97	106	9.88	19.11	19.33
26	2.97	107	10.25	19.12	19.36	3	3.53	108	12.63	18.34	19.09
4	3.53	109	11.70	18.33	18.95	5	3.53	110	11.14	18.32	18.87
6	3.53	111	10.76	18.32	18.84	7	3.53	112	11.88	22.76	22.95
8	3.53	113	11.55	22.75	22.98	25	3.53	114	11.72	22.75	23.01
26	3.53	115	12.27	22.76	23.14	24	4.23	116	15.89	22.04	22.90
3	4.23	117	14.72	22.02	22.82	4	4.23	118	13.86	22.00	22.69
5	4.23	119	13.23	21.99	22.59	6	4.23	120	12.75	21.99	22.56
23	4.23	121	12.55	22.00	22.60	3	4.93	122	16.38	25.69	26.43
4	4.93	123	15.83	25.67	26.37	5	4.93	124	15.24	25.66	26.29
6	4.93	125	14.79	25.66	26.24	22	4.23	126	14.13	27.33	27.50
7	4.23	127	13.77	27.31	27.54	8	4.23	128	13.63	27.31	27.57
25	4.23	129	13.88	27.31	27.68	26	4.23	130	14.42	27.31	27.76
9	4.23	131	15.85	27.33	28.00	7	4.93	132	15.47	31.87	32.13
8	4.93	133	15.57	31.87	32.25	25	4.93	134	15.84	31.87	32.28
26	4.93	135	16.13	31.87	32.32	24	5.99	136	18.87	31.24	31.61
3	5.99	137	18.77	31.23	31.89	4	5.99	138	18.58	31.23	31.90
5	5.99	139	18.13	31.23	31.85	6	5.99	140	17.86	31.23	31.78
23	5.99	141	17.73	31.23	31.73	24	7.05	142	22.01	36.80	37.31
3	7.05	143	21.62	36.80	37.35	4	7.05	144	21.29	36.80	37.46
5	7.05	145	20.93	36.80	37.41	6	7.05	146	20.88	36.80	37.35
23	7.05	147	20.92	36.81	37.30	24	8.10	148	25.21	42.38	43.04
3	8.10	149	24.56	42.38	42.98	4	8.10	150	24.05	42.37	42.93
5	8.10	151	23.74	42.37	43.02	6	8.10	152	23.78	42.38	42.98
23	8.10	153	23.96	42.38	42.76	3	9.16	154	27.32	47.95	48.54
4	9.16	155	26.82	47.95	48.53	5	9.16	156	26.49	47.95	48.49
6	9.16	157	26.44	47.95	48.61	22	5.99	158	17.97	38.71	39.07
7	5.99	159	18.16	38.70	39.10	8	5.99	160	18.31	38.70	39.13
25	5.99	161	18.56	38.70	39.08	26	5.99	162	18.62	38.70	39.09
9	5.99	163	18.54	38.71	39.05	22	7.05	164	21.07	45.56	45.83
7	7.05	165	21.04	45.55	45.88	8	7.05	166	21.05	45.55	45.92
25	7.05	167	21.26	45.55	46.06	26	7.05	168	21.43	45.55	46.10
9	7.05	169	21.55	45.56	46.04	22	8.10	170	24.16	52.41	52.67

SPOSTAMENTI S.L.V. PER GIUNTI SISMICI (NTC 7.3.3.3)											
Sisma Direzione X $\mu_d=5.98$ - Direzione Y $\mu_d=2.48$											
IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.			IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.		
Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)	Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)
7	8.10	171	23.87	52.41	52.75	8	8.10	172	23.78	52.40	52.93
25	8.10	173	24.04	52.40	52.98	26	8.10	174	24.50	52.41	53.07
9	8.10	175	25.16	52.41	53.21	7	9.16	176	26.44	59.26	59.65
8	9.16	177	26.49	59.26	59.83	25	9.16	178	26.82	59.26	59.91
26	9.16	179	27.32	59.26	60.01						

In base ai risultati del modello di calcolo della tettoia intermedia tra il fabbricato tecnologico ed il fabbricato viaggiatori alla quota della tettoia si hanno i seguenti spostamenti (nodi 22 e 23):

SPOSTAMENTI S.L.V. PER GIUNTI SISMICI (NTC 7.3.3.3)											
Sisma Direzione X $\mu_d=2.57$ - Direzione Y $\mu_d=3.13$											
IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.			IDENTIFICATIVO			SPOSTAMENTI S.L.U.		
Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)	Filo N.ro	Quota (m)	Nodo3D N.ro	SpMax X (mm)	SpMax Y (mm)	SpMax R (mm)
1	3.66	10	26.52	14.21	26.55	2	3.66	11	26.53	15.34	27.43
3	3.66	12	20.19	15.35	21.35	4	3.66	13	17.74	13.23	18.29
5	3.66	14	17.76	15.20	18.06	6	3.66	15	19.15	14.12	20.14
7	4.51	16	21.91	16.16	22.58	8	4.51	17	21.91	16.98	22.22
27	3.66	18	24.52	14.18	24.64	53	3.66	19	24.52	15.41	25.70
57	3.66	20	27.35	15.41	27.86	56	3.66	21	27.35	14.21	27.38
59	3.66	22	27.33	15.34	28.20	58	3.66	23	29.32	15.34	30.14
55	3.66	24	29.32	14.21	29.35	54	3.66	25	29.32	15.41	29.39
1	4.51	26	29.79	16.16	29.83	2	4.51	27	29.79	16.98	30.75
3	4.51	28	23.84	16.98	25.04	4	4.51	29	22.05	16.16	22.72
5	4.51	30	22.05	16.98	22.37	6	4.51	31	23.85	16.16	24.83
27	4.51	32	28.06	16.16	28.11						

Lo spostamento complessivo massimo in controfase tra i due "corpi" è quindi pari a:

$$12.51 + 29.32 = 41.83 \text{ mm} < d_{\min} = 50 \text{ mm}$$

**Pertanto il giunto tecnico previsto di 5 cm risulta adeguato ad evitare il martellamento strutturale.**

## 14 VERIFICA SOLAI

Sono previste due tipologie di solaio: a predalle con alleggerimenti in polistirolo  $h = 5+25+5 = 35$  cm al piano primo ed  $h = 5+20+5 = 30$  cm

Per il calcolo si assumono schemi semplificati di travi appoggiate o continue su più appoggi imponendo in mezzera un momento minimo pari a  $ql^2/10$  ed all'appoggio un momento pari a  $ql^2/12$ .

La verifica a momento e taglio delle sezioni è stata effettuata con il metodo degli stati limite, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dalle aree metalliche.

Per le verifiche sono stati rispettati i minimi di legge per quanto riguarda la larghezza massima di soletta collaborante, lo spessore minimo del solaio e della caldana e il rispetto delle armature minime.

Per tutti i tipi di solaio viene verificata l'armatura sia nella fase di getto del calcestruzzo di completamento che nelle condizioni di esercizio.

Nella fase di getto lo schema di calcolo è quello di un traliccio reticolare appoggiato sulle travi di bordo della campata e sugli eventuali puntelli intermedi (da disporre comunque ad interasse non superiore ai 150 cm), mentre nelle condizioni di esercizio si fa riferimento ad uno schema a trave continua con una sezione in calcestruzzo armato.

- *Verifiche in fase di getto per i solai prefabbricati.*

I carichi presi in considerazione sono:

- pt = peso proprio del travetto (lastra)
- pc = peso proprio del getto di calcestruzzo
- sa = sovraccarico accidentale in fase di getto
- qt = 1.3 \* (pt + pc) + 1.5 \* sa

La luce di calcolo è:

$$l = \frac{l_c}{(n+1)}$$

- l = luce di calcolo
- l<sub>c</sub> = luce della campata
- n = puntelli intermedi

Vengono effettuate le verifiche a momento flettente in campata ed a taglio sugli appoggi.

- *Verifiche in campata*

$$M = \frac{ql^2}{8}$$

$$F_c = F_t = \frac{M}{h}$$

- q = la parte del carico qt di competenza del singolo travetto
- l = luce di calcolo come prima definita
- h = distanza tra i baricentri delle armature superiori e inferiori
- F<sub>c</sub>, F<sub>t</sub> = Forza agente nelle armature superiori e inferiori per equilibrare il momento flettente

Verifica del tondino (corrente) superiore compresso a carico di punta con il metodo Ω:

$$\frac{\Omega F_c}{A_c} \leq \sigma_s$$

- Ω = coefficiente omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive
- A<sub>c</sub> = area del tondino superiore (corrente compresso)
- σ<sub>s</sub> = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi:

$$\frac{F_t}{2A_t} \leq \sigma_s$$

At = area del singolo tondino inferiore (ne sono presenti due)

*-Verifica sugli appoggi*

$$T = \frac{ql}{2}$$

Il taglio viene assorbito dalle staffe inclinate del traliccio per cui verrà verificata a carico di punta la staffa soggetta a compressione:

$$C_s = \frac{T}{2 \cos \alpha \cos \beta}$$

$$l_0 = \frac{h}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{\Omega C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

Cs = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)

2\*α = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio

2\*β = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio

l<sub>0</sub> = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa

Ω = coefficiente omega

As = area staffa

*- Verifiche in fase di esercizio per i solai prefabbricati.*

In esercizio verranno effettuate le consuete verifiche per le sezioni a T in calcestruzzo armato, tenendo in conto l'eventuale presenza di armatura aggiuntiva. Nelle verifiche vengono tenute in conto le diverse altezze dei baricentri delle armature inferiori. Poiché la sezione viene completata in opera è necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau \cdot b \cdot a$$

$$C_s = \frac{S}{2 \cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

S = scorrimento

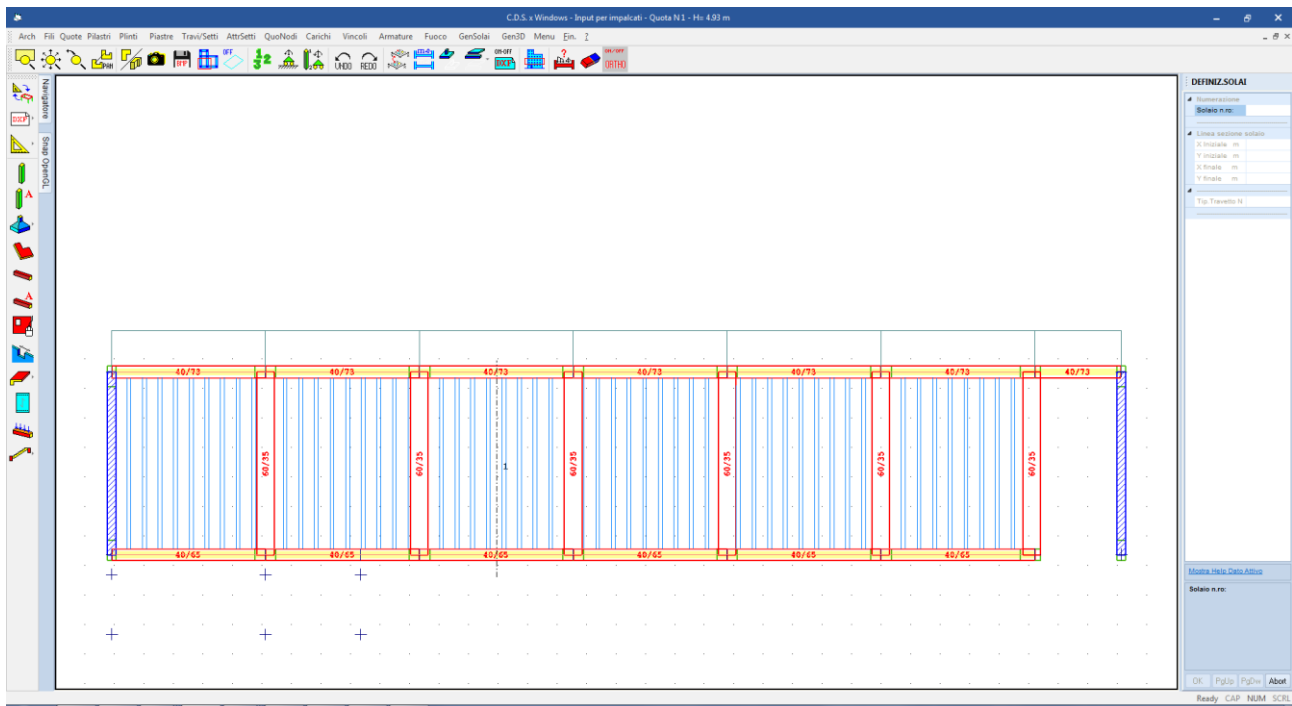
$\tau$  = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo

b = larghezza travetto

a = interasse longitudinale tra le staffe

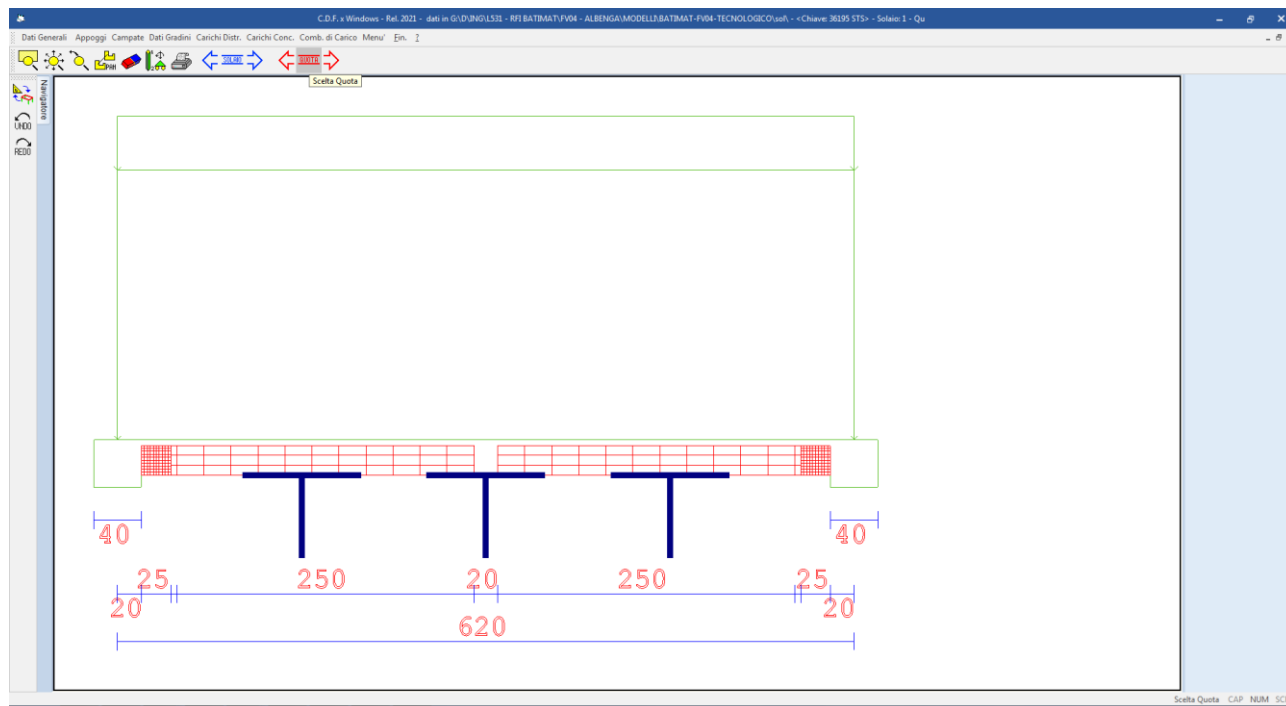
In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non può più instabilizzarsi.

Nella figura seguente sono indicati i solai le cui verifiche sono riportate nel dettaglio nell'allegato alla presente relazione.



**Figura 41: identificazione del solaio n.1 al piano primo**





**Figura 44. Schema di calcolo solaio primo copertura**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi distribuiti:

- Campata N.ro** : Numero della campata
- Peso** : Peso proprio del solaio più sovraccarico permanente
- Acc. iniz.** : Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare
- Acc. finale** : Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare
- Asc. iniz.** : Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale
- Asc. fin** : Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI CONCENTRATI**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi concentrati:

- Campata N.ro** : Numero della campata



- Asc. F1** : *Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata*
- Forza 1** : *Intensità della prima forza concentrata*
- Asc. F2** : *Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata*
- Forza 2** : *Intensità della seconda forza concentrata*
- Asc. M1** : *Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata*
- Mom. 1** : *Intensità della prima coppia concentrata*
- Asc. M2** : *Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata*
- Mom. 2** : *Intensità della seconda coppia concentrata*

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COMBINAZIONI DI CARICO**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle combinazioni di carico:

- Comb. N.ro** : *Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente*
- Coeff n** : *Flag di presenza dei carichi variabili per la campata n-esima (0 esclude il carico variabile sulla campata relativamente a quella combinazione di carico; 1 ne tiene conto). Se per una data combinazione il carico e' attivo, il valore del coefficiente di combinazione dei carichi vale: per gli SLU 1.5; per gli SLE 1 per le combinazioni rare, psi1 per le frequenti e psi2 per le permanenti. Il coefficiente di combinazione dei carichi permanenti vale: per gli SLU 1.3 e per gli SLE 1*

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle sollecitazioni e degli abbassamenti:

- Comb.N.ro** : *Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente*
- Camp.N.ro** : *Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente*
- M. in.** : *Momento flettente all'appoggio iniziale*
- N. in.** : *Sforzo normale all'appoggio iniziale*

- T. in.** : *Taglio all'appoggio iniziale*
- M. fin.** : *Momento flettente all'appoggio finale*
- N. fin.** : *Sforzo normale all'appoggio finale*
- T. fin.** : *Taglio all'appoggio finale*
- W. mezz.** : *Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzeria*

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA REAZIONI DI APPOGGIO**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle reazioni di appoggio:

- Comb.N.ro** : *Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente*
- App. N.ro** : *Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente*
- Rx** : *Reazione in direzione x (orizzontale)*
- Ry** : *Reazione in direzione y (verticale)*
- Mz** : *Momento reagente*

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.U.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite ultimi:

- Camp.N.ro** : *Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente*
- Asc. in.** : *Ascissa del nodo iniziale della campata*
- Asc. fin.** : *Ascissa del nodo finale della campata*
- Mom. neg.** : *Momento flettente negativo massimo*
- ef%neg.** : *Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 1,00)*

<b>ec%neg.</b>	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 0,35)
<b>Mom. pos.</b>	: Momento flettente positivo massimo
<b>ef%pos.</b>	: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 1,00)
<b>ec%pos.</b>	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 0,35)
<b>Af sup.</b>	: Armatura longitudinale superiore
<b>Af inf.</b>	: Armatura longitudinale inferiore
<b>Tag. neg.</b>	: Taglio negativo massimo
<b>Tag. pos.</b>	: Taglio positivo massimo
<b>Rapporto Vsd/Vrdu</b>	: Rapporto fra il taglio di calcolo ed il taglio resistente del cls (valore limite di norma 1,00)

Nel caso di stampa dopo la riverifica SLE le colonne delle deformazioni vengono sostituite dalle seguenti colonne

<b>Mom. Ult.</b>	: Momento ultimo della sezione
<b>Mom./Mom. Ult.</b>	: Rapporto fra il momento agente ed il momento ultimo; la sezione è verificata se il valore è minore di 1

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE AUTOPORTANZA**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

<b>Camp.N.ro</b>	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
<b>Mom. Max</b>	: Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi
<b>σf sup.</b>	: Tensione massima nel corrente superiore compresso del traliccio verificato a carico di punta
<b>σf inf.</b>	: Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio
<b>Taglio</b>	: Taglio massimo in corrispondenza del puntello
<b>σf trl.</b>	: Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta

**Scorr.** : Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella

**of tral.** : Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa

**of lim.** : Tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE CAMPATE SEZIONI IN PRECOMPRESSO**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche:

**Camp.N.ro** : Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente

**Descrizione** : Descrizione del tipo di travetto precompresso utilizzato

**Contrass Tipo Armatura** : Tipologia di armatura presente all'interno del travetto (v. tabelle archivi)

**Momento Calcolo** : Momenti flettenti agenti, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio

**Mom. Serv.** : Momenti resistenti di servizio, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio

**Mom. Rott.** : Momento resistente a rottura, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio

**Coeff. Sic. Rott.** : Rapporto tra il momento di rottura e quello di calcolo (deve essere maggiore di 1)

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.E.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio:

**Campata** : Numero della campata

**Comb Caric** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce

**Fessu lim cal** : Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la campata non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla

**Dist mm** : Distanza fra le fessure

**Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura

**Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 129 di 142

*avuta la massima fessura*

- Momento** : *Momento flettente che ha causato la massima fessura*
- Frecce** : *Freccia limite e freccia massima di calcolo*
- Combin** : *Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima*
- Cominaz Carico** : *Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls*
- s lim** : *Valore della tensione limite*
- s cal** : *Valore della tensione di calcolo*
- Concio** : *Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione*
- Cmb** : *Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione*
- Momento** : *Momento flettente che ha causato la massima tensione*

ARCHIVIO SEZIONI LASTRE PREFABBRICATE																	
ARCHIVIO SEZIONI LASTRE PREFABBRICATE																	
Sez. N.ro	B trv cm	H trv cm	B pgn cm	H pgn cm	L pgn cm	Gamma kg/mc	B tral. cm	H tral. cm	D teste cm	Incl. Grd	Fi st mm	FiSup mm	Filnf mm	NumFi inf.	Filnt mm	Coprif. (cm)	Bpiastr (cm)
201	13	35	40	30	25	800	8.5	7.0	0.0	60	5	7	5	0	10	1.0	120.0
202	13	30	40	25	25	800	8.5	7.0	0.0	60	5	7	5	0	10	1.0	120.0

DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1	
DATI GENERALI	
Scarto Copriferro (cm)	1.0
Copri ferro (cm)	3.5
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)	1.00
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	
Classe Calcestruzzo	C30/37
Modulo Elastico CLS	328365 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2
Resist.Car. CLS 'fck'	300.0 kg/cmq
Resist. Calcolo 'fcd'	170.0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	170.0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20 %
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35 %
Fessura Max.Comb.Rare	0.3 mm
Fessura Max.Comb.Perm	mm
Fessura Max.Comb.Freq	mm
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc
Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Tipo Ambiente	ORDINAR. XC2/XC3
Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0 kg/cmq
Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0 kg/cmq
Resist. Calcolo'fyd'	3913.0 kg/cmq
Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00 %
Sigma CLS Comb.Rare	165.0 kg/cmq
Sigma CLS Comb.Perm	120.0 kg/cmq
Sigma Acc Comb.Rare	3375.0 kg/cmq
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni rare	NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni frequenti	NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni quasi permanenti	NON ESEGUITA

**PROGETTO DEFINITIVO**  
 Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico

COMMESSA IV01    LOTTO 00    CODIFICA D 26 CL    DOCUMENTO FV0400 002    REV. A    FOGLIO 130 di 142

**DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI GENERALI**

Coefficiente di viscosita'	2.00
Coefficiente condizione carichi Psi1	0.900
Coefficiente condizione carichi Psi2	0.800

**APPOGGI QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI DI APPOGGIO**

Appoggio N.ro	Ascissa (cm)	Ordinata (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Tipo Vincolo
1	75.8	0.0	40.0	60.0	CERNIERA
2	695.8	0.0	40.0	56.0	INCASTRO
3	835.8	20.9	0.0	0.0	CERNIERA

**CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1**
**DATI DI CAMPATA**

Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	620.0	201	21.0	21.0	310.0	20.0	SI

**CAR. DISTR. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**CARICHI DISTRIBUITI**

Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	590.0	600.00	600.00	0.00	620.00	
2	80.0	486.00	486.00	0.00	139.00	

**COMB. CAR. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**TABELLA DEI COEFFICIENTI DEI CARICHI**

Comb. N.ro	Coeff 1	Coeff 2	Coeff 3	Coeff 4	Coeff 5	Coeff 6	Coeff 7	Coeff 8	Coeff 9	Coeff 10	Coeff 11	Coeff 12	Coeff 13	Coeff 14	Coeff 15	Coeff 16	Coeff 17	Coeff 18	Coeff 19	Coeff 20
1	1.0																			
2	0.0																			
3	1.0																			

**CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1**
**CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI**

Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin. (kgm)	N.fin. (kg)	T.fin. (kg)	W.mezz. (mm)
0	1	0	0	-1519	0	0	-1519	1.95
1	1	0	0	-5230	0	0	-5230	6.71
2	1	0	0	-1519	0	0	-1519	1.95
3	1	0	0	-5230	0	0	-5230	6.71

**REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**
**REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO**

Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	-1519	0	0.00	0.00	0.0010053	

**PROGETTO DEFINITIVO**  
 Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 131 di 142

**REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**

REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO								
Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
	2	0	-1519	0	0.00	0.00	-0.0010053	
	3	0	0	0	0.00	0.00	0.0000000	
1	1	0	-5230	0	0.00	0.00	0.0034611	
	2	0	-5230	0	0.00	0.00	-0.0034611	
	3	0	0	0	0.00	0.00	0.0000000	
2	1	0	-1519	0	0.00	0.00	0.0010053	
	2	0	-1519	0	0.00	0.00	-0.0010053	
	3	0	0	0	0.00	0.00	0.0000000	
3	1	0	-5230	0	0.00	0.00	0.0034611	
	2	0	-5230	0	0.00	0.00	-0.0034611	
	3	0	0	0	0.00	0.00	0.0000000	

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Mom. pos (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Af sup. (cmg)	Af inf. (cmg)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSd/VRdu
1	0.00	0.21	-2864	-3875	0.74	1259	5070	0.25	3.08	4.62	0	2772	0.36
	0.21	0.46	-2302	-3763	0.61	1814	5549	0.33	3.08	5.01	0	2584	0.47
	0.46	1.34	-1684	-3486	0.48	3322	5549	0.60	3.08	5.01	0	2360	0.80
	1.34	2.22	0	-1869	0.00	4137	5555	0.74	1.54	5.01	0	1574	0.54
	2.22	3.10	0	-1869	0.00	4296	5555	0.77	1.54	5.01	0	787	0.27
	3.10	3.98	0	-1869	0.00	4296	5555	0.77	1.54	5.01	-787	0	0.27
	3.98	4.86	0	-1869	0.00	4137	5555	0.74	1.54	5.01	-1574	0	0.54
	4.86	5.74	-1684	-3486	0.48	3322	5549	0.60	3.08	5.01	-2360	0	0.80
	5.74	5.99	-2302	-3763	0.61	1814	5549	0.33	3.08	5.01	-2584	0	0.47
	5.99	6.20	-2864	-3875	0.74	1259	5070	0.25	3.08	4.62	-2772	0	0.36

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**

VERIFICHE AUTOPORTANZA						ESERCIZIO			STATUS VERIFICA	
Camp. N.ro	Mom. Max kgm	σ sup kg/cmq	σ inf kg/cmq	Taglio kg	σ trl kg/cmq	Scorr. kg	σ tral kg/cmq	σ lim kg/cmq		
1	80	3423	2917	259	1459	583	2005	3913	VERIFICATO	

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**

Campata	FESSURAZIONE							FRECCHE		TENSIONI					
	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Momento (Kg*m)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Cmb	Momento (Kg*m)	
1	Rara Freq Perm	0.3 0.20	212	5	1	3031			Rara cls Rara fer Perm cls	165.0 3375 120.0	68.8 2515 62.1	5 5 5	1 1 1	3031 3031 2725	

**DATI GEN. QUOTA 3 SOLAIO 1**

DATI GENERALI	
Scarto Copriferro (cm)	1.0
Copriferro (cm)	3.5
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)	1.00
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	
Classe Calcestruzzo	C30/37
Modulo Elastico CLS	328365 kg/cmq
Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq

**PROGETTO DEFINITIVO**  
 Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 132 di 142

**DATI GEN. QUOTA 3 SOLAIO 1**
**DATI GENERALI**

Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	300.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINAR. XC2/XC3	
Resist. Calcolo 'fcd'	170.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	170.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0.35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1.00	%
Fessura Max.Comb.Rare	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Rare	165.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm		mm	Sigma CLS Comb.Perm	120.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq		mm	Sigma Acc Comb.Rare	3375.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc			
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni rare			NON ESEGUITA		
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni frequenti			NON ESEGUITA		
Rapporto Luce/Spont.max per combinazioni quasi permanenti			NON ESEGUITA		
Coefficiente di viscosita'			2.00		
Coefficiente condizione carichi Psi1			0.200		
Coefficiente condizione carichi Psi2			0.000		

**APPOGGI QUOTA 3 SOLAIO 1**
**DATI DI APPOGGIO**

Appoggio N.ro	Ascissa (cm)	Ordinata (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Tipo Vincolo
1	60.8	0.0	40.0	40.0	CERNIERA
2	680.8	0.0	40.0	40.0	CERNIERA

**CAMPATE QUOTA 3 SOLAIO 1**
**DATI DI CAMPATA**

Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	620.0	202	20.0	20.0	310.0	20.0	SI

**CAR. DISTR. QUOTA 3 SOLAIO 1**
**CARICHI DISTRIBUITI**

Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	680.0	136.00	136.00	0.00	620.00	

**COMB. CAR. QUOTA 3 SOLAIO 1**
**TABELLA DEI COEFFICIENTI DEI CARICHI**

Comb. N.ro	Coeff 1	Coeff 2	Coeff 3	Coeff 4	Coeff 5	Coeff 6	Coeff 7	Coeff 8	Coeff 9	Coeff 10	Coeff 11	Coeff 12	Coeff 13	Coeff 14	Coeff 15	Coeff 16	Coeff 17	Coeff 18	Coeff 19	Coeff 20
1	1.0																			

**CARATT. QUOTA 3 SOLAIO 1**
**CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI**

Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin. (kgm)	N.fin. (kg)	T.fin. (kg)	W.mezz. (mm)
0	1	0	0	-1330	0	0	-1330	2.65
1	1	0	0	-3528	0	0	-3528	7.02



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Relazione di calcolo Fabbricato tecnologico**

COMMESSA IV01      LOTTO 00      CODIFICA D 26 CL      DOCUMENTO FV0400 002      REV. A      FOGLIO 133 di 142

**REAZIONI A QUOTA 3 SOLAIO 1**

REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO								
Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	-1330	0	0.00	0.00	0.0013664	
	2	0	-1330	0	0.00	0.00	-0.0013664	
1	1	0	-3528	0	0.00	0.00	0.0036252	
	2	0	-3528	0	0.00	0.00	-0.0036252	

**VERIF. QUOTA 3 SOLAIO 1**

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Mom. pos (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSd/VRdu
1	0.00	0.20	-1932	-3284	0.59	762	2856	0.27	3.08	3.08	0	1870	0.27
	0.20	0.45	-1570	-3163	0.50	1145	3255	0.35	3.08	3.47	0	1749	0.39
	0.45	1.33	-1152	-1581	0.73	2194	3250	0.68	1.54	3.47	0	1599	0.66
	1.33	2.22	0	-1581	0.00	2773	3250	0.85	1.54	3.47	0	1066	0.44
	2.22	3.10	0	-1581	0.00	2899	3250	0.89	1.54	3.47	0	533	0.22
	3.10	3.98	0	-1581	0.00	2899	3250	0.89	1.54	3.47	-533	0	0.22
	3.98	4.87	0	-1581	0.00	2773	3250	0.85	1.54	3.47	-1066	0	0.44
	4.87	5.75	-1152	-1581	0.73	2194	3250	0.68	1.54	3.47	-1599	0	0.66
	5.75	6.00	-1570	-3163	0.50	1145	3255	0.35	3.08	3.47	-1749	0	0.39
	6.00	6.20	-1932	-3284	0.59	762	2856	0.27	3.08	3.08	-1870	0	0.27

**VERIF. QUOTA 3 SOLAIO 1**

VERIFICHE AUTOPORTANZA						ESERCIZIO			STATUS VERIFICA	
Camp. N.ro	Mom. Max kgm	σ sup kg/cmq	σ inf kg/cmq	Taglio kg	σ trl kg/cmq	Scorr. kg	σ tral kg/cmq	σ lim kg/cmq		
1	72	3079	2624	233	1313	469	1614	3913	VERIFICATO	

**VERIF. QUOTA 3 SOLAIO 1**

Campata	FESSURAZIONE						FRECCHE		TENSIONI					
	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Momento (Kg*m)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Cmb	Momento (Kg*m)
1	Rara	0.3	0.25	223	5	1	2078		Rara cls	165.0	72.6	5	1	2078
	Freq								Rara fer	3375	3008	5	1	2078
	Perm								Perm cls	120.0	60.9	5	0	1732

## 15 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI

### 15.1 Generalità

Per ogni stato limite ultimo è stata rispettata la condizione generale:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ .

Nelle verifiche di sicurezza eseguite, sono stati presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Poiché la fondazione in progetto è costituita da un graticcio di travi in c.a., gli stati limite ultimi si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione.

Le verifiche sono state effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

*SLU di tipo geotecnico (GEO)*

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

*SLU di tipo strutturale (STR)*

- Raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali

Le verifiche geotecniche devono essere eseguite seguendo uno dei 2 approcci elencati nel seguito, utilizzando i coefficienti parziali riportati nella tabella sotto:

Approccio 1:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Approccio 2:

- Combinazione 1 (A1+M1+R3)

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Tab. 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

## 15.2 Verifiche geotecniche

La pressione di contatto con il terreno rappresentata nelle figure seguenti per le principali combinazioni di calcolo SLV.

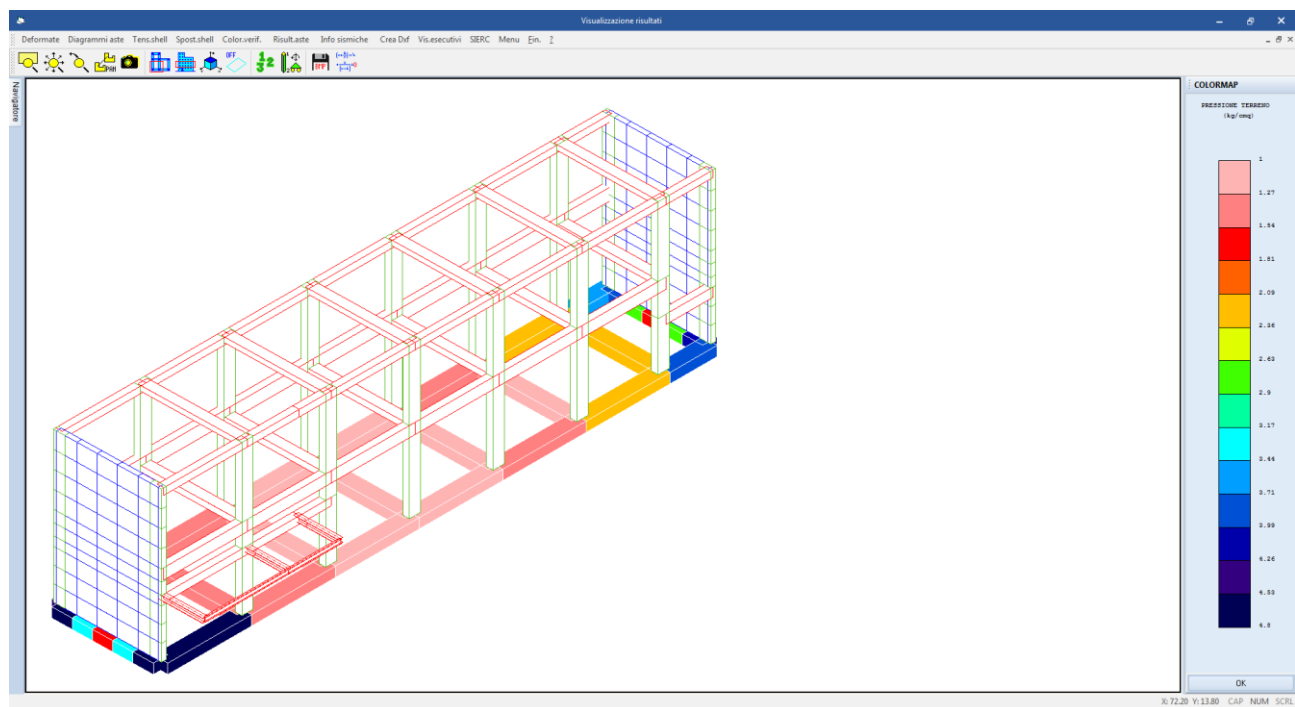


Figura 45: pressioni di contatto col terreno in combinazione SLV1 (max = 4.8 daN/cm<sup>2</sup>)

La capacità portante limite delle travi di fondazione viene valutata secondo Brinch-Hansen con la relazione:

$$q_{\text{lim}} = qN_q \gamma_q i_q d_q b_q g_q s_q + cN_c \gamma_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma \gamma_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma s_\gamma$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

- $q$  = carico sul piano di fondazione
- $B$  = lato minore della fondazione
- $L$  = lato maggiore della fondazione
- $D$  = profondità della fondazione
- $\alpha$  = inclinazione base della fondazione
- $G$  = peso specifico del terreno
- $B'$  = larghezza di fondazione ridotta =  $B - 2 eB$
- $L'$  = lunghezza di fondazione ridotta =  $L - 2 eL$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

- $H$  = risultante delle forze orizzontali
- $N$  = risultante delle forze verticali
- $eB$  = eccentricità del carico verticale lungo  $B$
- $eL$  = eccentricità del carico verticale lungo  $L$
- $FhB$  = forza orizzontale lungo  $B$
- $FhL$  = forza orizzontale lungo  $L$

Caratteristiche del terreno di fondazione:

- $\beta$  = inclinazione terreno a valle
- $c = cu$  = coesione non drenata (condizioni U)
- $c = c'$  = coesione drenata (condizioni D)
- $\Gamma$  = peso specifico apparente (condizioni U)
- $\Gamma = \Gamma'$  = peso specifico sommerso (condizioni D)
- $\phi = 0$  = angolo di attrito interno (condizioni U)
- $\phi = \phi'$  = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

- $Nq = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \exp(\pi + \tan \phi)$  (Prandtl-Cauchot-Meyerhof)
- $Ng = 2(Nq + 1) \tan \phi$  (Vesic)
- $Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi}$  in condizioni D (Reissner-Meyerhof)
- $Nc = 5,14$  in condizioni U

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$E$  = modulo elastico normale

$\mu$  = coefficiente di *Poisson*

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[ \frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (*Vesic*):

$$Yq = Yg = \exp \left[ \left( 0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq$$

$Icr$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (*Vesic*):

$$ig = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$$

$$\Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (*Brinch-Hansen*):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{arctan} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (*De Beer*):

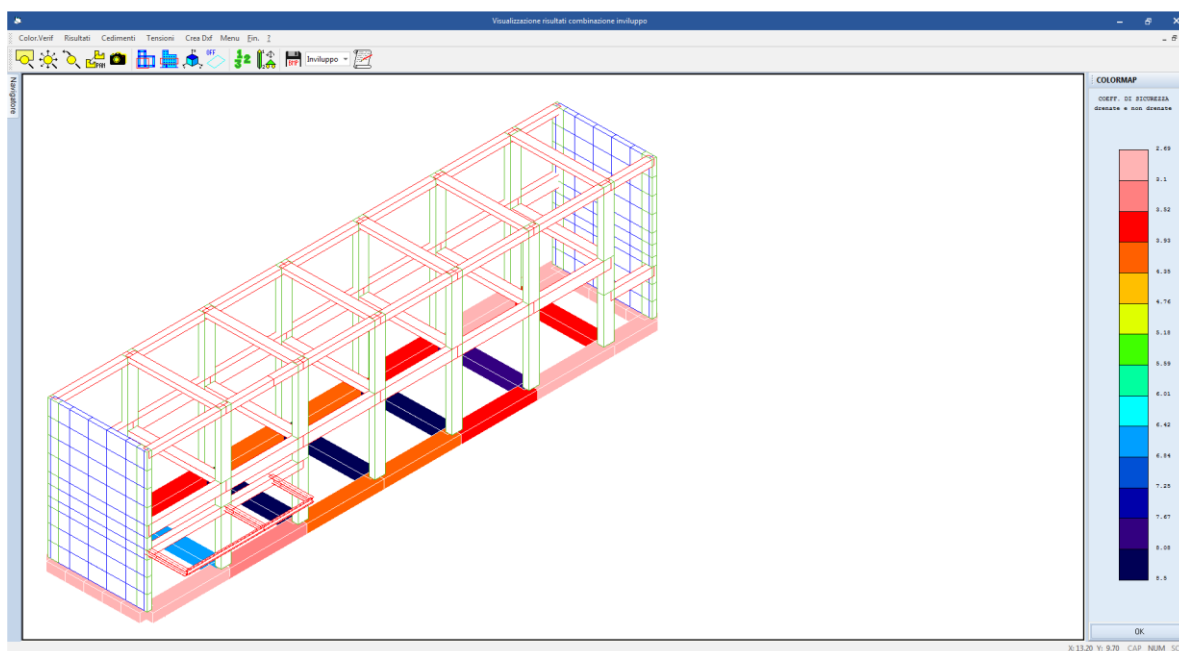
$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti dovrebbero essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_h$  e  $I_{gk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito il tutto secondo le formulazioni proposte da *Paolucci e Peker*.

Nella figura seguente è riportata una colormap dei coefficienti di sicurezza alla portanza delle varie travi di fondazione. **Riscontrando ovunque valori maggiori 1 le verifiche possono ritenersi soddisfatte.**



**Figura 46: colormap coefficienti di sicurezza fondazione**

## 16 VERIFICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

### 16.1 Generalità

Per le pareti di tamponamento esterno dei telai sono realizzati con blocchi di laterizio Porton tipo termoisolati le cui caratteristiche sono riportate al par. 6.2.1.

Per questi elementi non strutturali saranno adottati i magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (di cui al par. 7.2.3 delle NTC2018) corrispondente allo SL e alla CU considerati nella presente relazione di calcolo.

In particolare i blocchi poroton utilizzati verranno posti in opera interi fino a sotto la trave dove verrà collocato un pezzo speciale di adeguata altezza inserito a viva forza in modo da vincolare la parete alla struttura portante al fine di impedirne il ribaltamento per effetto del sisma.

Verrà poi applicata sia all'interno che all'esterno una rete porta intonaco in fibra di vetro correttamente ancorata e risvoltata che garantisce una sicurezza complessiva che sperimentalmente è di gran lunga superiore a quella derivante dal calcolo.

Si riporta qui di seguito il calcolo di vulnerabilità della specchiatura di parete lunga sul lato esterno del manufatto.

#### 16.1.1 Tamponatura esterna $s=40\text{cm}$

La verifica viene eseguita per la muratura del piano primo che presenta altezza netta tra solaio e trave  $h = 383\text{ cm}$  con base a  $553\text{ cm}$  dal piano di posa delle fondazioni.

Dati Sismici					
Ag/g	F0	Cat. Suolo	Cat. Topo.	Ss	St
0.211	2.471	C	T2	1.387	1.200

Dati Tamponatura						
L	t	H	p	E	fm	W
cm	cm	cm	kN/m <sup>2</sup>	Mpa	Mpa	kN
100	40	383	8	4600	1.84	12.26

Dati struttura			
Z	Hed	T1	Ta
cm	cm	s	s
553	976	0.404	0.034
$T_a = 2 \pi \left[ \left( \frac{\pi}{H} \right)^2 \frac{E I t^3}{12 m} \right]^{-1}$			

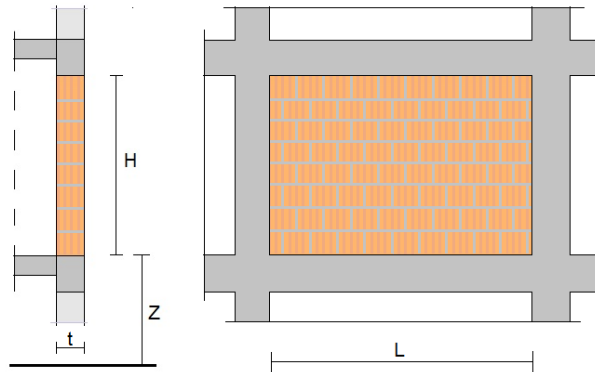
  

Resistenza fuori piano				
op	om	Mp	Mm	Rd
Mpa	Mpa	kNm	kNm	kN
0.031	0.015	2.40	1.21	5.04
$M_p = \left( \frac{t^2 l \sigma_p}{2} \right) \left( 1 - \frac{\sigma_p}{0.85 f_m} \right) \quad \sigma_p = \frac{W}{t l}$				
$M_m = \left( \frac{t^2 l \sigma_m}{2} \right) \left( 1 - \frac{\sigma_m}{0.85 f_m} \right) \quad \sigma_m = \frac{W}{2 t l}$				
$R_d = \frac{4}{H} (M_p + 2 M_m)$				

PGA e indicatore di rischio	
PGA/g	Ir SLV
0.346	0.986
$PGA = \frac{R_d q}{W} \left[ \frac{3 (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0.5 \right]^{-1}$	

Valutazione della vulnerabilità di tamponature in muratura

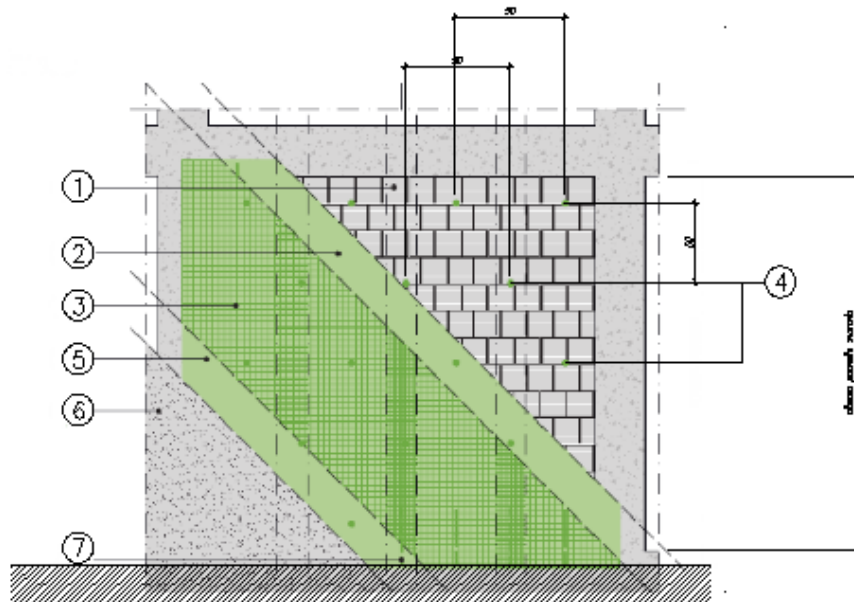


La verifica risulta NON soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a  $0.986 < 1$ .

Considerando quanto riportato nelle NTC2018 per le tamponature esterne ed i divisori interni secondo cui la stabilità **“si può ritenere conseguita con l’inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale.”**, si prevede ovunque l’inserimento di una rete porta intonaco su tutte le tamponature.

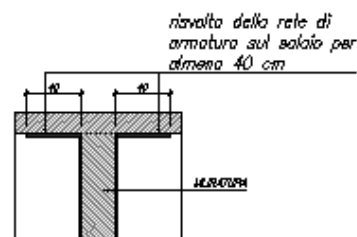


INTERVENTO SU TRAVEZZI E PARETI ESTERNE  
1.30



- ① Preparazione delle superfici.  
Inumidimento e bagnatura preventiva dei supporti
- ② Applicazione prima mano di intonaco.  
Applicazione della prima mano di intonaco,  
spessore medio 5 mm
- ③ Installazione della rete bidirezionale termocollata  
a maglie quadrate bilanciate in fibre di vetro  
alkali-resistente (AR) EB22mm
- ④ Esecuzione del foro pilota da 8 mm e  
successiva installazione della barra metallica  
passante successivamente ripiegata sulla rete.  
Maglia dei connettori 500x500mm
- ⑤ Stesura della seconda mano di intonaco  
per ottenere il ricoprimento completo  
dell'intervento
- ⑥ Finitura superficiale
- ⑦ Connessione in testa ed al piede della muratura  
mediante rievolo su solaio o prolungamento ed  
ancoraggio sul bordo di travi esterne (v.  
sezione)

DETTAGLIO CONNESSIONE IN TESTA ALLA MURATURA  
2.00



## 17 GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

A titolo di esempio viene determinata in modo "manuale" l'entità del tagliante sismico al piede dell'edificio.

Tenendo conto dei periodi propri della struttura riportati, è possibile determinare il prodotto tra l'accelerazione spettrale  $S_e$  e la massa modale eccitata  $W$  di ogni singolo periodo per ogni direzione di ingresso del sisma ottenendo un "tagliante" per le due direzioni principali X e Y.

Nella tabella che segue il calcolo è eseguito per lo **spettro elastico normalizzato** scalato per il fattore di struttura  $q$  utilizzato nel calcolo globale della struttura

FREQUENZE E MASSE ECCITATE									
					SISMA X		SISMA Y		
Modo	Pulsazione	Periodo	Spettro di progetto X	Spettro di progetto Y	Massa Mod	W x Se	Massa Mod	W x Se	
N.ro	(rad/sec)	(sec)	SLV	SLV	Ecc. (t)		Ecc. (t)		
1	15.52	0.40	0.22	0.38	0.00	0.00	609.63	229.22	
2	23.40	0.27	0.22	0.38	543.45	121.19	0.10	0.04	
3	24.73	0.25	0.22	0.38	65.45	14.60	0.26	0.10	
4	44.11	0.14	0.24	0.37	0.53	0.13	20.83	7.77	
5	65.42	0.10	0.27	0.37	39.20	10.70	0.03	0.01	
6	275.59	0.02	0.33	0.36	0.00	0.00	17.77	6.31	
					<b>TOTALE</b>	<b>146.611</b>		<b>243.445</b>	

Nelle celle "TOTALE" per ogni direzione di ingresso del sisma è riportato il risultato della combinazione SRSS delle componenti  $W \times S_e$  determinate per ogni modo ovvero:

$$TOT = \sqrt{(\sum_i E^2)}$$

Il tagliante sismico determinato in automatico dal programma è pari a:

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO															
				DIREZIONE X						DIREZIONE Y					
Piano N.ro	Quota (m)	Peso (t)	Variaz. (%)	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta	Tagliante Comb.(t)	Tagliante modale(t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta
1	4.93	447.05	0.0	132.96	120.94	2.74	44196	0.0	0.018	229.33	229.04	11.98	19121	0.0	0.017
2	9.16	201.57	-54.9	59.02	51.07	1.80	28362	-35.8	0.010	98.62	97.25	7.67	12675	-33.7	0.010

Quindi dei rapporti tra tagliante calcolato "manualmente" e tagliante automatico da software pari a:

- Direzione X =  $132.96/146.61 = 90.7\%$

- Direzione Y =  $229.33/243.44 = 94.2\%$

Il confronto può definirsi quindi più che positivo.