

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale



SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



Presentazione ufficiale VIS14

A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



Galleria San Marco 4
33170 Pordenone
Tel. 0434 28465
Fax 0434 28466
E-mail info@csi-italia.eu
<http://www.csi-italia.eu>

A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465



SOMMARIO

- nuovo politica di rilascio della versione 14 di VIS
- verifica di deformabilità travi;
- travi di fondazione;
- procedura ottimizzata di wizard per l'armatura automatica di pilastri;
- report SPF e report strutture esistenti;
- esportazione completa in ifc;
- **diagramma aree di progetto travi.**

VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



Galleria San Marco 4
33170 Pordenone
Tel. 0434 28465
Fax 0434 28466
E-mail info@csi-italia.eu
<http://www.csi-italia.eu>

A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSi Italia, Tel. 0434.28465



VIDEO LEZIONI SAP2000 - VIS

- Progetto di una struttura in CDB, gestione elementi secondari:
<https://www.youtube.com/watch?v=DvT4rUlW1jI>
- Effetti della fessurazione:
<https://www.youtube.com/watch?v=GovMzqv9PAM&t=170s>
- Deformazione:
<https://www.youtube.com/watch?v=AYg0NBCYITU&t=627s>
- L'importanza della corretta concezione strutturale:
<https://www.youtube.com/watch?v=504EfQOG410>

VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

La corretta progettazione degli elementi strutturali, oltre alle classiche verifiche di resistenza agli **Stati Limite Ultimi (SLU)**, implica il soddisfacimento di ulteriori standard prestazionali, riferiti a condizioni che possono pregiudicare l'utilizzo, la funzionalità o la durabilità dell'opera, genericamente identificati come **Stati Limite di Esercizio (SLE)**. Fra questi, a titolo esemplificativo e non esaustivo, ricordiamo:

- LIMITAZIONE ALLA FORMAZIONE O ALL'APERTURA DELLE FESSURE
- LIMITAZIONE DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO NEI MATERIALI
- LIMITAZIONE DELLE VIBRAZIONI

- LIMITAZIONE DELLA DEFORMABILITÀ DELLE MEMBRATURE

Evitare il danneggiamento negli elementi non strutturali (quali vetri, partizioni, porte...), il ristagno di acque in coperture piane, l'interferenza con macchinari sensibili alle deformazioni ed evitare la percezione visiva di un senso di insicurezza dovuto all'eccessiva deformazione degli elementi.

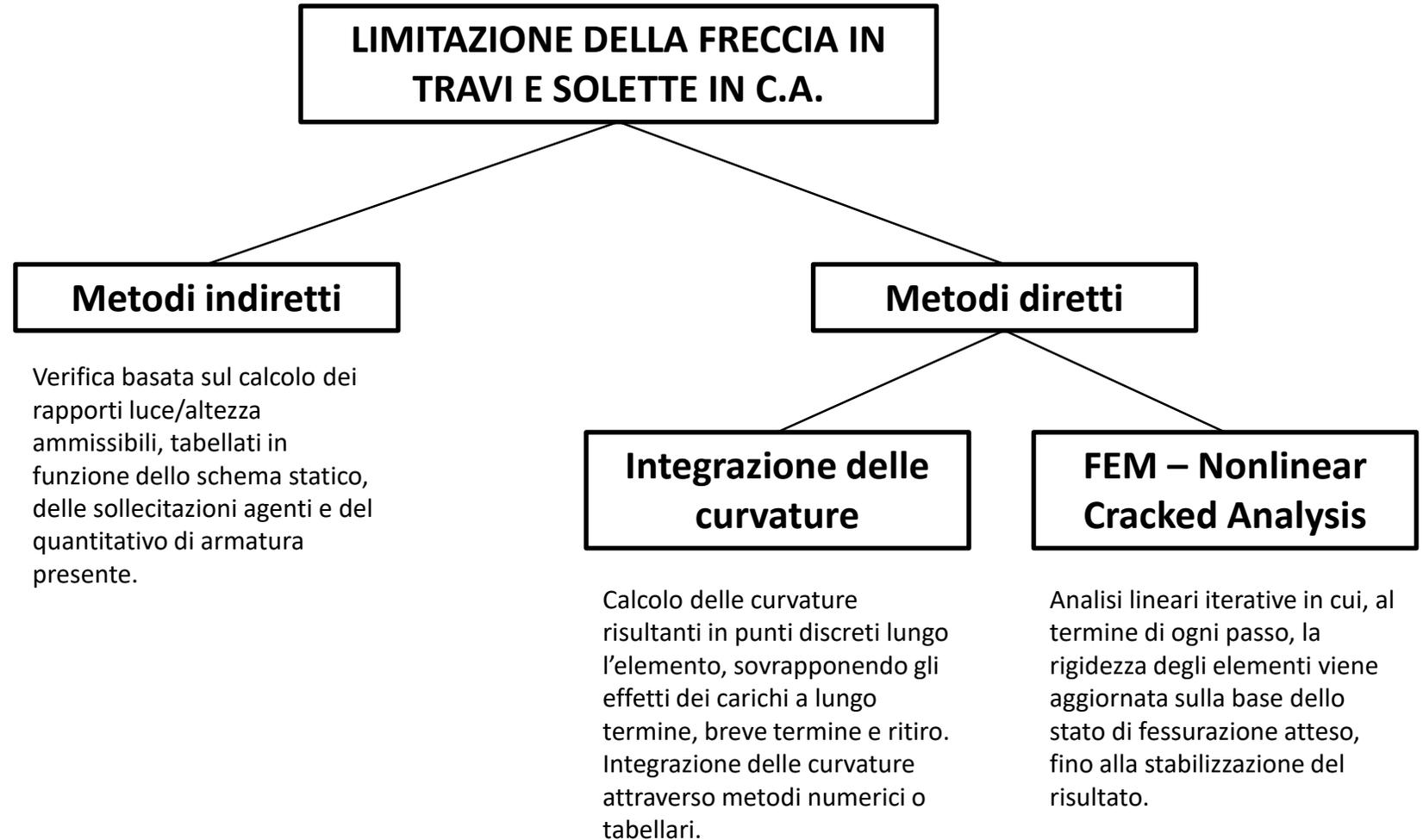
LIMITAZIONE DELLA DEFORMABILITÀ DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La limitazione della deformabilità degli elementi strutturali va applicata:

- agli **elementi verticali** (pilastri e setti), in termini di limitazione e **controllo dei drift** di interpiano e/o dello spostamento orizzontale complessivo in sommità dell'edificio;
- agli **elementi orizzontali** (travi, solai e solette) in termini di **controllo della freccia verticale massima**.

Il soddisfacimento dei limiti **in termini di freccia verticale massima** dipendono dalla rigidezza degli elementi orizzontali e dal loro grado di vincolo con gli elementi verticali. Il calcolo è influenzato in larga misura dagli effetti di ridistribuzione, determinati dalla fessurazione degli elementi nelle zone maggiormente sollecitate, e dagli effetti viscosi conseguenti alla natura semi-permanente dei carichi verticali agenti.

LIMITAZIONE DELLA DEFORMABILITÀ DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI



CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSi Italia, Tel. 0434.28465

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Relativamente alla limitazione delle frecce verticali di travi e solai, le NTC2018 e l'Eurocodice 2 seguono approcci sostanzialmente equivalenti. Entrambi i codici di progettazione forniscono la possibilità di adottare un approccio indiretto semplificato, basato sulla limitazione del rapporto luce/altezza, o degli approcci diretti, basati sul calcolo esplicito delle deformazioni.

NTC 2018 – § 4.1.2.2.2 e § C4.1.2.2.2 – STATO LIMITE DI DEFORMAZIONE

Per quanto riguarda la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, **non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce.**

In relazione all'integrità delle pareti portate divisorie e di tamponamento, le frecce di travi e solai, sotto la condizione quasi permanente dei carichi, **non dovrebbero superare il limite di 1/500 della luce.**

APPROCCIO INDIRETTO – MASSIMI RAPPORTI LUCE/ALTEZZA

L'approccio indiretto per la verifica di deformabilità delle NTC 2018 si basa sulla limitazione del rapporto luce/altezza dell'elemento in oggetto (trave o soletta).

$$\left(\frac{l}{h}\right)_{lim} = K \cdot K_{\sigma} \cdot K_L \cdot K_F \cdot \left(\frac{l}{h}\right)_0$$

Dove in termine $(l/h)_0$ indica rapporto luce/altezza di riferimento, funzione della classe del cls e dell'armatura richiesta allo SLU.

K (vincolo), K_{σ} (sollecitazioni armatura), K_L (luce), K_F (flangia comp)

Tale termine ha un significato leggermente diverso nella norma italiana rispetto alla norma europea, in particolare **le NTC fanno riferimento al rapporto luce/altezza totale** della sezione (armatura necessaria dal progetto e non quella effettivamente inserita, che può essere maggiore, altrimenti assurdo fisico della formula):

$$\text{NTC} \quad \left(\frac{l}{h}\right)_0 = 11 + \frac{0.0015 \cdot f_{ck}}{\rho + \rho'}$$

I vari coefficienti K rappresentano invece dei parametri correttivi, migliorativi o penalizzanti, che tengono conto, rispettivamente, di:

K coefficiente correttivo dipendente dallo schema statico

Schema strutturale	K
Mensola	0.4
Campata singola	1.0
Campata di estremità di travi continue	1.3
Campata intermedia di travi continue	1.5

K_σ coefficiente correttivo dipendente dallo stato di sollecitazione nelle armature

$$\text{NTC} \quad K_\sigma = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,eff}}{A_{s,calc}} \qquad \text{EC} \quad K_\sigma = \frac{310}{\sigma_{s,max}}$$

K_L coefficiente correttivo dipendente dalla luce dell'elemento

$$K_L = \frac{7}{L_{net}} \leq 1 \text{ per travi e piastre nervate} \qquad K_L = \frac{8.5}{L_{net}} \leq 1 \text{ per piastre non nervate}$$

K_F coefficiente correttivo per travi a T con flangia compressa

$$0.8 \leq K_F = 1.1 - 0.1 \cdot \frac{b_f}{b_w} \leq 1$$

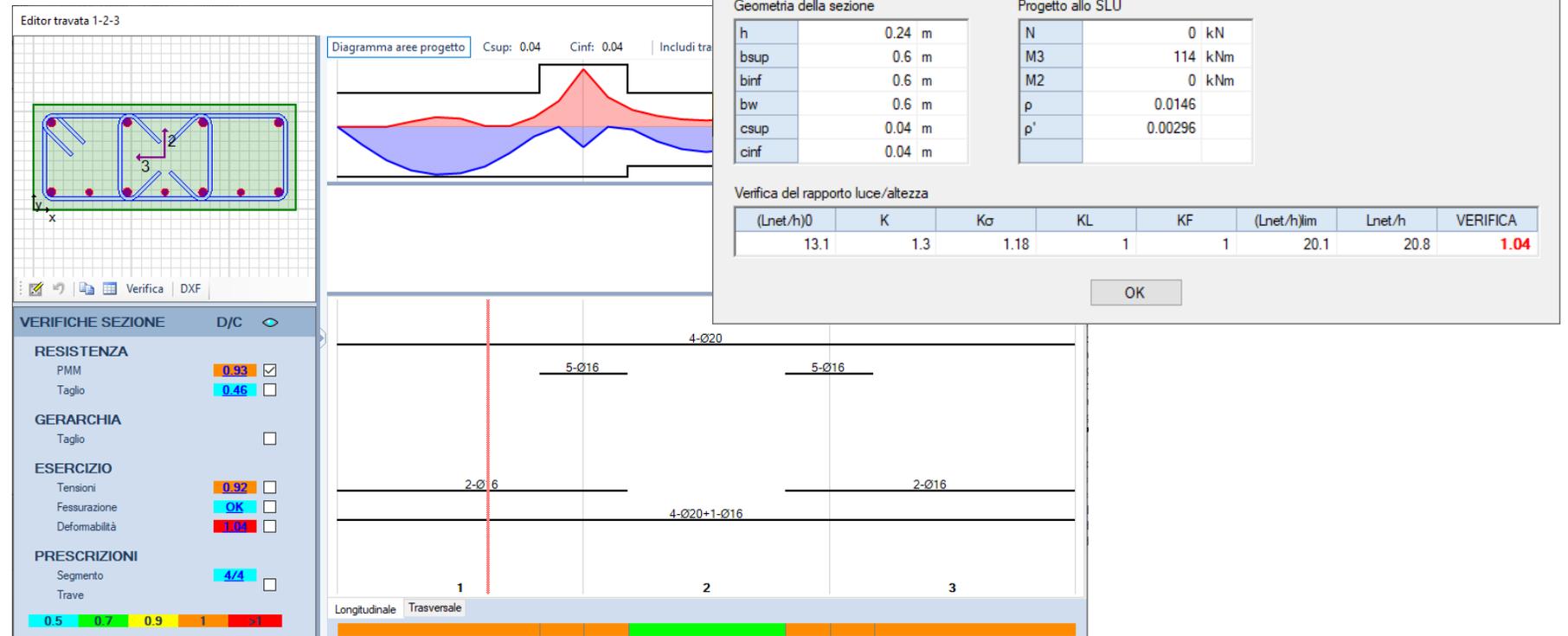
ESEMPIO APPLICATIVO

Trave continua – VERIFICA INDIRETTA MEDIANTE APPROCCIO SEMPLIFICATO

Geometria 3 campate da 5 metri

Sezione 60x24 cm

Carichi $G1 = pp + 15\text{kN/m}$
 $G2 = 7.5\text{ kN/m}$
 $Q = 10\text{ kN/m}$



CORSI CSI ITALIA
 Le metodologie
 computazionali per
 l'utilizzo dei software
 di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
 Ing. Leonardo Bandini
 Ing. Andrea Bidoli
 CSi Italia, Tel. 0434.28465

VERIFICA DIRETTA MEDIANTE CRACKING ANALYSIS IN SAFE

Material Property Data

General Data

Material Name: C25/30
 Material Type: Concrete
 Material Display Color: Change...
 Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight

Weight per Unit Volume: 2.5E+01 kN/m³

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 31476 N/mm²
 Poisson's Ratio, U: 0.2
 Coefficient of Thermal Expansion, A: 1E-05 1/C
 Shear Modulus, G: 13115 N/mm²

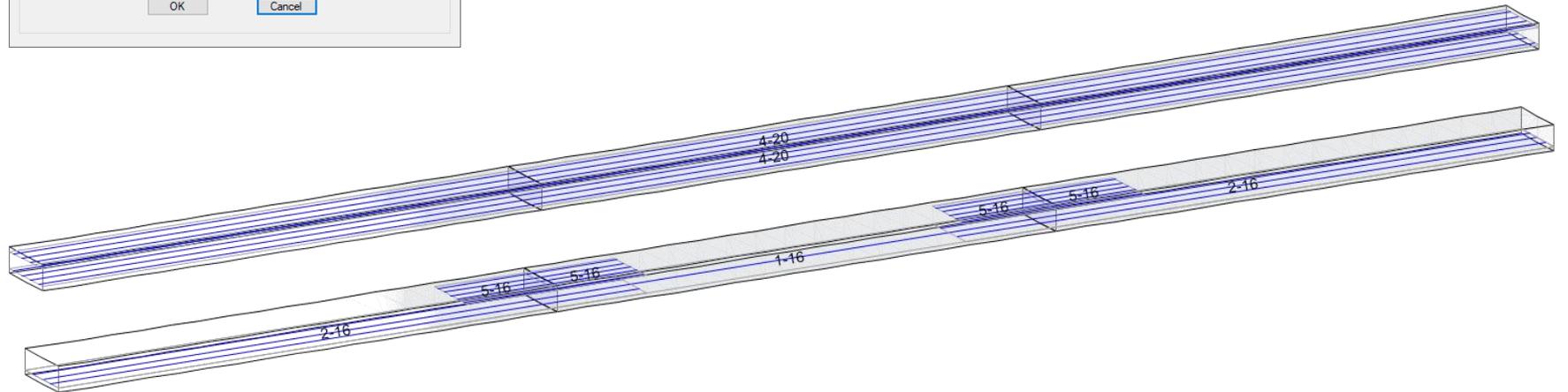
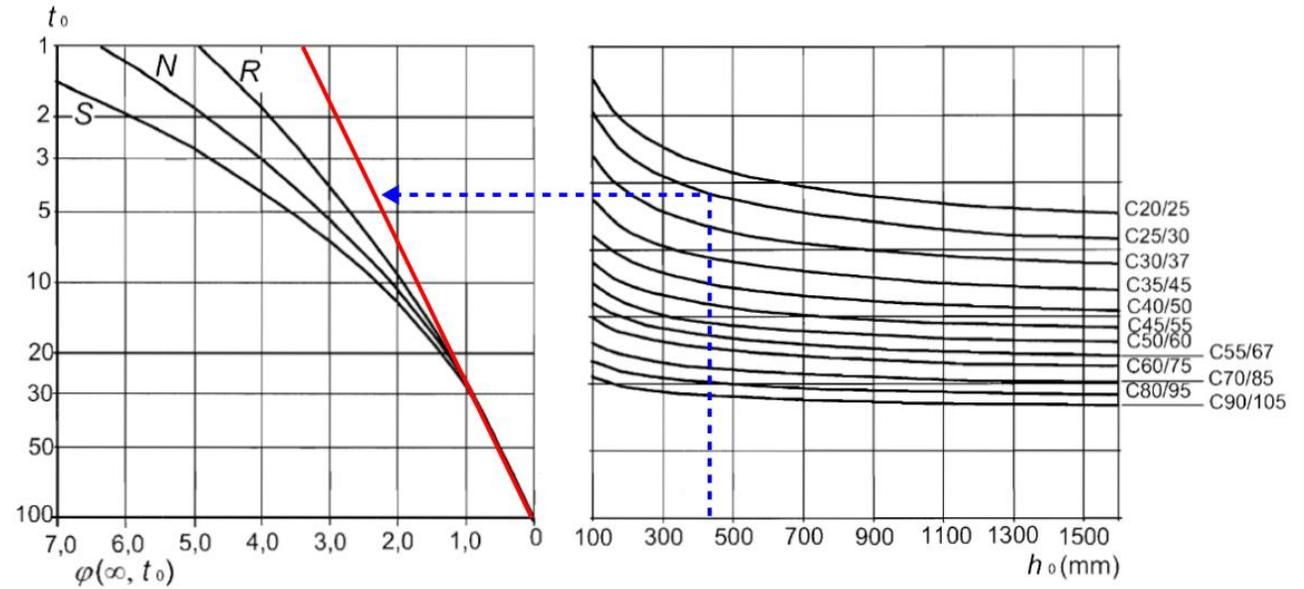
Other Properties for Concrete Materials

Characteristic Concrete Cylinder Strength, f_{ck}: 25 N/mm²
 Lightweight Concrete
 Shear Strength Reduction Factor:

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)
 User Specified: 2.558 N/mm²

OK Cancel



VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

VERIFICA DIRETTA MEDIANTE CRACKING ANALYSIS IN SAFE

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: CRACKED-SUPERPOSITION

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

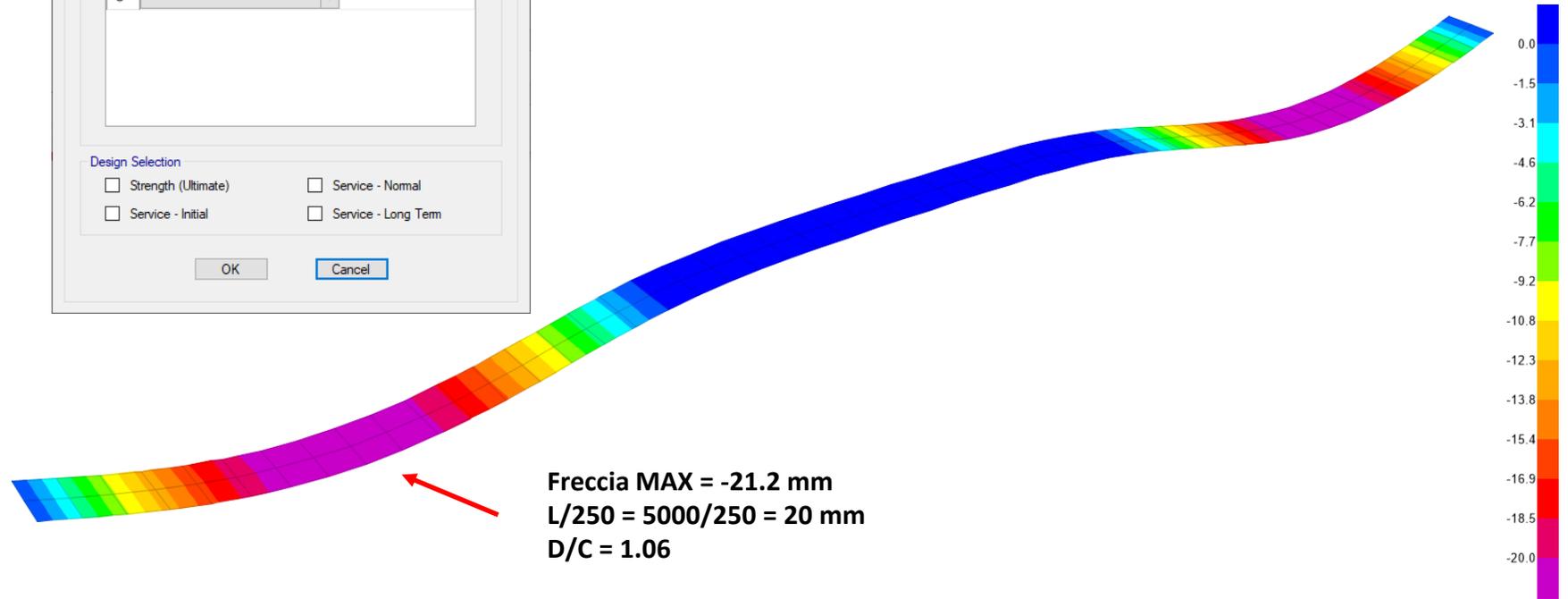
	Load Name	Scale Factor
▶	LONG-TERM-PERMANENT	1.0000
	SHORT-TERM-ALL	1.0000
	SHORT-TERM-PERMANENT	-1.0000
*		

Design Selection

Strength (Ultimate) Service - Normal

Service - Initial Service - Long Term

OK Cancel



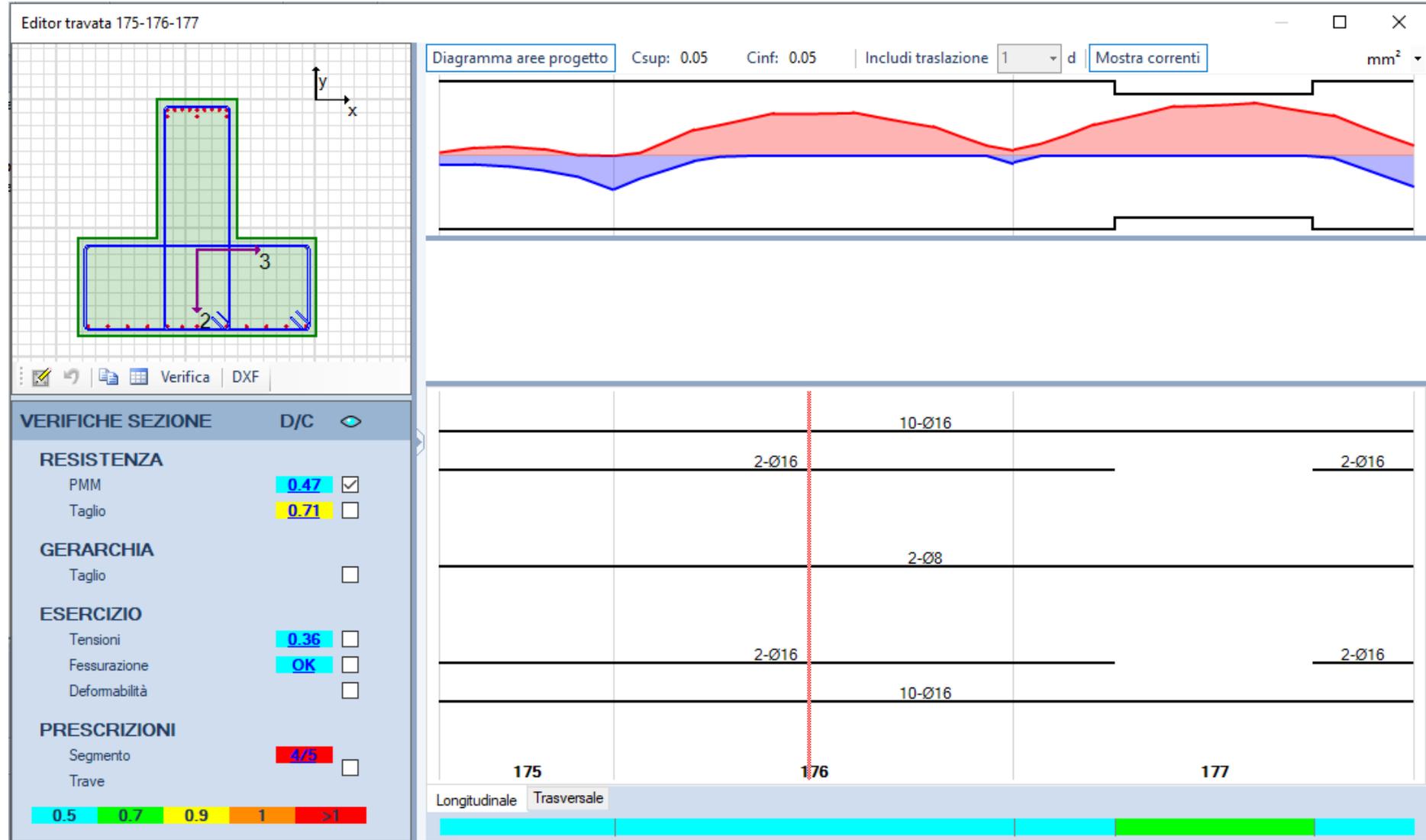
CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

TRAVI DI FONDAZIONE



VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

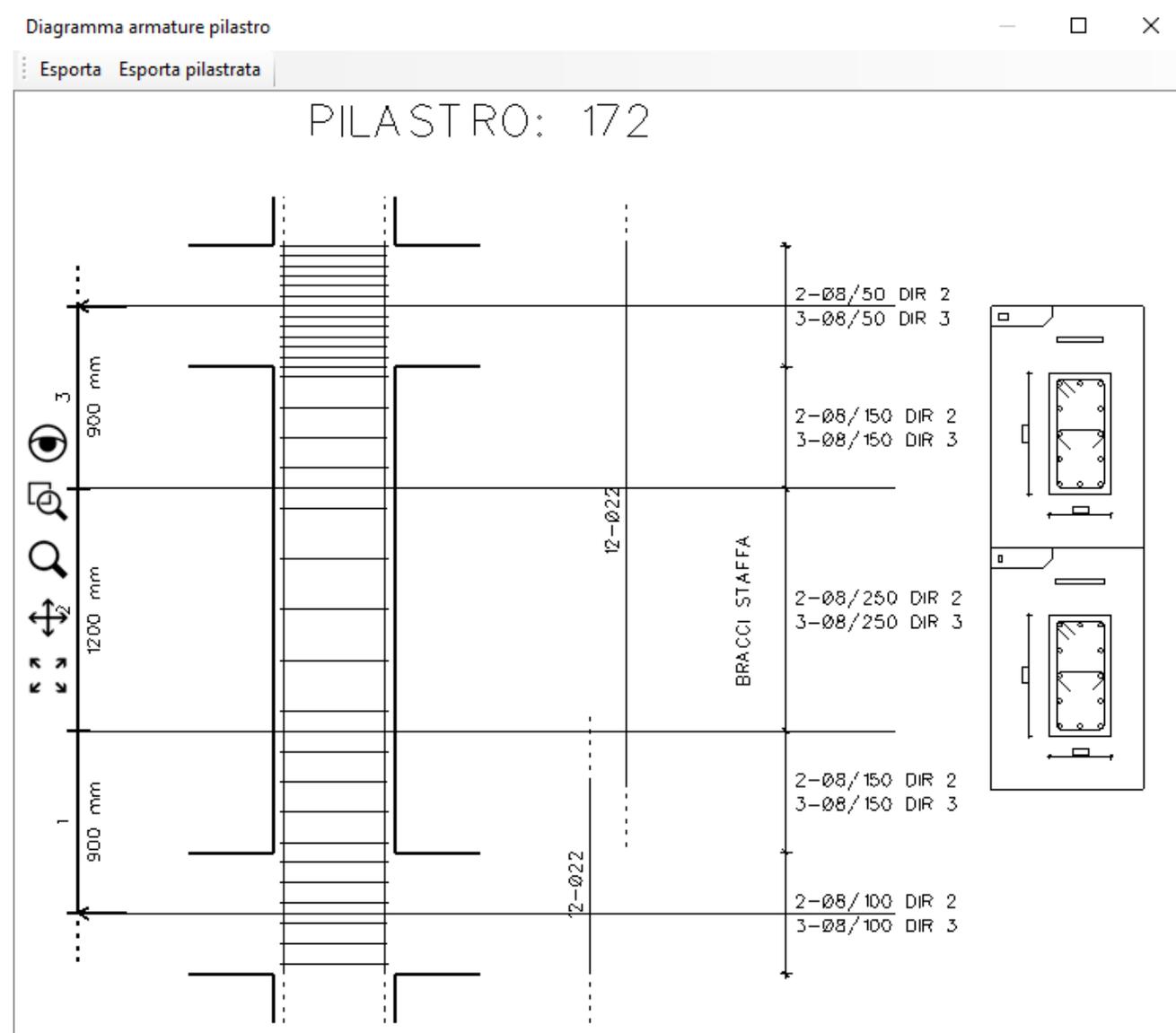
CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSi Italia, Tel. 0434.28465

PROCEDURA OTTIMIZZATA WIZARD ARMATURA AUTOMATICA PILASTRI



VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

CORSI CSI ITALIA

Le metodologie computazionali per l'utilizzo dei software di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

RELAZIONE SPF E STRUTTURE ESISTENTI

RELAZIONE DI CALCOLO

CLASSIFICAZIONE SISMICA DI EDIFICIO ESISTENTE

Attività
Completata
Nome progetto
Data: 24/05/2021
Numero di revisione: 0
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

Attività
Completata
Nome progetto
Data
Numero di revisione
Progettista

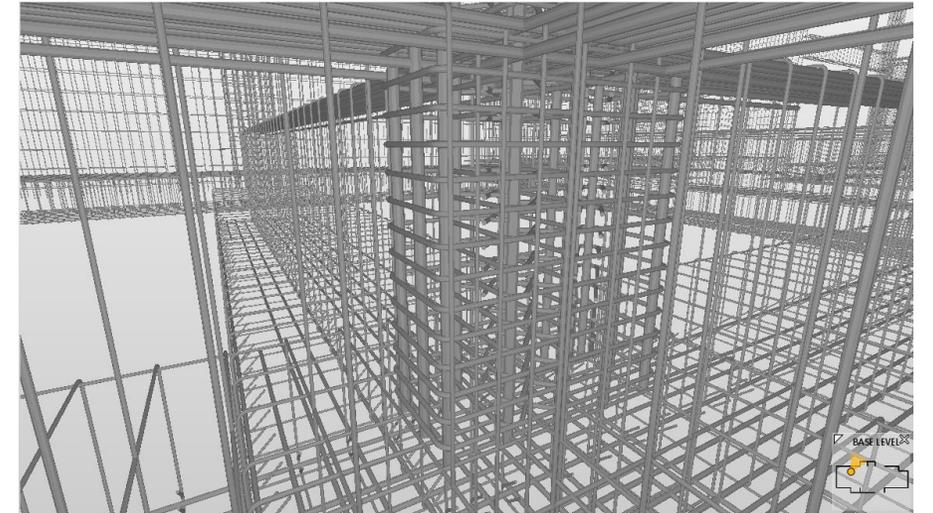
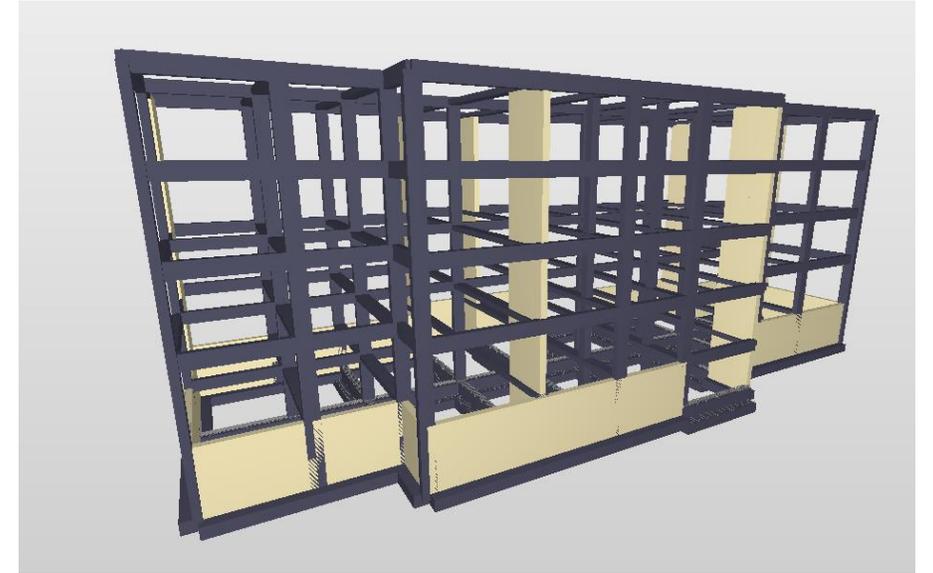
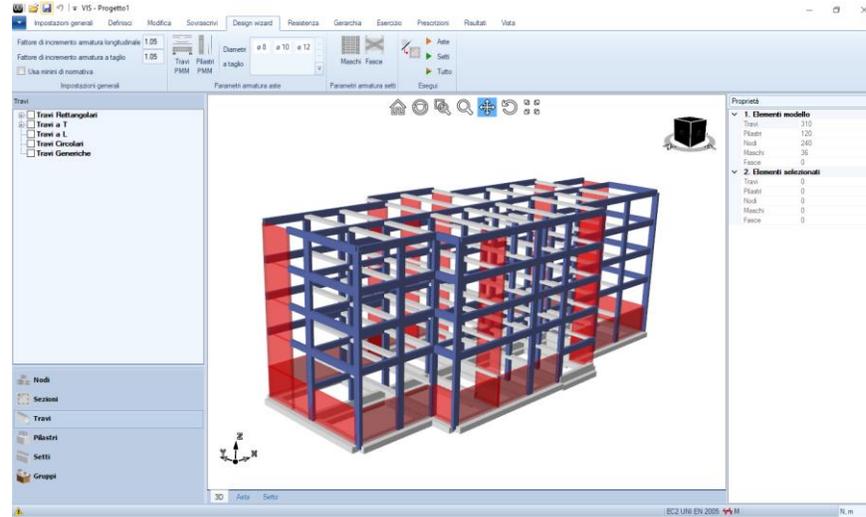
CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

ESPORTAZIONE IFC



VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

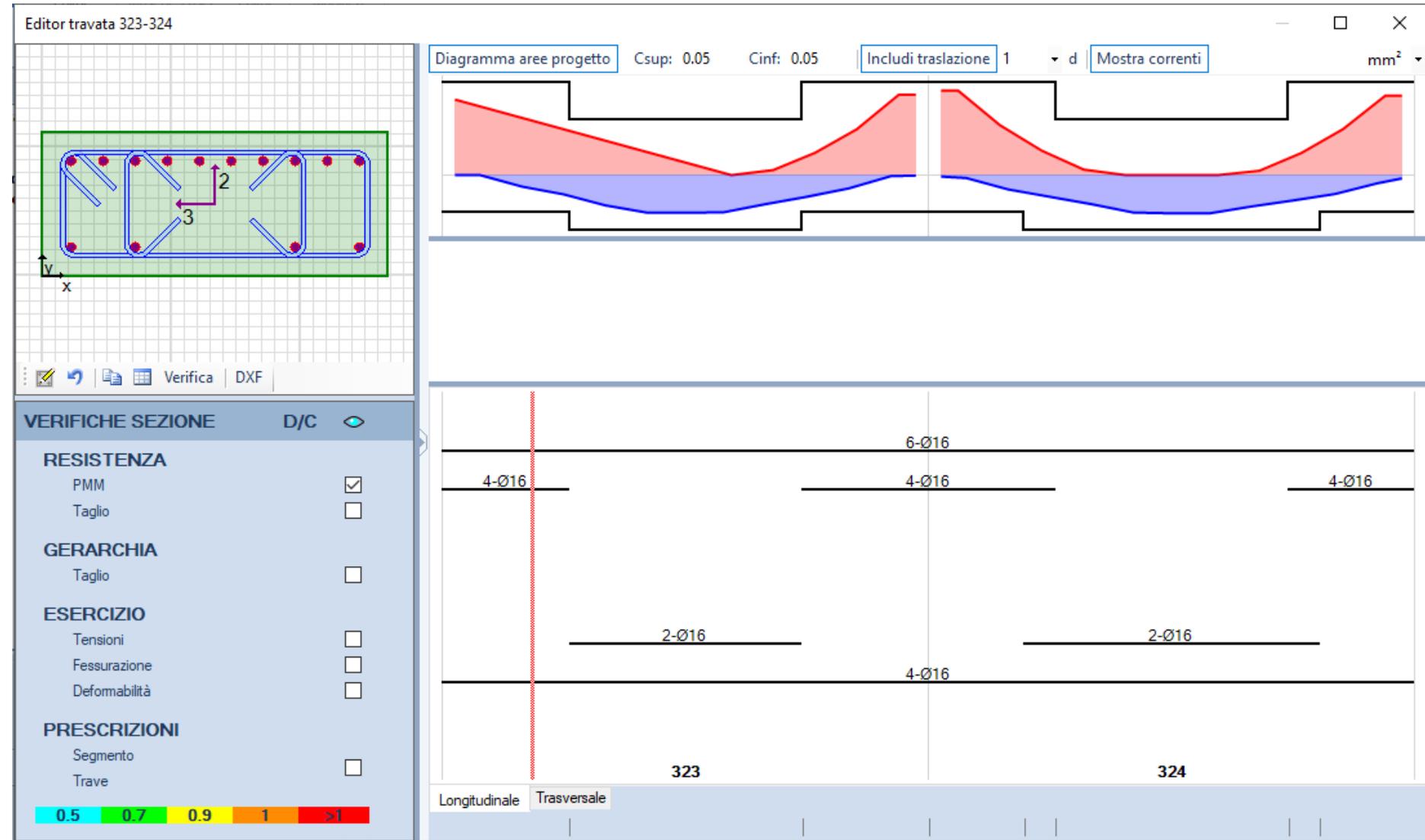
CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

DIAGRAMMI AREE ARMATURA PER TRAVI



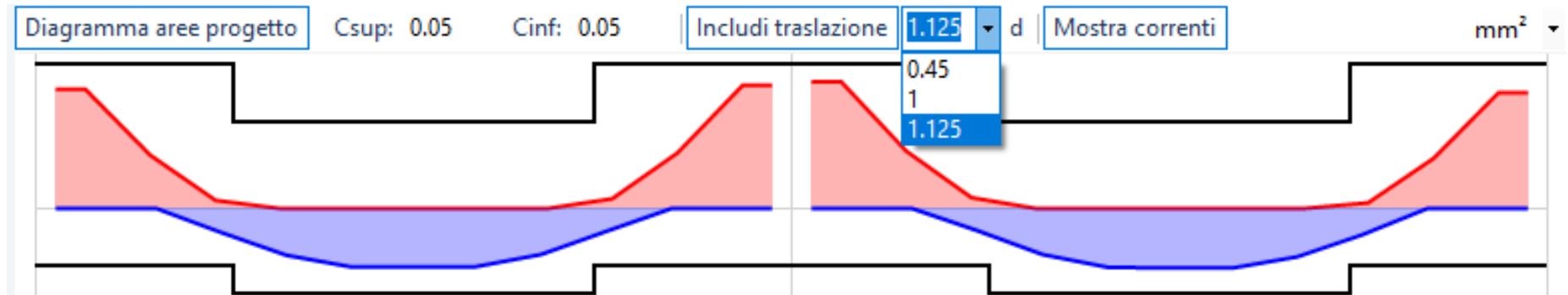
VIS14 – PRESENTAZIONE DELLA NUOVA VERSIONE DEL POST-PROCESSORE VIS

DIAGRAMMI AREE ARMATURA PER TRAVI - TRASLAZIONE

Le armature longitudinali devono essere dimensionate in base alle sollecitazioni flessionali ottenute traslando il diagramma dei momenti flettenti di

$$a_1 = (0,9 \cdot d \cdot \text{ctg } \theta) / 2 \quad [4.1.30]$$

lungo l'asse della trave, nel verso meno favorevole.



CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

APPENDICE A: CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSi Italia, Tel. 0434.28465

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

Decreto ministeriale numero 65 del 07/03/2017

Sisma bonus – linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni

Il documento definisce 8 classi di rischio con rischio crescente indicate con lettere da **A+** a **G**.

La determinazione può essere condotta mediante due metodi:
metodo convenzionale di analisi, metodo semplificato.

*“Il **metodo convenzionale** è concettualmente applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto sia nello stato conseguente all'eventuale intervento.*

*Il **metodo semplificato** si basa su una classificazione macrosismica dell'edificio, è indicato per una valutazione speditiva della Classe di Rischio dei soli edifici in muratura e può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per valutare, limitatamente agli edifici in muratura, la classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale.”*

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

Per la determinazione della classe di rischio sismico si fa riferimento a due parametri: perdita annuale media attesa (**PAM**), indice di sicurezza vita (**IS-V**). L'indice PAM tiene in conto le perdite economiche associate ai danni di elementi strutturali e non rapportate al costo di ricostruzione (CR). L'indice IS-V è definito come rapporto tra la pga al raggiungimento della capacità allo SLV e la pga domandata per lo stesso SL per una nuova costruzione.

“Laddove si preveda l'esecuzione di interventi volti alla riduzione del rischio, l'attribuzione della Classe di Rischio pre e post intervento deve essere effettuata utilizzando il medesimo metodo e con le stesse modalità di analisi e di verifica, tra quelle consentite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.”

CORSI CSI ITALIA
Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale

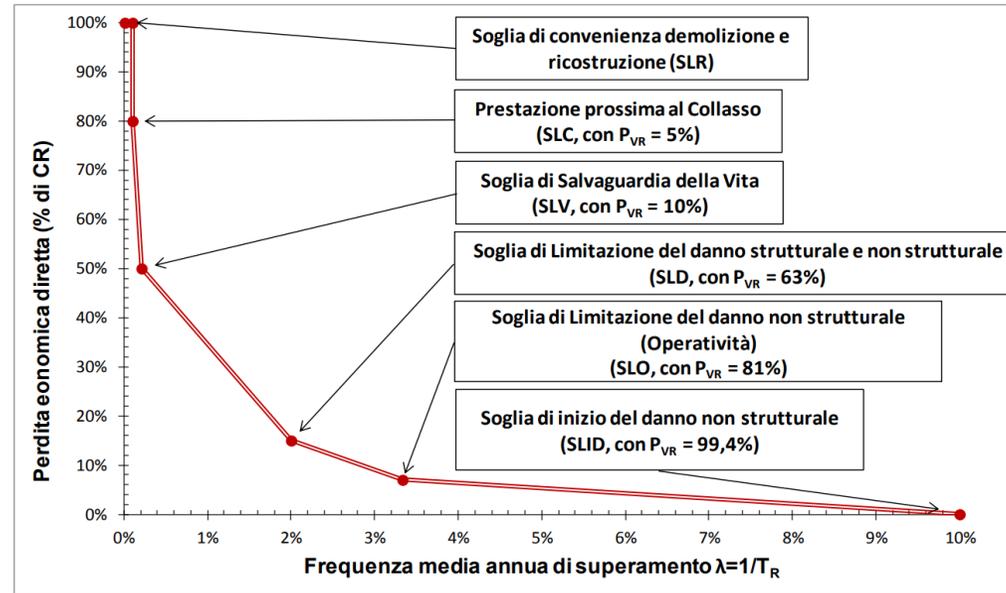
SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
Ing. Leonardo Bandini
Ing. Andrea Bidoli
CSI Italia, Tel. 0434.28465

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

PAM – Perdita annuale Media attesa



“Il parametro PAM può essere assimilato al costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione. Esso può essere valutato, così come previsto per l'applicazione del metodo convenzionale, come l'area sottesa alla curva rappresentante le perdite economiche dirette, in funzione della frequenza media annua di superamento (pari all'inverso del periodo medio di ritorno) degli eventi che provocano il raggiungimento di uno stato limite per la struttura. Tale curva, in assenza di dati più precisi, può essere discretizzata mediante una spezzata. Minore sarà l'area sottesa da tale curva, minore sarà la perdita media annua attesa (PAM).”

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

PAM – Perdita annuale Media attesa

Perdita Media Annuale attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A^+_{PAM}
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

Tabella 1 – *Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese*

“A titolo indicativo, una costruzione con periodo di riferimento VR pari a 50 anni, le cui prestazioni siano puntualmente pari ai minimi di quelle richieste dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni per un edificio di nuova costruzione (e dunque che raggiunge i diversi stati limite esattamente per i valori di periodo di ritorno dell'azione sismica previsti dalle norme) ha un valore di PAM che la colloca in Classe PAM B (il valore di PAM è, in questo caso, pari a 1,13%). Un'analoga costruzione, ma con periodo di riferimento VR pari a 75 anni o a 100 anni ha un valore di PAM che la colloca al limite della Classe PAM A (il valore di PAM è, in questo caso, pari a 0,87% per VR = 75 anni e pari a 0,74% per VR = 100 anni). Convenzionalmente, ai fini dell'applicazione delle presenti Linee Guida, è possibile considerare periodi di ritorno dell'azione sismica inferiori a 30 anni, scalando proporzionalmente le ordinate dello spettro associato al periodo di ritorno di 30 anni. Tale procedura non si applica per periodi di ritorno inferiori a 10 anni.”

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

IS-V – Indice di sicurezza vita

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D_{IS-V}
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

Tabella 2 – *Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza*

“Analogamente, i valori di riferimento dell'indice di sicurezza da cui derivare la Classe IS-V, legata alla salvaguardia della vita umana, sono riportati in tabella 2.

A titolo indicativo, una costruzione la cui capacità, in termini di accelerazione di picco al suolo associata allo SLV pari a quella richiesta dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni per un edificio di nuova costruzione e caratterizzato dalla medesima vita nominale e classe d'uso, ha un valore di IS-V che lo colloca in Classe IS-V A.”

CORSI CSI ITALIA
 Le metodologie
 computazionali per
 l'utilizzo dei software
 di analisi strutturale

SAP2000
ETABS
CSiBridge
VIS



A cura di:
 Ing. Leonardo Bandini
 Ing. Andrea Bidoli
 CSI Italia, Tel. 0434.28465

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

Calcolo PGA limite

Verifica di idoneità statica
 IDONEO - Max D/C = 0.951

Verifica meccanismi duttili SLV q = 2.25

INTERVALLO					
Min			Max		
Tr [anni]	ag [g]	Max D/C	Tr [anni]	ag [g]	Max D/C
45	0.065	0.985	55	0.072	1.187

Verifica meccanismi fragili SLV q = 1.50

INTERVALLO					
Min			Max		
Tr [anni]	ag [g]	Max D/C	Tr [anni]	ag [g]	Max D/C
37	0.059	0.978	55	0.072	1.234

Verifica drift SLD

INTERVALLO					
Min			Max		
Tr [anni]	ag [g]	Max D/C	Tr [anni]	ag [g]	Max D/C
127	0.109	0.954	140	0.114	1.004

Indice IS-V 31%
 Classe IS-V **D**
 Indice PAM 2.48%
 Classe PAM **C**
Classe risultante D

OK Annulla

Completato.

Crea report...