

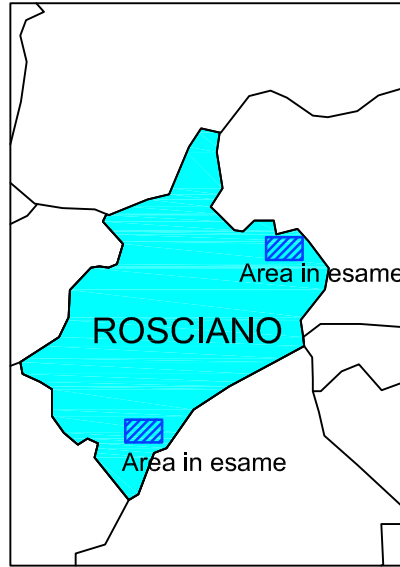


AZIENDA COMPRESORIALE ACQUEDOTTISTICA S.p.A.  
SOCIETA' IN HOUSE PROVIDING

REGIONE  
ABRUZZO



Comune di Rosciano



## INTERVENTO REALIZZAZIONE SISTEMA DEPURATIVO IN LOCALITÀ VILLA OLIVETI E RETE FOGNARIA PER COLLEGAMENTO NUOVO DEPURATORE

### PROGETTO ESECUTIVO

Commessa	<b>FASCICOLO DEI CALCOLI STRUTTURALI</b>	Tavola N°
		<b>STR.B.2</b>
Data		Scala
		Formato
Agg.		
<p><small>Questo elaborato grafico e tutte le sue informazioni sono strettamente riservate, pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta dei redattori, da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui sono state fornite.</small></p>		<p>IL PROGETTISTA</p> <p>Dott. Ing. Eraldo Mammarella</p>

**L I S T A T O   D I   C A L C O L O :   M O N O B L O C C O   D I S I N F E Z I O N E**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

II calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA A MASSE CONCENTRATE

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo delle iterazioni nel sottospazio.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (tre forze, in direzione X, Y e Z, e tre momenti).

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimita' degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sara' 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremita' e' disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe e' non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa e' maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale e' almeno pari all' 1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento e' non superiore alla piu' piccola delle quantita' seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

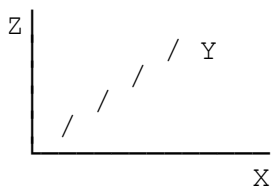
- SISTEMI DI RIFERIMENTO

1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

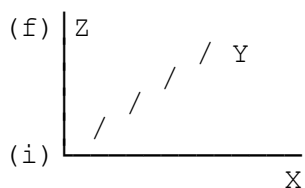
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



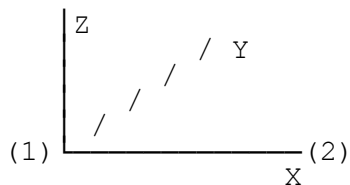
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'input piastre:

Piastra N.ro : Numero identificativo della piastra in esame.  
Filo 1 : Numero del filo fisso su cui è stato posto il primo spigolo della piastra.  
Filo 2 : Numero del filo fisso su cui è stato posto il secondo spigolo della piastra.  
Filo 3 : Numero del filo fisso su cui è stato posto il terzo spigolo della piastra.  
Filo 4 : Numero del filo fisso su cui è stato posto il quarto spigolo della piastra.  
Tipo carico : Numero di archivio delle tipologie di carico.  
Quota filo 1 : Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del primo filo fisso.  
Quota filo 2 : Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del secondo filo fisso.  
Quota filo 3 : Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del terzo filo fisso.  
Quota filo 4 : Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del quarto filo fisso.  
Tipo sezione : Numero identificativo della sezione della piastra.  
Spessore : Spessore della piastra.  
Kwinkler : Costante di Winkler del terreno su cui poggia la piastra (zero nel caso di piastre in elevazione).  
Tipo mater. : Numero di archivio dei materiali shell.

C.D.S.

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	27,40	Altezza edificio (m)	4,00
Massima dimens. dir. Y (m)	15,90	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	60,00
Accelerazione Ag/g	0,07	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,45	Fv	0,90
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,48	Periodo TD (sec.)	1,90
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 1			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 2			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		



## VERIFICA PIASTRE

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro	: Quota a cui si trova l'elemento.
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale e' quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale.(Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x(Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
$\epsilon_c x * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_c y * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_f x * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_f y * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
$\sigma_t$	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dallo involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento e' stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

Apunz                    il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15  
: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.51)  
dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente  
disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt.                    : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura  
la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y  
x/d                      : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
rispettivamente nelle direzioni X e Y

**VERIFICA PIASTRE**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota	Quota a cui si trova l'elemento.
Perim.	Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Comb. 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.
Fes lim	Fessura limite espressa in mm.
Fess.	Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.
Dist mm	Distanza fra le fessure.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Cos teta	Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
Sin teta	Seno dell'angolo teta.
Combina 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.
$\sigma$ lim	Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
Conbin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Gruppo Quote	: Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica
Generatrice	: Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale ha l'asse x nella direzione del setto e l'asse y verticale)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
$\epsilon_c x * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_c y * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_f x * 10000$	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_f y * 10000$	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
$\sigma_t$	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Gr.Q	Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica.
Gen	Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica.
Nodo	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Comb. 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.
Fes lim	Fessura limite espressa in mm.
Fess.	Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.
Dist mm	Distanza fra le fessure.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Cos teta	Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
Sin teta	Seno dell'angolo teta.
Combina 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.
$\sigma$ lim	Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
Conbin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.













C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 7**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	7	17		6556	-703	8881	-2127	-1504	-143	2	2	18	18	4,2	3,0	3,2	3,0	1,1	0,63	-3,1
1	7	57		3777	11339	3215	1684	-889	-140	2	4	14	15	3,0	3,2	3,3	3,0	0,4	0,65	-3,2
1	7	199		7692	1126	2005	-167	70	14	12	1	17	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,2
1	7	517		2012	-2863	6607	-263	-1838	-21	0	3	11	12	3,0	3,1	3,0	3,0	0,8	0,63	-3,1
1	7	963		6311	686	3837	441	188	-81	4	0	11	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5		-3,2
1	7	964		6396	79	3018	267	150	50	9	0	18	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4		-3,2
1	7	965		-4638	-9	1847	0	-115	30	0	0	0	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,1
1	7	966		-1835	-288	1975	192	-233	-98	0	0	0	4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,1
1	7	989		12990	-1658	2809	848	979	427	6	2	17	16	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4		-3,1
1	7	990		15040	-1351	2829	705	749	-13	9	1	17	12	3,0	3,0	3,3	3,0	0,4		-3,1
1	7	991		7695	-1395	2863	-257	876	-374	6	2	16	14	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4		-3,1
1	7	1050		3869	-766	3832	-92	-258	24	9	0	13	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5		-3,2
1	7	1051		-648	-370	2223	528	565	-167	1	1	9	11	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 8**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	8	62		719	1188	4777	-285	-295	-19	1	3	11	13	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6	0,65	-3,2
1	8	63		3892	-2297	7583	-778	-905	113	2	1	17	11	2,8	2,8	2,3	2,0	1,0	0,63	-3,1
1	8	248		2339	1263	5690	-842	601	601	2	2	16	11	2,6	2,1	2,1	2,6	0,7		-3,2
1	8	807		-1321	3181	4453	411	137	-58	2	3	10	14	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,1
1	8	808		-369	170	4182	156	-75	-9	1	0	4	8	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,2
1	8	993		729	496	4140	184	116	-8	1	0	8	5	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,2

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 9**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	9	53		-1304	-4032	6495	394	-807	-52	2	3	9	15	2,0	2,0	2,0	2,0	0,8	0,61	-3,0
1	9	152		2532	6014	2813	-428	64	79	1	12	10	16	2,2	2,0	2,0	2,0	0,4		-3,0
1	9	254		2543	-1205	5255	414	-645	-6	0	3	10	18	2,0	2,0	2,5	2,0	0,7		-3,0
1	9	455		1165	2629	3442	-142	-320	-10	0	3	8	16	2,0	2,3	2,0	2,0	0,4		-3,0
1	9	820		-1400	1459	1666	-693	499	85	3	1	20	10	2,0	2,0	2,0	2,1	0,2		-3,0
1	9	793		1797	-197	3973	-579	-153	-41	2	1	11	4	2,3	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 10**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	10	61		581	5843	7540	748	426	-54	2	0	17	13	2,8	2,5	2,3	3,0	1,0	0,64	-3,2
1	10	63		-4005	-6246	14702	-663	422	-11	1	1	10	1	2,7	2,7	2,7	2,7	1,9	0,63	-3,1
1	10	72		3160	1769	7589	-665	-292	-138	2	1	14	15	2,8	2,0	2,3	2,0	1,0	0,64	-3,2
1	10	521		2574	-440	7176	661	355	-10	2	1	10	23	2,0	2,0	2,8	2,0	0,9		-3,1
1	10	807		-426	5245	4136	-510	-131	-66	2	8	16	18	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 11**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	11	53		-4669	-7017	14612	-833	-614	23	3	2	14	3	2,7	2,7	2,7	2,7	1,9	0,61	-3,0
1	11	91		1288	3648	5935	2245	1211	-77	3	2	15	16	3,0	3,9	3,7	3,0	0,8	0,61	-3,0
1	11	152		1249	7997	3279	-357	-33	-13	1	14	15	16	2,0	2,0	2,0	2,0	0,4		-3,0
1	11	451		692	2220	4176	520	1677	79	1	2	13	17	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5	0,60	-2,9
1	11	452		854	1897	5050	407	-1460	-99	1	2	11	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,6	0,59	-2,9
1	11	453		-970	1314	4789	675	-1332	-287	1	2	11	15	3,0	3,0	3,0	3,0	0,6	0,60	-2,9
1	11	454		-969	1653	9872	-123	-490	19	0	1	10	2,1	3,1	2,1	2,6	1,3	0,61	-3,0	
1	11	534		7257	3685	4516	-1398	-2055	310	1	2	15	16	3,4	3,4	3,0	3,0	0,6	0,60	-2,9
1	11	535		10765	3508	5325	-473	1978	-87	7	2	13	15	3,4	3,0	3,0	3,5	0,7	0,59	-2,9
1	11	536		8502	3764	4855	-626	1917	-358	3	2	16	15	3,0	3,0	3,1	3,5	0,6	0,60	-2,9

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 12**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	12	5		590	4981	4772	714	-2183	-134	2	2	17	15	3,0	3,9	3,0	3,4	0,6	0,69	-3,4
1	12	18		2534	-1	3292	43	493	3	5	2	9	16	2,0	2,0	2,0	2,0	0,4	0,63	-3,1
1	12	66		1299	4738	5205	1656	2760	-18	2	3	16	16	3,0	3,6	3,0	4,5	0,7	0,69	-3,4
1	12	528		4916	4262	3777	-415	3095	88	2	3	10	17	3,0	3,0	3,0	4,3	0,5	0,65	-3,2
1	12	529		5585	3087	3844	-1027	2997	-274	1	3	17	18	3,0	3,3	3,0	3,8	0,5	0,66	-3,3

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 13**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	13	33	13988	-622	3926	-2441	-846	-130	1	2	17	16	5,1	3,0	3,6	3,0	0,5	0,63	-3,1
1	13	207	-1417	1280	8766	-9118	-2850	208	7	8	18	14	10,5	5,0	5,8	3,5	1,1		-3,0
1	13	256	-4535	1489	10096	-10566	1300	211	8	2	19	15	11,4	3,0	6,3	3,1	1,3		-3,0
1	13	377	-2624	-4182	8169	-2037	-6816	-968	3	7	16	26	3,0	7,8	3,0	4,3	1,0	0,61	-3,0
1	13	380	-2138	-5935	9852	-1936	-9793	33	3	10	16	36	3,1	10,2	3,0	5,7	1,3	0,61	-3,0
1	13	383	1915	-3520	9706	-1971	-7396	932	2	6	14	19	4,0	8,2	3,0	4,7	1,2	0,62	-3,1
1	13	697	-972	-3654	6441	3988	3741	-2602	4	4	18	17	3,0	3,0	4,8	4,3	0,8		-3,0
1	13	838	-9571	-557	2598	4941	-1678	2396	11	2	85	17	3,0	3,0	3,8	3,5	0,3		-3,1
1	13	1003	-4781	-1416	1237	5554	-3164	-2951	5	4	18	18	3,0	3,2	5,2	3,0	0,2		-3,0
1	13	1004	-5367	-576	1097	5149	-319	-220	5	1	16	5	3,0	3,0	5,3	3,0	0,1		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 14**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	14	2	-550	-485	2459	634	-314	-130	1	1	12	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,73	-3,6
1	14	14	-907	-2944	2717	-714	-3247	-94	1	4	12	18	3,0	3,3	3,0	3,0	0,3	0,69	-3,4
1	14	37	-464	-2722	2700	-640	-3168	85	1	4	12	17	3,0	3,4	3,0	3,0	0,3	0,69	-3,4
1	14	241	337	-22	1420	-2577	-455	-219	3	1	15	9	3,4	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,5
1	14	266	-5024	-1211	1163	-3531	-1982	274	4	3	18	18	3,0	3,0	3,5	3,0	0,1		-3,4
1	14	273	-2394	-262	420	1776	-658	-589	6	4	76	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,4
1	14	277	-4756	-1252	1331	-3103	-1775	-236	4	3	15	18	3,2	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,3
1	14	278	600	-38	1325	-2500	-425	226	3	1	14	9	3,5	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,6
1	14	345	-810	-2885	2838	-709	-2977	-110	1	4	13	16	3,0	3,3	3,0	3,0	0,4	0,69	-3,4
1	14	393	-674	-2771	2849	-683	-2958	82	1	4	12	16	3,0	3,3	3,0	3,0	0,4	0,68	-3,4
1	14	425	-354	-2585	2464	-664	-3250	6	1	4	13	18	3,0	3,3	3,0	3,0	0,3	0,69	-3,4
1	14	925	-1585	-379	710	1472	578	309	2	1	17	11	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,5
1	14	926	542	-222	599	-717	508	455	2	1	17	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,5
1	14	1011	2904	-2288	2066	-204	-983	31	3	2	13	14	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,3
1	14	1012	-85	-5	245	-915	595	-533	2	1	17	12	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,5
1	14	1013	-2578	-229	293	1653	-350	-332	3	1	17	7	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,5
1	14	1014	-3068	-157	338	1714	-236	162	3	0	17	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,4
1	14	1026	4888	-247	524	-888	1346	-942	1	2	12	17	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,4
1	14	1030	3678	-434	646	-662	1104	789	1	2	15	17	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,4
1	14	1031	-2128	-137	378	1677	-102	-98	3	0	18	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,5
1	14	1032	-1701	-220	342	1614	-360	346	3	1	18	7	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,5
1	14	1033	217	15	289	-853	566	516	2	1	19	12	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,5

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 15**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	15	22	-5101	-5037	6566	-1002	-1206	67	4	3	18	12	2,0	2,7	2,0	2,2	0,8	0,64	-3,2
1	15	25	-283	133	10011	874	-1234	-28	3	6	18	53	2,6	4,1	2,0	2,3	1,3	0,63	-3,1
1	15	98	-1337	-30	3046	777	505	65	2	2	10	17	2,0	2,0	2,0	2,0	0,4		-3,2
1	15	157	-2670	-388	4774	-1444	-446	164	4	1	14	13	3,2	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,1
1	15	174	-5062	5511	2273	1330	445	-95	4	1	14	13	2,0	2,0	2,0	2,2	0,3		-3,2
1	15	271	2081	1125	1428	-1445	-298	-108	3	1	14	13	3,4	2,0	2,0	2,0	0,2		-3,1
1	15	386	-2365	-2029	8139	-271	-1120	-52	1	3	3	12	2,0	3,3	2,0	2,4	1,0	0,63	-3,1
1	15	899	838	839	4933	657	278	-98	2	1	11	12	2,0	2,0	2,5	2,0	0,6		-3,1
1	15	902	-6791	6469	2175	1592	441	-46	5	0	16	14	2,0	2,0	2,1	2,4	0,3		-3,2

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 16**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	16	25	702	-23244	23607	861	116	-26	2	1	14	1	4,4	3,9	4,9	3,9	3,0	0,63	-3,1
1	16	27	4271	-140	23727	-739	-479	-62	2	2	17	15	4,9	3,9	4,4	3,9	3,0	0,63	-3,1
1	16	173	-900	10081	8285	-477	90	36	2	13	13	17	2,0	2,6	2,0	2,6	1,1		-3,1
1	16	245	9834	-903	7911	1107	500	17	2	2	15	14	3,8	2,0	4,8	2,0	1,0		-3,1
1	16	898	362	14535	3904	-704	-214	16	2	12	11	18	2,3	2,7	2,0	2,7	0,5		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 17**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	17	22	1062	-4242	8807	502	-623	119	1	2	9	9	2,5	2,0	3,0	2,0	1,1	0,64	-3,2
1	17	174	-1362	10239	2415	1979	447	94	6	4	25	15	2,0	2,4	3,1	2,9	0,3		-3,2
1	17	209	-4920	-1894	5668	-3507	-614	16	7	2	17	15	6,3	2,0	3,5	2,0	0,7		-3,2
1	17	258	5871	332	7656	-3880	-1368	32	6	3	18	14	8,2	3,8	5,1	2,8	1,0		-3,2
1	17	272	6683	4393	2627	3034	932	11	5	2	17	13	3,9	2,2	6,4	3,2	0,3		-3,2
1	17	902	-996	11762	3669	2493	468	18	6	5	19	15	2,3	2,7	4,2	3,2	0,5		-3,2

C.D.S.

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 18

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	18	58	2117	3150	5624	649	-281	8	2	1	13	20	2,1	2,0	2,6	2,0	0,7	0,64	-3,2	
1	18	160	3227	3229	4077	-1141	-295	62	3	1	14	9	3,4	2,4	2,4	2,0	0,5		-3,2	
1	18	479	-869	1467	4973	-237	-499	-68	1	1	5	10	2,0	2,5	2,0	2,0	0,6	0,63	-3,1	
1	18	843	2733	5279	5602	-957	-185	16	3	6	18	18	2,6	2,0	2,1	2,0	0,7		-3,2	
1	18	1045	3656	-209	4734	-127	126	36	5	0	15	4	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,1	

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 19

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	19	23	1564	-1963	6884	-821	-789	28	2	2	15	10	2,7	2,7	2,2	2,2	0,9	0,62	-3,1	
1	19	24	-1372	-2753	10752	796	207	-35	2	0	10	0	2,7	2,2	2,2	2,2	1,4	0,62	-3,0	
1	19	107	-1935	163	7096	-886	-280	-70	3	0	11	10	2,9	2,0	2,3	2,0	0,9		-3,0	
1	19	282	7702	-1192	4007	105	217	62	12	1	17	4	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,1	
1	19	361	1729	1090	7809	-141	-828	-18	0	2	10	14	2,0	2,8	2,0	2,3	1,0	0,62	-3,1	

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 20

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	20	55	1571	1166	7194	357	485	21	1	5	16	86	2,0	2,0	2,0	2,0	0,9	0,63	-3,1	
1	20	79	-4599	-872	5255	-341	-301	-18	1	1	7	7	2,0	2,0	2,0	2,0	0,7	0,64	-3,2	
1	20	250	-1771	-1972	1356	319	804	-16	1	2	1	10	2,0	2,0	2,0	2,0	0,2		-3,2	
1	20	280	-2231	-3225	2505	-431	-1128	-101	2	3	8	13	2,0	2,2	2,0	2,0	0,3		-3,1	
1	20	795	2636	-369	4114	-379	-77	-27	1	0	9	1	2,4	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,2	
1	20	951	832	-9192	4193	266	-3	-51	1	0	11	0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,1	

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 21

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	21	111	-566	-917	1672	234	-381	-46	0	1	3	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	0,70	-3,4	
1	21	586	-1440	-1930	1518	457	1179	-363	1	4	6	54	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	0,68	-3,3	
1	21	851	471	-522	671	-814	-673	-622	2	1	18	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,4	
1	21	852	427	-402	476	-753	691	90	2	1	17	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,4	
1	21	853	3142	-145	394	-797	-128	126	1	0	12	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2	
1	21	854	2656	-213	415	-1100	-457	-462	1	1	14	9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,3	
1	21	855	1649	-123	373	-849	-652	-632	1	1	10	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,4	
1	21	874	-903	-590	1605	1495	581	221	2	1	18	11	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,4	
1	21	875	-276	-364	1413	-532	551	535	1	1	10	11	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,3	
1	21	876	1440	-118	747	486	-547	-279	1	1	14	11	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,3	

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 22

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	22	123	261	-701	1089	331	225	-12	1	0	8	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	0,68	-3,4	
1	22	227	2186	-2667	4295	1306	1285	-30	2	5	16	62	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5		-3,2	
1	22	904	-2561	-320	1631	688	143	-125	1	0	7	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,2	
1	22	905	-3227	-1231	1591	731	215	-41	1	0	6	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,2	
1	22	967	-1042	-314	1453	317	159	-108	1	0	4	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,3	
1	22	968	495	70	736	-388	185	-156	1	0	10	4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,3	

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	1	2	369	-733	2213	534	182	83	1	0	12	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	0,68	-3,4	
1	1	5	2070	4650	7785	-941	-284	-43	1	6	12	18	4,9	4,8	3,9	4,3	2,0	0,65	-3,2	
1	1	66	9416	4072	6017	426	425	-114	8	1	18	9	4,9	4,2	5,4	4,8	1,2	0,65	-3,2	
1	1	135	810	1161	5300	-399	-420	-396	1	1	11	12	3,0	3,0	3,0	3,0	0,7		-3,2	
1	1	187	-3803	-67	266	1693	513	-13	2	1	11	10	3,0	3,0	3,0	4,5	3,0	0,1		-3,2
1	1	188	-3496	-242	559	1929	739	-429	2	1	13	15	3,0	3,0	4,1	3,0	0,2		-3,3	
1	1	213	2337	571	280	1517	680	503	2	1	17	16	3,4	3,0	4,7	3,0	0,1		-3,1	
1	1	219	-1605	-566	464	1916	-523	378	2	1	18	9	3,3	3,0	4,2	3,0	0,1		-3,3	
1	1	238	-6270	-678	245	1858	-570	34	2	1	10	10	3,0	3,0	3,6	3,0	0,1		-3,2	
1	1	262	4446	980	666	-1953	689	534	2	1	16	17	4,5	3,0	3,5	3,0	0,2		-3,1	
1	1	274	-1262	403	426	1920	565	-6	2	1	16	13	4,0	3,0	4,5	3,0	0,1		-3,3	
1	1	284	4358	2017	5373	322	202	-128	3	1	9	10	3,0	3,0	3,0	3,3	1,2	0,65	-3,2	
1	1	286	2447	-3479	2368	709	2795	288	1	2	10	15	3,0	3,0	3,0	4,5	0,7	0,66	-3,3	
1	1	287	939	-3619	2547	632	3658	7	1	3	16	16	3,0	3,5	3,0	6,4	0,7	0,67	-3,3	
1	1	288	189	-3216	2787	671	2992	-186	1	3	14	17	3,0	3,1	3,0	5,5	0,7	0,67	-3,3	

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Table with 19 columns: Gr. Q, Gen, Nodo 3d, Nx, Ny, Txy, Mx, My, Mxy, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s., Ay s., Ax i., Ay i., Atag., ct, eta. Rows 1 to 14.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2

Table with 19 columns: Gr. Q, Gen, Nodo 3d, Nx, Ny, Txy, Mx, My, Mxy, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s., Ay s., Ax i., Ay i., Atag., ct, eta. Rows 1 to 31.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3

Table with 19 columns: Gr. Q, Gen, Nodo 3d, Nx, Ny, Txy, Mx, My, Mxy, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s., Ay s., Ax i., Ay i., Atag., ct, eta. Rows 1 to 13.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4

Table with 19 columns: Gr. Q, Gen, Nodo 3d, Nx, Ny, Txy, Mx, My, Mxy, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s., Ay s., Ax i., Ay i., Atag., ct, eta. Rows 1 to 23.



C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 9**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	9	53	-2723	-7517	6055	183	-959	-32	0	2	0	10	2,0	2,0	2,0	2,0	0,8	0,61	-3,0
1	9	152	2532	6014	2053	-428	64	79	1	1,2	22	16	2,2	2,0	2,0	2,0	0,4		-3,0
1	9	254	-780	-1205	3469	269	-645	13	1	2	6	17	2,0	2,0	2,5	2,0	0,7		-3,0
1	9	455	-426	2629	2563	-110	-820	5	0	2	2	16	2,0	2,3	2,0	2,0	0,4	0,61	-3,0
1	9	520	-1400	1459	638	693	499	85	2	1	18	9	2,0	2,0	2,0	2,1	0,2		-3,0
1	9	793	1797	-712	3761	-579	-123	-39	1	0	11	2	2,3	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 10**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	10	61	1569	5843	6302	387	426	-129	1	0	17	13	2,8	2,5	2,3	3,0	1,0	0,61	-3,0
1	10	63	-3001	-10176	12405	-358	3	19	1	0	3	0	2,7	2,7	2,7	2,7	1,9	0,61	-3,0
1	10	72	3160	1769	6040	-665	-292	-138	1	1	14	15	2,8	2,0	2,3	2,0	1,0	0,61	-3,0
1	10	521	2574	-440	5954	661	355	-10	1	1	13	10	2,3	2,0	2,8	2,0	0,9		-3,0
1	10	807	-426	4339	3381	-510	-131	-109	2	7	15	17	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 11**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	11	53	-4804	-8901	14612	-537	-610	21	1	1	4	1	2,7	2,7	2,7	2,7	1,9	0,61	-3,0
1	11	91	310	-4525	4791	1359	-2272	109	2	2	18	14	3,0	3,9	3,7	3,0	0,8	0,58	-2,8
1	11	152	1249	7997	2594	-357	-33	-13	1	14	15	16	2,0	2,0	2,0	2,0	0,4		-3,0
1	11	451	-48	1180	2690	274	834	51	0	1	6	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5	0,57	-2,8
1	11	452	-1115	1410	3199	191	-592	-64	0	1	1	16	3,0	3,0	3,0	3,0	0,6	0,58	-2,8
1	11	453	-3015	732	2744	369	-668	-189	0	1	0	16	3,0	3,0	3,0	3,0	0,6	0,58	-2,9
1	11	454	-2752	1653	9872	-72	-490	-2	0	1	0	10	2,1	3,1	2,1	2,6	1,3	0,60	-3,0
1	11	534	4634	2159	3207	-895	-1003	217	1	1	15	12	3,4	3,4	3,0	3,0	0,6	0,57	-2,8
1	11	535	9210	3106	3321	-80	1031	-12	14	1	16	14	3,4	3,0	3,0	3,5	0,7	0,58	-2,8
1	11	536	9446	2988	2777	-231	1150	-161	7	1	13	15	3,0	3,0	3,1	3,5	0,6	0,58	-2,9

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 12**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	12	5	-1334	869	2836	387	-966	-65	1	1	4	10	3,0	3,9	3,0	3,4	0,6	0,65	-3,2
1	12	18	1093	-229	1690	42	209	-12	1	1	5	6	2,0	2,0	2,0	2,0	0,4	0,62	-3,1
1	12	66	188	1049	3695	889	1364	-91	1	1	9	12	3,0	3,6	3,0	4,5	0,7	0,65	-3,2
1	12	528	2348	3311	1665	-102	1804	33	4	1	9	14	3,0	3,0	3,0	4,3	0,5	0,63	-3,1
1	12	529	2888	2483	2415	-487	1654	-190	0	1	19	12	3,0	3,3	3,0	3,8	0,5	0,64	-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 13**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	13	33	10900	-1507	1997	-2040	-502	-84	1	1	17	6	5,1	3,0	3,6	3,0	0,5	0,62	-3,0
1	13	207	-2893	1444	4748	-7548	-2380	11	4	2	18	16	10,5	5,0	5,8	3,5	1,1		-3,0
1	13	256	-8016	1399	5668	-8591	802	176	5	1	17	10	11,4	3,0	6,3	3,1	1,3		-3,0
1	13	377	-5367	-5723	5759	-2063	-7046	-957	2	4	13	16	3,0	7,8	3,0	4,3	1,0	0,61	-3,0
1	13	380	-4928	-7590	7094	-1826	-9335	12	2	5	11	17	3,1	10,2	3,0	5,7	1,3	0,61	-3,0
1	13	383	-2631	-4320	7466	-2293	-7491	884	2	5	12	18	4,0	8,2	3,0	4,7	1,2	0,61	-3,0
1	13	697	-1665	-5122	3889	3787	3546	-2093	3	3	18	15	3,0	3,0	4,8	4,3	0,8		-3,0
1	13	838	-10224	-582	1993	3554	2398	1530	3	2	14	17	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,0
1	13	1003	-4550	-1180	1237	3793	1787	-1920	3	2	14	18	3,0	3,2	3,0	3,0	0,3		-3,0
1	13	1004	-10007	-462	681	4277	-199	-152	4	0	17	3	3,0	3,0	5,3	3,0	0,1		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 14**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	14	2	-830	-785	1555	341	-135	8	0	0	5	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,68	-3,4
1	14	14	-2200	-4426	1476	-517	-2880	-55	1	3	5	14	3,0	3,4	3,0	3,0	0,3	0,66	-3,2
1	14	37	-1790	-4250	1536	-468	-2913	45	1	0	12	5	3,0	3,4	3,0	3,0	0,3	0,65	-3,2
1	14	241	310	-86	922	-1427	-243	91	1	0	12	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,2
1	14	266	-1906	-1052	692	-1849	-1242	227	2	1	15	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2
1	14	273	-229	-213	254	881	-309	-268	1	0	17	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2
1	14	277	-2308	-1176	943	-1471	-1080	-150	1	1	11	9	3,2	3,0	3,5	3,0	0,2		-3,2
1	14	278	563	-121	797	-1292	-203	95	1	0	13	4	3,5	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,4
1	14	345	-2165	-4337	1578	-518	-2805	-59	1	2	5	14	3,0	3,3	3,0	3,0	0,4	0,65	-3,2
1	14	393	-2015	-4290	1624	-507	-2857	39	1	2	5	14	3,0	3,3	3,0	3,0	0,4	0,65	-3,2
1	14	425	-1593	-4162	1381	-492	-2826	10	1	2	6	14	3,0	3,3	3,0	3,0	0,3	0,65	-3,2



C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 14**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	14	925	-521	-425	447	736	277	148	1	0	5	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,3
1	14	926	-213	-297	343	-328	188	179	1	0	6	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,3
1	14	1011	679	-2288	1141	-212	-983	101	0	1	6	14	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3		-3,2
1	14	1012	-496	-67	155	-422	279	-241	1	0	7	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,2
1	14	1013	-1037	-203	173	837	-197	-187	1	0	14	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,2
1	14	1014	-1141	-190	206	834	110	34	1	0	14	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,2
1	14	1026	1505	-143	335	408	635	-403	1	1	13	13	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2
1	14	1030	1199	-301	447	332	460	288	0	1	10	9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2
1	14	1031	-254	-172	238	837	44	-28	1	0	17	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,3
1	14	1032	-266	-191	217	793	-173	166	1	0	16	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,3
1	14	1033	-99	-57	186	-406	238	212	1	0	8	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,3

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 15**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	15	22	-5328	-5037	5723	-1016	-1206	99	3	3	17	11	2,0	2,7	2,0	2,2	0,8	0,63	-3,1
1	15	25	-990	133	10011	772	-1234	-19	2	2	10	12	2,6	4,1	3,3	3,1	1,3	0,61	-3,0
1	15	98	-1337	-30	1877	777	505	65	2	2	10	16	2,0	2,0	2,3	2,0	0,4		-3,1
1	15	157	-2670	-388	4331	-1444	-446	164	3	1	13	13	3,2	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,0
1	15	174	-5062	5511	1089	1330	445	-95	3	0	13	13	2,0	2,0	2,0	2,0	0,3		-3,1
1	15	271	651	1036	742	-895	-149	-61	2	0	12	8	3,4	2,0	2,0	2,0	0,2		-3,0
1	15	381	-2365	-2029	8139	-271	-1120	-52	1	1	2	11	2,0	3,3	2,0	2,4	1,1		-3,0
1	15	899	-1057	960	4016	662	264	-52	2	2	18	11	2,0	2,0	2,5	2,0	0,6	0,62	-3,0
1	15	902	-6791	6469	1191	1592	441	-46	3	0	15	14	2,0	2,0	2,1	2,4	0,3		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 16**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	16	25	-2379	-23244	23607	837	116	-13	2	1	9	0	4,4	3,9	4,9	3,9	3,0	0,61	-3,0
1	16	27	2009	-852	23727	-672	-406	-49	1	1	13	11	4,9	3,9	4,4	3,9	3,0	0,61	-3,0
1	16	173	-610	10081	8285	-252	90	24	1	13	17	2	2,0	2,6	2,0	2,0	1,1		-3,0
1	16	245	12128	-461	7812	611	331	-31	5	1	16	9	3,8	2,0	4,8	2,0	1,0		-3,0
1	16	898	1406	14535	2653	-329	-214	12	1	12	15	18	2,3	2,7	2,0	2,7	0,5		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 17**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	17	22	-498	-6138	8656	538	-517	126	2	1	16	1	2,5	2,0	3,0	2,0	1,1	0,63	-3,1
1	17	174	-1362	10239	1158	1979	447	94	4	4	18	15	2,0	2,4	2,0	2,0	0,3		-3,1
1	17	209	-4320	-1894	5668	-3507	-614	16	5	2	16	14	6,3	2,0	2,5	2,0	0,7		-3,1
1	17	258	5710	332	7656	-3880	-1368	32	4	1	17	14	8,3	2,8	5,1	2,0	0,3		-3,1
1	17	272	6683	4393	2627	3034	932	11	4	1	17	13	3,9	2,2	6,4	2,0	1,3		-3,1
1	17	902	-996	11762	3292	2493	468	18	4	5	18	15	2,3	2,7	4,2	3,2	0,5		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 18**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	18	58	1048	2105	3456	-293	-146	-20	1	0	13	11	2,1	2,0	2,6	2,0	0,7	0,62	-3,1
1	18	160	3227	3229	2790	-1141	-195	62	3	0	29	19	3,4	2,4	2,4	2,0	0,5		-3,1
1	18	479	-998	-416	2867	-199	-588	-123	1	2	4	17	2,0	2,0	2,0	2,0	0,7	0,62	-3,0
1	18	843	2733	5279	4872	-957	-185	16	2	6	18	18	2,6	2,0	2,1	2,0	0,7		-3,0
1	18	1045	3375	-381	4571	-126	69	29	4	0	14	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 19**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	19	23	-456	-1963	6725	-588	-789	55	2	2	18	9	2,7	2,7	2,2	2,2	0,9	0,62	-3,0
1	19	24	-3152	-5479	10752	435	-23	-32	2	1	5	0	2,7	2,2	3,2	2,2	1,4	0,61	-3,0
1	19	107	-1935	-1211	7036	-886	-223	-75	0	0	10	4	2,9	2,0	2,3	2,0	0,8		-3,0
1	19	282	4172	-1575	2102	149	205	48	5	0	17	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,8		-3,0
1	19	361	-760	1090	7809	-113	-828	-30	0	2	1	14	2,0	2,8	2,0	2,3	1,0	0,62	-3,0

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 20**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	20	55	600	-1152	3906	201	324	56	1	1	8	7	2,0	2,0	2,0	2,0	0,9	0,61	-3,0
1	20	79	-4918	-1483	3267	0	-141	-38	0	0	0	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,7	0,62	-3,1
1	20	250	-1771	-1972	822	319	804	-16	1	2	5	9	2,0	2,0	2,0	2,0	0,2		-3,1
1	20	280	-2231	-4274	2148	-431	-1160	-120	1	2	7	12	2,0	2,2	2,0	2,0	0,3		-3,0
1	20	795	2636	-815	3139	-379	-68	-22	1	0	9	0	2,4	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,1
1	20	951	832	-7318	3384	266	0	-44	1	0	11	0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 21**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	21	111	-734	-1011	1512	173	-237	-61	0	0	2	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	0,64	-3,2
1	21	586	-1542	-1890	1168	272	719	-208	0	1	1	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	0,63	-3,1
1	21	851	626	-501	625	-448	-343	-302	1	1	11	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,1
1	21	852	177	-560	283	783	381	-170	1	1	17	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,2
1	21	853	4623	-164	207	-334	-42	42	3	0	9	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,1
1	21	854	2809	-189	276	-589	-222	-223	0	0	9	4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,1
1	21	855	1801	-112	299	-439	-303	-302	1	0	14	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-3,1
1	21	874	-604	-671	1150	982	299	81	2	0	18	4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,2
1	21	875	-2	-476	1040	288	289	251	0	0	6	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,1
1	21	876	1129	-173	547	376	278	265	1	0	11	5	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,1

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 22**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	22	123	-458	-760	985	235	121	-11	0	0	4	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	0,64	-3,2
1	22	227	-2428	-2667	2645	1035	1285	36	1	1	15	9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,5		-3,1
1	22	904	-2632	-999	1631	492	203	-106	1	0	3	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,1
1	22	905	-3066	-1296	1591	450	124	-35	0	0	1	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,1
1	22	967	-1735	-671	1317	217	-143	-114	0	0	0	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2		-3,1
1	22	968	-1200	-426	680	-243	231	-126	0	0	2	4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-3,1

**L I S T A T O   D I   C A L C O L O :   B O X   D I S I D R A T A Z I O N E**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- METODI DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE

II calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

### - DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

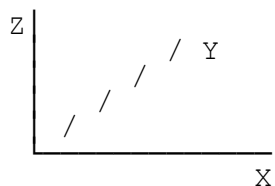
### - SISTEMI DI RIFERIMENTO

#### 1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

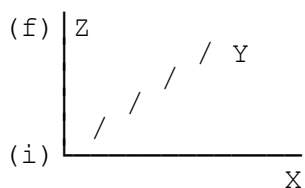
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



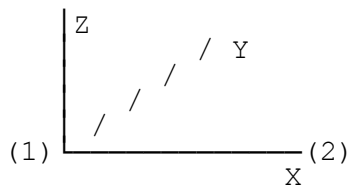
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

## DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	7,00	Altezza edificio (m)	3,94
Massima dimens. dir. Y (m)	7,00	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 1			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,30		
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 2			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,30		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		



RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- METODI DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigiditi (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

### - DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimita' degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sara' 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremita' e' disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe e' non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa e' maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale e' almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento e' non superiore alla piu' piccola delle quantita' seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### - SISTEMI DI RIFERIMENTO

#### 1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

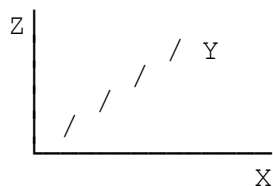
---

C.D.S.

---

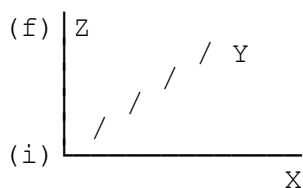
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



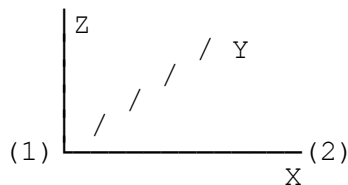
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



---

C.D.S.

---

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

C.D.S.

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	7,00	Altezza edificio (m)	3,94
Massima dimens. dir. Y (m)	7,00	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 1			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,30		
P A R A M E T R I S I S T E M A C O S T R U T T I V O C . A . - D I R . 2			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/AlfaI	1,10	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,30		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

C.D.S.

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

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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

Filo Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla  
In/Fin seconda quello del nodo finale  
Ctg@ Cotangente Angolo del puntone compresso  
Quota Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda  
quota del nodo finale  
SgmT 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.  
AmpC Solo per le travi di elevazione:  
Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere  
in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.  
N/Nc Solo per i pilastri:  
Percentuale della resistenza massima a compressione della  
sezione di solo calcestruzzo.  
Tratto Se una trave e' suddivisa in piu' tratti sulla prima riga  
e' riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di  
suddivisioni della trave  
Sez Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla  
Bas seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni  
Alt a T e' riportato l'ingombro massimo della sezione  
Concio Numero del concio  
Co Nr 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  
GamRd Solo per le travi di fondazione:  
Coefficiente di sovraresistenza.  
MExd Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incre-  
mentato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)  
MEyd Momento ultimo di calcolo asse vettore Y  
N Ed Sforzo normale ultimo di calcolo  
x / d Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile  
della sezione moltiplicato per 100.  
εf% εc% deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo multipli-  
\* 100 cate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore  
limite nel calcestruzzo 35 (0.35%).  
Area Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispetti-  
vamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo  
la base e l'altezza della sezione  
Co Nr Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime  
di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni  
taglianti e torcenti  
VExd Taglio ultimo di calcolo in direzione X  
VEyd 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 cls alle azioni  
taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione e'  
verificata se detto valore e 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 e'  
verificata se detto valore e minore o uguale a 100  
Alon Armatura longitudinale a torsione (Nelle travi rettangolari  
per le quali e' stata effettuata la verifica a momento my in  
questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei  
lati verticali).

---

C.D.S.

---

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

---

Staffe Passo staffe, lunghezza del tratto da armare e diametro staffe  
Moltip Solo per le stampe di riverifica:  
Ultimo 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.

---

C.D.S.

---

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

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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 e' suddivisa in piu' tratti sulla prima riga e' 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  
Fessu Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sara' nulla  
Dist mm Distanza fra le fessure  
Concio Numero del concio in cui si e' avuta la massima fessura  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si e' 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 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  
 $\sigma$  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 e' avuta la massima tensione  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si e' avuta la massima tensione  
Mf X Momento flettente asse vettore X  
Mf Y Momento flettente asse vettore Y  
N Sforzo normale

## VERIFICA PIASTRE

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro	: Quota a cui si trova l'elemento.
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale e' quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
$\epsilon_c x * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_c y * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_f x * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_f y * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
$\sigma_t$	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dallo involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento e' stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando



---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

Apunz : il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15  
: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.51)  
dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di rivederifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura  
la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y  
x/d : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
rispettivamente nelle direzioni X e Y

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota Quota a cui si trova l'elemento.  
Perim. Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
Nodo Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
Comb. Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.  
Cari individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.  
Fes lim Fessura limite espressa in mm.  
Fess. Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.  
Dist mm Distanza fra le fessure.  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.  
Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N Y Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
Cos teta Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.  
Sin teta Seno dell'angolo teta.  
Combina Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.  
Carico 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.  
 $\sigma$  lim Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>.  
 $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x.  
Conbin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
 $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y.  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.  
N Y Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.



C.D.S.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI

Table with columns: Filo Iniz. Fin., Quota Iniz. Final, Tra, Sez Bas Alt, Con c, VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE (Co mb, M Exd, M Eyd, N Ed, x/d, ef%, ec%, Area cmq h), VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE (Co mb, V Exd, V Eyd, T Sdu, V Rxd, V Ryd, TRd, TRld, Coe Cls, Coe Sta, ALon cmq, Staffe Lun Fi). Rows 1-4 with sub-rows for different load conditions.

STAMPA VERIFICHE S.L.E. PILASTRI

Table with columns: Filo In fi, Quota In Fi, Tra, FESSURAZIONE (Combi Caric, Fessu. mm cal, dist mm, Con cio, Com bin, Mf X (t\*m), Mf Y (t\*m), N (t)), FRECC E (Frecc e mm, Com bin), TENSIONI (Combinaz Carico, sigma lim. Kg/cmq, sigma cal. Kg/cmq, Co nc, Comb, Mf X (t\*m), Mf Y (t\*m), N (t)). Rows 1-4 with sub-rows for different load conditions.

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s, Ay s, Ax i cmq/m, Ay i cmq/m, Atag kg/cm, eta mm, Fpuz. kg, FpuzLi kg, Apuz. cmq. Rows 0-1 with sub-rows for different load conditions.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s, Ay s, Ax i cmq/m, Ay i cmq/m, Atag kg/cm, eta mm, Fpuz. kg, FpuzLi kg, Apuz. cmq. Rows 0-1 with sub-rows for different load conditions.



## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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

Filo	Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla
In/Fin	seconda quello del nodo finale
Ctg $\theta$	Cotangente Angolo del puntone compresso
Quota	Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
SgmT	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.
AmpC	Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
N/Nc	Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
Tratto	Se una trave e' suddivisa in piu' tratti sulla prima riga e' riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
Sez	Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla
Bas	seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni
Alt	a T e' riportato l'ingombro massimo della sezione
Concio	Numero del concio
Co Nr	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
GamRd	Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovraresistenza.
MExd	Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incre- mentato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
MEyd	Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
N Ed	Sforzo normale ultimo di calcolo
x / d	Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100.
$\epsilon_f\%$ $\epsilon_c\%$ * 100	deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo multipli- cate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0.35%).
Area	Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispetti- vamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
Co Nr	Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
VExd	Taglio ultimo di calcolo in direzione X
VEyd	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 cls alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione e' verificata se detto valore e 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 e' verificata se detto valore e minore o uguale a 100
Alon	Armatura longitudinale a torsione (Nelle travi rettangolari per le quali e' stata effettuata la verifica a momento my in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali).

---

C.D.S.

---

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

---

Staffe Passo staffe, lunghezza del tratto da armare e diametro staffe  
Moltip Solo per le stampe di riverifica:  
Ultimo 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.

---

C.D.S.

---

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

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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 e' suddivisa in piu' tratti sulla prima riga e' 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  
Fessu Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sara' nulla  
Dist mm Distanza fra le fessure  
Concio Numero del concio in cui si e' avuta la massima fessura  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si e' 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 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  
 $\sigma$  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 e' avuta la massima tensione  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si e' avuta la massima tensione  
Mf X Momento flettente asse vettore X  
Mf Y Momento flettente asse vettore Y  
N Sforzo normale

**VERIFICA PIASTRE**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro	: Quota a cui si trova l'elemento.
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
εc x *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
εc y *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
εf x *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
εf y *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
σt	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dallo involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

Apunz                    il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15  
: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.51)  
dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

Molt.                    : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura  
la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y  
x/d                      : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
rispettivamente nelle direzioni X e Y

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota                    Quota a cui si trova l'elemento.  
Perim.                   Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
Nodo                     Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
Comb.                    Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.  
Cari                     individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.  
Fes lim                  Fessura limite espressa in mm.  
Fess.                    Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.  
Dist mm                 Distanza fra le fessure.  
Combin                  Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.  
Mf X                     Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X                      Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
Mf Y                     Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N Y                      Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
Cos teta                 Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.  
Sin teta                 Seno dell'angolo teta.  
Combina                 Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga.  
Carico                   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.  
 $\sigma$  lim                 Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>.  
 $\sigma$  cal                  Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x.  
Conbin                  Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf X                     Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X                      Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
 $\sigma$  cal                  Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y.  
Combin                  Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf Y                     Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.  
N Y                      Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.



C.D.S.

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

Filo Iniz. Ctg	Quota Iniz. Final	Traz. Bas	Sez. Alt	Cn	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE								VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co	M Exd	M Eyd	N Ed	x/d	ef%	ec%	Area sup	cmg inf	Co	V Exd	V Eyd	T Sdu	V Rxd	V Ryd	TRd	TRLd	Coe Cfs	Coe Sta	ALon cmg	Staffe	
																									Pas	Lun
3	3,94	2	1	18	-5,0	0,0	0,0	23	12	4	4,8	4,8	1	0,0	-4,0	0,0	16,6	29,4	6,5	0,0	11	13	0,0	11	50	8
4	3,94	30	3	1	4,4	0,0	0,0	23	12	4	4,8	4,8	1	0,0	-3,3	0,0	8,3	14,7	3,2	0,0	9	22	0,0	22	500	8
2	1,00	50	5	8	-5,0	0,0	0,0	23	12	4	4,8	4,8	1	0,0	-4,0	0,0	16,6	29,4	6,5	0,0	11	13	0,0	11	50	8

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI

Filo Iniz. Ctg	Quota Iniz. Final	Traz. Bas	Sez. Alt	Cn	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE								VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co	M Exd	M Eyd	N Ed	x/d	ef%	ec%	Area sup	cmg inf	Co	V Exd	V Eyd	T Sdu	V Rxd	V Ryd	TRd	TRLd	Coe Cfs	Coe Sta	ALon cmg	Staffe	
																									Pas	Lun
1	0,00	1	1	25	-5,0	1,2	-10,0	30	20	4,3	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	15,2	15,2	3,1	0,0	18	21	0,0	12	60	8	
1	3,94	30	3	1	1,9	0,9	-14,7	5	7	4,3	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	9,6	9,6	2,0	0,0	18	34	0,0	19	229	8	
2	0,08	30	5	34	6,1	1,6	-10,0	63	33	5,5	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	15,2	15,2	3,1	0,0	18	21	0,0	12	54	8	

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - FATTORI DI STRUTTURA DEGLI ELEMENTI

IDENTIFICATIVO							DIREZIONE X		DIREZIONE Y		IDENTIFICATIVO							DIREZIONE X		DIREZIONE Y	
Asta 3D	Nodo In.	Nodo Fin.	Filo Iniz.	Filo Final.	QuoIn (m)	QuoFi (m)	Fattore 'q' Tagl.	Fless.	Fattore 'q' Tagl.	Fless.	Asta 3D	Nodo In.	Nodo Fin.	Filo Iniz.	Filo Final.	QuoIn (m)	QuoFi (m)	Fattore 'q' Tagl.	Fless.	Fattore 'q' Tagl.	Fless.
1	37	4	1	3	0,00	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30	2	38	10	2	2	0,00	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30
3	39	14	3	3	0,00	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30	4	40	18	4	4	0,00	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30
5	39	40	3	4	3,94	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30	6	37	38	1	2	3,94	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30
7	37	39	1	3	3,94	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30	8	38	40	2	4	3,94	3,94	3,30	3,30	3,30	3,30

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

Filo Iniz. Ctg	Quota Iniz. Final	Traz. Bas	Sez. Alt	Cn	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE								VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co	M Exd	M Eyd	N Ed	x/d	ef%	ec%	Area sup	cmg inf	Co	V Exd	V Eyd	T Sdu	V Rxd	V Ryd	TRd	TRLd	Coe Cfs	Coe Sta	ALon cmg	Staffe	
																									Pas	Lun
3	3,94	2	1	18	-5,0	0,0	0,0	19	12	3	4,8	4,8	12	0,0	3,4	0,0	19,1	33,8	7,5	0,0	6	10	0,0	11	50	8
4	3,94	30	3	3	4,0	0,0	0,0	19	9	2	4,8	4,8	6	0,0	-3,1	0,0	9,5	16,9	3,7	0,0	5	18	0,0	22	500	8
2	1,00	50	5	8	-4,9	0,0	0,0	19	12	3	4,8	4,8	6	0,0	-3,4	0,0	19,1	33,8	7,5	0,0	6	10	0,0	11	50	8

C.D.S.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI

Filo Iniz. Ctg	Quota Iniz. Final	Traz. Bas	Sez. Alt	Cn	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE								VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE													
					Co	M Exd	M Eyd	N Ed	x/d	ef%	ec%	Area sup	cmg inf	Co	V Exd	V Eyd	T Sdu	V Rxd	V Ryd	TRd	TRLd	Coe Cfs	Coe Sta	ALon cmg	Staffe	
																									Pas	Lun
1	0,00	1	1	9	-2,5	3,5	-8,1	19	12	4,3	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	17,5	17,5	3,6	0,0	10	18	0,0	12	60	8	
1	3,94	30	3	34	1,7	0,6	-10,3	4	4	4,3	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	11,0	11,0	2,3	0,0	10	29	0,0	19	229	8	
2	1,00	30	5	15	3,5	4,2	-10,0	21	15	5,5	4,2	25	-0,4	-3,2	0,0	17,5	17,5	3,6	0,0	10	18	0,0	12	54	8	

**STAMPA VERIFICHE S.L.E. PILASTRI**

FESSURAZIONE													FRECCHE			TENSIONI						
Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	Combi Caric	Fessu lim	mm cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce limite	mm calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cm <sup>2</sup>	σ cal. Kg/cm <sup>2</sup>	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)
1	0,00		Rara												Rara cls	150,0	139,7	1	2	3,3	1,1	-10,0
1	3,94		Freq Perm	0,3	0,152	338	1	2	2,9	0,9	-8,5				Rara fer	3600	1806	1	2	3,3	1,1	-10,0
			Perm	0,2	0,147	338	1	1	2,8	0,9	-8,3				Perm cls	112,0	119,6	1	1	2,8	0,9	-8,3

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	21	2981	2903	56	-2369	1930	1741	1	1	13	11	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,5	-2,3			
0	1	76	2008	287	366	-5682	-2754	-2428	2	2	15	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,4	-1,8			
0	1	77	304	3951	456	3890	-6516	-2693	2	2	16	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	78	-222	1779	159	-2058	-6316	-2253	2	2	16	18	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,3	-1,7			
0	1	83	2749	191	650	-5447	-4437	3176	2	2	16	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	84	569	380	703	-5107	-5125	2344	6	5	74	63	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,6			
0	1	88	2649	284	665	-5598	-4480	-3196	2	2	17	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	89	2393	433	404	-6023	-3018	-2925	6	2	70	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	90	2498	462	442	-5959	2802	2881	5	2	63	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	98	-37	1134	249	-1410	-6884	-1040	1	1	16	15	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,4		
0	1	99	111	1473	298	-2498	-6944	-2058	2	2	14	16	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,6		
0	1	100	223	4064	682	-4975	-5983	-2573	2	2	16	23	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	103	331	534	654	-4983	-5258	-2194	2	2	18	15	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,6			
0	1	113	186	651	547	-3132	-5521	806	2	2	18	15	7,5	7,5	1,4	2,4	0,1	0,2	-1,2			
0	1	114	188	569	642	-3954	-5437	1531	1	2	14	15	7,5	7,5	1,9	2,4	0,1	0,3	-1,3			
0	1	115	373	77	568	-4883	-4635	1955	2	2	18	17	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,5			
0	1	116	-33	1140	272	-1355	-6744	986	1	1	16	69	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,4		
0	1	117	122	1457	324	-2350	-6706	1930	1	1	13	83	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,5		
0	1	118	312	3780	684	-4742	-5778	2403	2	2	15	18	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	119	14	1157	59	-966	-6482	1035	1	1	12	18	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,4		
0	1	120	-184	1558	151	1313	-6878	1926	1	1	14	16	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,6		
0	1	121	232	3696	465	-4068	-6940	2899	2	2	17	17	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	122	-13	1152	66	-1019	-6607	-1094	1	1	12	19	7,5	7,5	7,5	7,5	2,3	0,0	0,3	-1,5		
0	1	123	-198	1602	156	1415	-7159	-2030	1	1	15	16	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,6		
0	1	124	259	3985	557	-4287	-7422	-3196	2	2	17	18	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	21	2969	2892	56	-2359	1919	1732	1	1	13	11	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,5	-2,2			
0	1	76	1996	286	364	-5667	-2745	-2420	2	1	15	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,4	-1,8			
0	1	77	302	3937	454	3873	-6489	-2683	2	2	16	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	78	-221	1779	158	2049	-6316	-2248	1	2	16	18	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	0,3	-1,7			
0	1	83	2734	190	647	-5432	-4420	3166	2	2	16	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	84	566	379	700	-5092	-5111	2339	2	2	14	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,6			
0	1	88	2634	283	662	-5582	-4463	-3185	2	2	17	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	89	2378	432	402	-6002	-3007	-2915	2	1	15	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	90	2483	460	440	-5938	2792	2871	2	1	18	16	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,9			
0	1	98	-36	1134	248	-1406	-6884	-1037	1	2	16	15	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,4		
0	1	99	111	1473	296	-2498	-6944	-2058	2	2	14	16	7,5	7,5	7,5	7,5	2,9	0,0	0,3	-1,6		
0	1	100	222	4049	679	-4954	-5965	-2565	2	2	15	18	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,4	-1,8			
0	1	103	330	533	651	-4969	-5244	-2190	2	2	18	14	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,6			
0	1	113	186	651	544	-3132	-5521	806	1	2	18	15	7,5	7,5	1,4	2,4	0,1	0,2	-1,2			
0	1	114	188	569	639	-3954	-5437	1531	1	2	14	15	7,5	7,5	1,9	2,4	0,1	0,3	-1,3			
0	1	115	372	77	566	-4871	-4623	1955	2	2	18	17	7,5	7,5	7,5	7,5	0,1	0,3	-1,5			

C.D.S.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P.Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, ec x, ec y, ef x, ef y, Ax s, Ay s, Ax i, Ay i, Atag, ct, eta, Fpunz, FpnzLi, Apunz.

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, Per N.r, Nod3d N.ro, FESSURAZIONI (Comb.Cari, Fes.lim, Fess.mm, dis.mm, Co.mb, MFx, NX, MFy, NY, cos.teta, sin.teta), TENSIONI (Combina.Carico, sigma.lim, sigma.cal, Co.mb, Mf), DIREZIONE X (Co.mb, Mf, N), DIREZIONE Y (sigma.cal, Co.mb, Mf, N).

# **LISTATO DI CALCOLO: FONDAZIONE IN C.A. SOSTEGNO BOX LAVAOCCHI**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

## • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

## • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

## • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

## • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

## • **ANALISI SISMICA DINAMICA**

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il *metodo di Jacobi*.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

## • VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidezza flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidezza relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## • DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

### TRAVI:

Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

#### PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

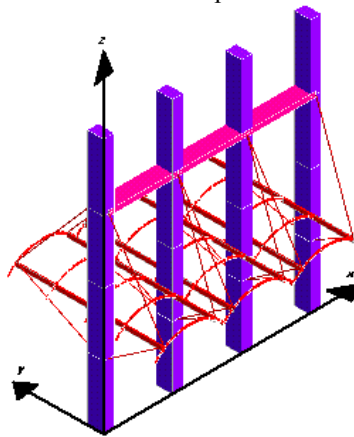
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### ● SISTEMI DI RIFERIMENTO

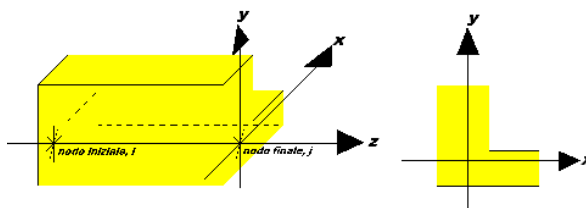
#### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



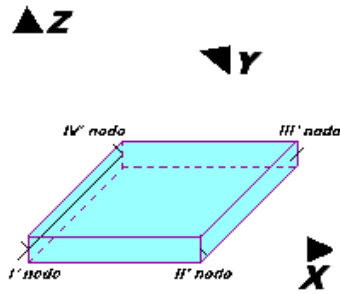
#### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



#### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
<b>PARAMETRI SISMICI</b>			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.</b>			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 1</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 2</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondam.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.



<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
<b>Nx</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>Ny</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Txy</b>	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
<b>Mx</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>My</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>Mxy</b>	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
<b><math>\epsilon_{cx}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{cy}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{fx}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
<b><math>\epsilon_{fy}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
<b>Ax superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
<b>Ay superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
<b>Ax inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
<b>Ay inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
<b>Atag</b>	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
<b><math>\sigma_t</math></b>	: Tensione massima di contatto con il terreno
<b>Eta</b>	: Abbassamento verticale del nodo in esame
<b>Fpunz</b>	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'inviluppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
<b>FpunzLi</b>	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
<b>Apunz</b>	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
<b>VEd</b>	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
<b>VRd,max</b>	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di rivedute degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
<b>x/d</b>	: Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Quota** : Quota a cui si trova l'elemento
- Perim.** : Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb 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
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta
- Combina 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 in Kg/cm<sup>2</sup>
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y *10000	εf x *10000	εf y *10000	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	1	33	28	10	-3	2	-2	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	456	11	10	7	3	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	331	-5	13	8	25	0	1	0	1	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	456	11	10	7	3	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	242	1	26	22	36	-13	0	0	1	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	328	2	18	17	13	-10	0	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-89	-6	10	-18	-89	0	0	0	0	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-54	-6	48	-36	-82	-7	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-21	15	29	24	7	-5	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-7	41	16	4	4	3	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y *10000	εf x *10000	εf y *10000	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	1	-23	-14	3	5	4	3	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	76	6	4	2	2	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	35	-5	6	4	25	0	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	76	6	4	2	2	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	31	-5	14	12	34	-9	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	60	1	11	7	8	-7	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-89	-6	10	-18	-89	0	0	0	0	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-67	-6	20	-36	-82	0	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-27	13	11	24	3	-2	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-8	28	6	2	1	1	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

**L I S T A T O   D I   C A L C O L O :   B O X   S E R V I Z I**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigiditi (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

### - DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

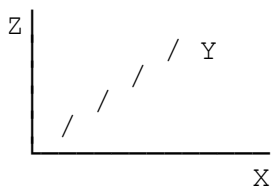
### - SISTEMI DI RIFERIMENTO

#### 1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

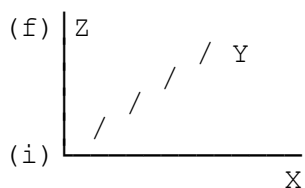
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



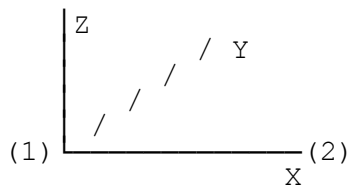
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

C.D.S.

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	3,50	Altezza edificio (m)	3,00
Massima dimens. dir. Y (m)	2,60	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 1			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 2			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		



**RELAZIONE DI CALCOLO output**

---

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo di Jacobi.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigiditi (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

### - DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### - SISTEMI DI RIFERIMENTO

#### 1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

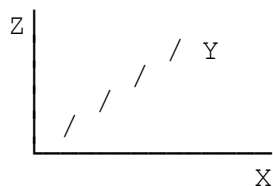
---

C.D.S.

---

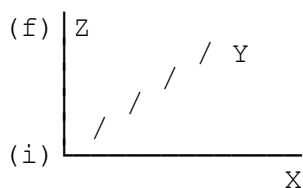
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



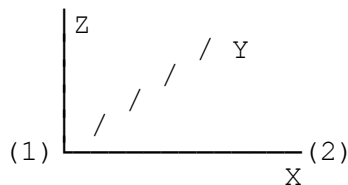
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



---

C.D.S.

---

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

C.D.S.

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	3,50	Altezza edificio (m)	3,00
Massima dimens. dir. Y (m)	2,60	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 1			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 2			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro	: Quota a cui si trova l'elemento.
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
εc x *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
εc y *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
εf x *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
εf y *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
σt	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dallo inviluppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

Apunz : il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15  
: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.51)  
dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\varepsilon$  vengono sostituite con:

Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura  
la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y  
x/d : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
rispettivamente nelle direzioni X e Y

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota Quota a cui si trova l'elemento.  
Perim. Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
Nodo Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
Comb. 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.  
Fes lim Fessura limite espressa in mm.  
Fess. Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.  
Dist mm Distanza fra le fessure.  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.  
Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N Y Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
Cos teta Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.  
Sin teta Seno dell'angolo teta.  
Combina 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.  
Carico  
 $\sigma$  lim Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>.  
 $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x.  
Conbin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf X Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
 $\sigma$  cal Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y.  
Combin Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf Y Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema

N Y locale.  
Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come  
l'asse y del sistema locale.

---

C.D.S.

---

**VERIFICA SHELL C.A.**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella  
tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali  
allo stato limite ultimo.

Gruppo Quote : Numero identificativo del gruppo di quote  
definito prima di eseguire la verifica  
Generatrice : Numero identificativo della generatrice  
definita prima di eseguire la verifica  
Nodo 3d N.ro : Numero del nodo relativo alla suddivisione  
del macroelemento in microelementi.  
Nx : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale  
diretto come l'asse x del sistema locale.  
(Il sistema di riferimento locale ha l'asse x  
nella direzione del setto e l'asse y verticale)  
Ny : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale  
diretto come l'asse y del sistema locale.  
Txy : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con  
direzione y e agente sulla faccia di normale x  
del sistema locale.(Ovvero anche, per la simmetria  
delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul  
piano dell'elemento con direzione x e agente sulla  
faccia di normale y del sistema locale)  
Mx : Momento flettente agente sulla sezione di normale x  
del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato  
allo sforzo normale Nx.  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto  
il valore del momento torcente Mxy  
My : Momento flettente agente sulla sezione di normale y  
del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato  
allo sforzo normale Ny.  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto  
il valore del momento torcente Mxy  
Mxy : Momento torcente con asse vettore x e agente sulla  
sezione di normale x(Ovvero anche, per la simmetria  
delle tensioni tangenziali momento torcente con  
asse vettore y e agente sulla sezione di normale y  
εc x \*10000 : Deformazione del calcestruzzo nella  
faccia di normale x \*10000 (Es. .35% = 35)  
εc y \*10000 : Deformazione del calcestruzzo nella  
faccia di normale y \*10000 (Es. .35% = 35)  
εf x \*10000 : Deformazione dell' acciaio nella  
faccia di normale x \*10000 (Es. 1% = 100)  
εf y \*10000 : Deformazione dell' acciaio nella  
faccia di normale y \*10000 (Es. 1% = 100)  
Ax superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo x.  
(Area totale e' l'area della presso-flessione  
piu' l'area per il taglio riportata dopo)  
Ay superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo y.  
Ax inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo x.  
Ay inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo y.  
Atag : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due  
direzioni  
σt : Tensione massima di contatto con il terreno.  
Eta : Abbassamento verticale del nodo in esame.

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente  
disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:  
Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a  
rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y



## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Gr.Q	Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica.
Gen	Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica.
Nodo	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Comb. 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.
Fes lim	Fessura limite espressa in mm.
Fess.	Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.
Dist mm	Distanza fra le fessure.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Cos teta	Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
Sin teta	Seno dell'angolo teta.
Combina 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.
$\sigma$ lim	Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
Conbin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

C.D.S.

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, εc x, εc y, εf x, εf y, Ax s, Ay s, Ax i, Ay i, Atag, σt, etam, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, P. Nr, Nod3d N.ro, Nx Kg/m, Ny Kg/m, Txy Kg/m, Mx kgm/m, My kgm/m, Mxy kgm/m, εc x, εc y, εf x, εf y, Ax s, Ay s, Ax i, Ay i, Atag, σt, etam, Fpunz. kg, FpnzLi kg, Apunz cmq.

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Table with columns: Quo N.r, Per N.r, Nod N.ro, FESSURAZIONI (Comb. Cari, Fes. lim, Fess. mm, dis. mm, Co. mb, MFX (t\*m), NX (t), MFY (t\*m), NY (t), cos teta, sin teta), TENSIONI (Combina. Carico, σ lim. Kg/cm2), DIREZIONE X (σ cal. Kg/cm2, Co. mb, Mf (t\*m), N (t)), DIREZIONE Y (σ cal. Kg/cm2, Co. mb, Mf (t\*m), N (t)).

## **LISTATO DI CALCOLO: ISPESSITORE**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

### • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

### • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidità degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

### • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

### • **ANALISI SISMICA DINAMICA A MASSE CONCENTRATE**

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo delle "iterazioni nel sottospazio".

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (tre forze, in direzione X, Y e Z, e tre momenti).

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

## • VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## • DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

### TRAVI:

Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

### PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

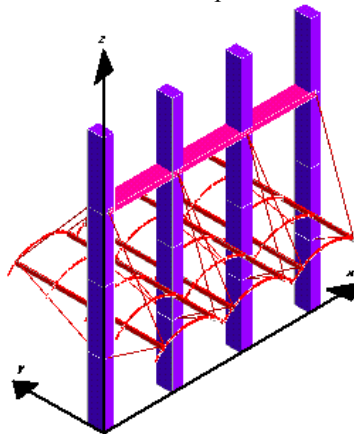
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

## • SISTEMI DI RIFERIMENTO

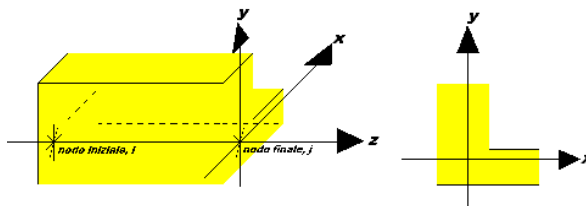
### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



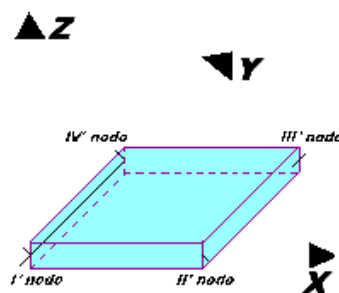
### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



## • UNITÀ DI MISURA

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
<b>PARAMETRI SISMICI</b>			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.</b>			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif. Instabilita' acciaio:	1,05
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
<b>Nx</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>Ny</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Txy</b>	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
<b>Mx</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>My</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>Mxy</b>	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
<b><math>\epsilon_{cx}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{cy}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{fx}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
<b><math>\epsilon_{fy}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
<b>Ax superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
<b>Ay superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
<b>Ax inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
<b>Ay inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
<b>Atag</b>	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
<b><math>\sigma_t</math></b>	: Tensione massima di contatto con il terreno
<b>Eta</b>	: Abbassamento verticale del nodo in esame
<b>Fpunz</b>	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'inviluppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
<b>FpunzLi</b>	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
<b>Apunz</b>	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
<b>VEd</b>	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
<b>VRd,max</b>	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di rivederifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
<b>x/d</b>	: Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y



● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

<b>Quota</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim.</b>	: Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
<b>Comb 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
<b>Fes lim</b>	: Fessura limite espressa in mm
<b>Fess.</b>	: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
<b>Dist mm</b>	: Distanza fra le fessure
<b>Combin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Cos teta</b>	: Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
<b>Sin teta</b>	: Seno dell'angolo teta
<b>Combina Carico</b>	: 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
<b>s lim</b>	: Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup>
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x
<b>Conbin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf X</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N X</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
<b>s cal</b>	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y
<b>Conbin</b>	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
<b>Mf Y</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
<b>N Y</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	2	189	803	216	5770	3653	-213	5	4	18	18	4,5	4,5	5,9	4,5	0,0	0,8	-4,0	14993	48828	0,0
0	1	3	803	189	216	3680	5696	187	4	5	18	18	4,5	4,5	4,5	5,9	0,0	0,8	-4,0	14991	48828	0,0
0	1	5	189	803	216	5770	3653	-213	5	4	18	18	4,5	4,5	5,9	4,5	0,0	0,8	-4,0	14993	48828	0,0
0	1	7	803	189	216	3680	5696	187	4	5	18	18	4,5	4,5	4,5	5,9	0,0	0,8	-4,0	14991	48828	0,0
0	1	11	426	1045	1448	1729	6198	-1609	2	5	14	17	4,5	6,2	4,5	7,0	0,2	1,0	-4,8			
0	1	15	1044	-435	1448	6330	-2027	-560	5	3	17	14	4,5	4,5	7,0	4,5	0,2	1,0	-4,8			
0	1	18	426	-1037	1448	1729	-3596	-1609	2	4	14	17	4,5	4,5	4,5	7,0	0,2	1,0	-4,8			
0	1	19	-468	-311	63	775	711	544	2	1	15	14	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	1,1	-5,2			
0	1	24	1044	-435	1448	6330	-2027	560	5	3	17	17	4,8	4,5	7,1	4,5	0,2	1,0	-4,8			
0	1	72	702	-344	79	1154	1744	407	2	2	12	16	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	1,0	-5,0			
0	1	73	702	-344	79	1154	1744	-407	2	2	12	16	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	1,0	-5,0			
0	1	74	422	702	79	1652	1122	-691	2	2	13	12	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	1,0	-5,0			
0	1	75	-344	702	79	1766	1122	731	3	2	17	12	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	1,0	-5,0			

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
1	1	26	-9121	6983	2564	-3189	260	-89	15	2	18	17	12,4	2,0	16,9	2,5	0,3		-5,3			
1	1	27	10697	6983	2564	3303	260	89	14	2	18	17	16,9	2,0	15,3	2,5	0,3		-5,3			
1	1	28	6983	10696	2563	260	3303	89	2	14	15	18	2,8	16,3	2,7	15,4	0,3		-5,3			
1	1	29	6983	-9121	2563	260	-3188	89	4	22	41	37	1,7	11,7	2,2	16,2	0,3		-5,3			
1	1	30	789	789	979	-1084	-1084	240	8	14	18	42	4,4	4,0	5,6	5,0	0,1		-6,2			
1	1	32	789	789	979	-1084	-1084	-240	17	9	58	18	4,0	4,5	4,8	4,5	0,1		-6,2			
1	1	77	2829	6149	3756	596	-562	144	6	5	18	16	4,1	3,8	3,0	4,8	0,5		-5,7			
1	1	84	2829	6149	3756	596	-562	-144	10	5	44	16	3,6	3,8	2,8	4,8	0,5		-5,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	VEd kg/cmq	VRd,max kg/cmq	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq	Flag Verifica
0	1	2	189	803	216	5770	3653	-213	0,0	0,0	14993	48828	0,00	OK
0	1	3	803	189	216	3680	5696	187	0,0	0,0	14991	48828	0,00	OK
0	1	5	189	803	216	5770	3653	-213	0,0	0,0	14993	48828	0,00	OK
0	1	7	803	189	216	3680	5696	187	0,0	0,0	14991	48828	0,00	OK

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	2	54	226	62	2884	1933	64	2	2	18	12	4,5	4,5	5,9	4,5	0,0	0,5	-2,3	7779	48828	0,0
0	1	3	226	54	62	1948	2858	-58	2	2	12	18	4,5	4,5	4,5	5,9	0,0	0,5	-2,3	7779	48828	0,0
0	1	5	54	226	62	2884	1933	-64	2	2	18	12	4,5	4,5	5,9	4,5	0,0	0,5	-2,3	7779	48828	0,0
0	1	7	226	54	62	1948	2858	58	2	2	12	18	4,5	4,5	4,5	5,9	0,0	0,5	-2,3	7779	48828	0,0
0	1	11	-125	294	430	-566	2703	-461	1	2	11	17	4,5	6,2	4,5	7,0	0,2	0,5	-2,5			
0	1	15	294	-125	430	2741	-613	172	2	1	17	12	4,5	4,5	7,0	4,5	0,2	0,5	-2,5			
0	1	18	-125	294	430	-566	2703	-461	1	2	11	17	4,5	4,5	4,5	7,0	0,2	0,5	-2,5			
0	1	19	-125	-82	18	318	293	229	1	0	6	6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	0,5	-2,5			
0	1	24	294	-125	430	2741	-613	172	2	1	17	12	4,8	4,5	7,1	4,5	0,2	0,5	-2,5			
0	1	72	185	-100	23	416	772	152	1	1	9	16	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	0,5	-2,5			
0	1	73	185	-100	23	416	772	-152	1	1	9	16	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	0,5	-2,5			
0	1	74	-100	185	23	783	401	-277	1	1	16	9	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	0,5	-2,5			
0	1	75	-100	185	23	783	401	277	1	1	16	9	4,5	4,5	4,5	4,5	0,0	0,5	-2,5			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
1	1	26	-1972	348	792	-850	-183	-83	6	2	18	14	12,4	2,0	16,9	2,5	0,3		-3,0			
1	1	27	3548	348	792	955	-183	-83	11	2	54	14	16,9	2,0	15,3	2,5	0,3		-3,0			
1	1	28	349	3548	792	-183	955	-28	2	5	14	15	2,8	16,3	2,7	15,4	0,3		-3,0			
1	1	29	349	-1972	792	-183	-850	28	2	6	14	18	1,7	11,7	2,2	16,2	0,3		-3,0			
1	1	30	518	17	378	-312	262	-25	3	2	19	12	4,4	4,0	5,6	5,0	0,1		-3,2			
1	1	32	518	183	378	-312	316	54	3	3	19	15	4,0	4,5	4,8	4,5	0,1		-3,2			
1	1	77	-789	2255	1378	-352	-136	-72	3	2	10	14	4,1	3,8	3,0	4,8	0,5		-3,1			
1	1	84	-789	-138	1378	-352	323	185	3	3	11	10	3,6	3,8	2,8	4,8	0,5		-3,1			

## **LISTATO DI CALCOLO: FONDAZIONE LOCALI COMPRESSORI**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

### • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

### • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

### • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

### • **ANALISI SISMICA DINAMICA**

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il *metodo di Jacobi*.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

## • VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidezza flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidezza relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## • DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

### TRAVI:

Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

#### PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

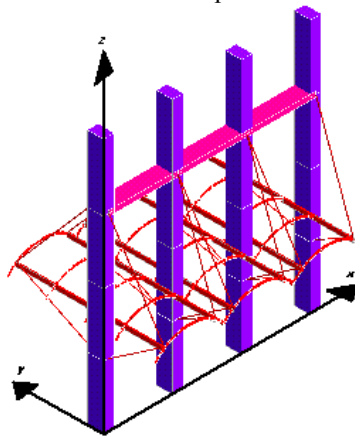
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### ● SISTEMI DI RIFERIMENTO

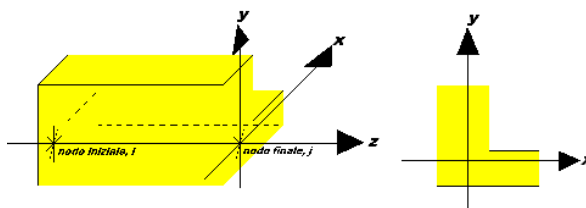
#### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



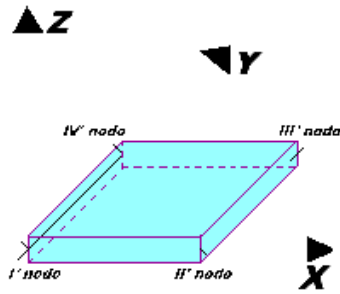
#### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



#### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
<b>PARAMETRI SISMICI</b>			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.</b>			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
<b>Nx</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>Ny</b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>Txy</b>	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
<b>Mx</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>My</b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
<b>Mxy</b>	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
<b><math>\epsilon_{cx}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{cy}</math> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b><math>\epsilon_{fx}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
<b><math>\epsilon_{fy}</math> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
<b>Ax superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
<b>Ay superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
<b>Ax inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
<b>Ay inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
<b>Atag</b>	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
<b><math>\sigma_t</math></b>	: Tensione massima di contatto con il terreno
<b>Eta</b>	: Abbassamento verticale del nodo in esame
<b>Fpunz</b>	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'inviluppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
<b>FpunzLi</b>	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
<b>Apunz</b>	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
<b>VEd</b>	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
<b>VRd,max</b>	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di rivedifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
<b>x/d</b>	: Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y



**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Quota** : Quota a cui si trova l'elemento
- Perim.** : Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb 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
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta
- Combina 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 in Kg/cm<sup>2</sup>
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y *10000	εf x *10000	εf y *10000	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cm <sup>2</sup>
0	1	5	31	-35	8	6	11	-4	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	432	5	6	6	2	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	432	5	6	6	2	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	282	6	31	30	50	-20	0	0	2	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	320	0	41	24	23	-17	0	0	2	1	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	35	-147	-15	35	-64	-154	0	0	0	1	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-201	-19	10	-31	-162	0	0	0	0	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-147	-15	35	-64	-154	0	0	0	1	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-54	6	21	37	13	-6	0	0	1	0	0,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-9	58	8	7	9	-3	0	0	0	0	0,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y *10000	εf x *10000	εf y *10000	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cm <sup>2</sup>
0	1	5	-27	-35	5	8	11	-5	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	-402	9	3	0	1	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	-402	9	3	0	1	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	-11	-13	22	20	50	-16	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	3	-1	17	14	20	-13	0	0	0	1	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	35	-147	-15	16	-64	-154	0	0	0	1	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-201	-19	10	-31	-162	0	0	0	0	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-147	-15	16	-64	-154	0	0	0	1	4	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-54	2	8	37	9	-2	0	0	1	0	0,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-9	36	3	5	8	-1	0	0	0	0	0,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

## **LISTATO DI CALCOLO: FONDAZIONE LOCALE QUADRO GENERALE**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

### • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

### • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

### • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

### • **ANALISI SISMICA DINAMICA**

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il *metodo di Jacobi*.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

## • VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidezza flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidezza relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## • DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

### TRAVI:

Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

#### PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

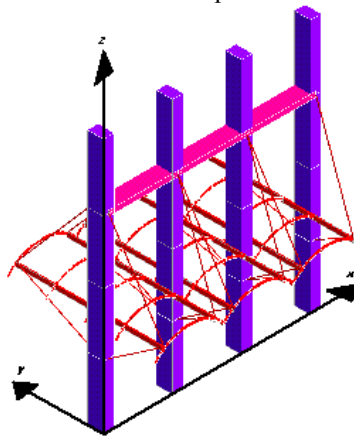
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### ● SISTEMI DI RIFERIMENTO

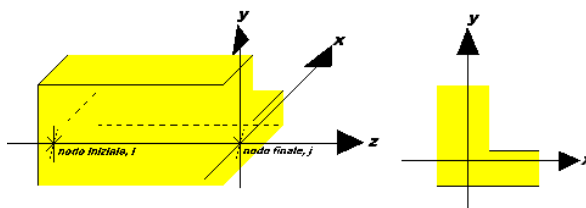
#### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



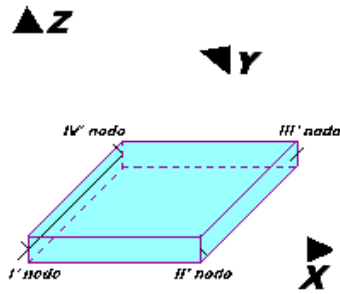
#### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



#### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
<b>PARAMETRI SISMICI</b>			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.</b>			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2</b>			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondam.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

<b>Quota N.ro:</b>	: <i>Quota a cui si trova l'elemento</i>
<b>Perim. N.ro</b>	: <i>Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica</i>
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: <i>Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi</i>
<b>Nx</b>	: <i>Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)</i>
<b>Ny</b>	: <i>Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale</i>
<b>Txy</b>	: <i>Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)</i>
<b>Mx</b>	: <i>Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy</i>
<b>My</b>	: <i>Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy</i>
<b>Mxy</b>	: <i>Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)</i>
<b><math>\epsilon_{cx}</math> *10000</b>	: <i>Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)</i>
<b><math>\epsilon_{cy}</math> *10000</b>	: <i>Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)</i>
<b><math>\epsilon_{fx}</math> *10000</b>	: <i>Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)</i>
<b><math>\epsilon_{fy}</math> *10000</b>	: <i>Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)</i>
<b>Ax superiore</b>	: <i>Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)</i>
<b>Ay superiore</b>	: <i>Area totale armatura superiore diretta lungo y</i>
<b>Ax inferiore</b>	: <i>Area totale armatura inferiore diretta lungo x</i>
<b>Ay inferiore</b>	: <i>Area totale armatura inferiore diretta lungo y</i>
<b>Atag</b>	: <i>Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni</i>
<b><math>\sigma_t</math></b>	: <i>Tensione massima di contatto con il terreno</i>
<b>Eta</b>	: <i>Abbassamento verticale del nodo in esame</i>
<b>Fpunz</b>	: <i>Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'inviluppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo</i>
<b>FpunzLi</b>	: <i>Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15</i>
<b>Apunz</b>	: <i>Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2</i>
<b>VEd</b>	: <i>Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2</i>
<b>VRd,max</b>	: <i>Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2</i>

Nel caso di stampa di rivedifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\epsilon$  vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: <i>Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>
<b>x/d</b>	: <i>Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Quota** : Quota a cui si trova l'elemento
- Perim.** : Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb 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
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta
- Combina 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 in Kg/cm<sup>2</sup>
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	5	52	13	4	4	5	-4	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	255	5	7	6	4	0	1	0	1	0	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	209	-9	17	7	27	-1	0	0	1	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	255	5	7	6	4	0	1	0	1	0	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	152	-7	29	27	40	-18	0	0	1	1	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	180	-1	14	22	17	-14	0	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-39	-11	6	-41	-118	0	0	0	1	3	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-32	-7	52	-50	-92	0	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-16	24	35	41	8	-1	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-4	52	12	3	7	1	0	0	0	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt kg/cm <sup>2</sup>	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	5	7	-9	3	6	6	-4	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	33	4	3	2	3	0	0	0	0	0	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	16	-9	6	3	27	0	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	33	4	3	2	3	0	0	0	0	0	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	16	-7	13	19	40	-16	0	0	1	1	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	26	-1	8	13	16	-12	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-39	-11	6	-41	-118	0	0	0	1	3	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-32	-7	19	-50	-92	0	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-16	8	12	41	4	0	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-6	25	5	3	3	0	0	0	0	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			



**L I S T A T O   D I   C A L C O L O :   P R E T R A T T A M E N T O**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

- **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

- ANALISI SISMICA DINAMICA A MASSE CONCENTRATE

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo delle iterazioni nel sottospazio.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (tre forze, in direzione X, Y e Z, e tre momenti).

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

- VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimita' degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sara' 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremita' e' disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe e' non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa e' maggiore o uguale a 0,5.

Pilastri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed}/f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale e' almeno pari all' 1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento e' non superiore alla piu' piccola delle quantita' seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

- SISTEMI DI RIFERIMENTO

1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

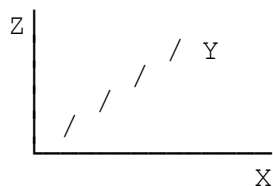
---

C.D.S.

---

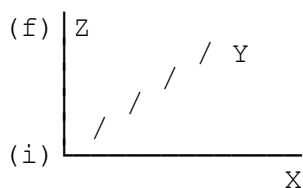
**RELAZIONE DI CALCOLO**

---



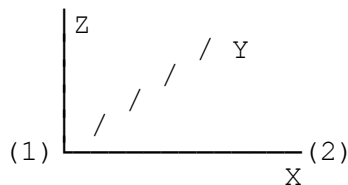
2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.



---

C.D.S.

---

**RELAZIONE DI CALCOLO**

---

- UNITA' DI MISURA

Si adottano le seguenti unita' di misura:

[lunghezze] = m  
[forza] = kgf / daN  
[tempo] = sec  
[temperat.] = °C

- CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) - carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) - forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di liberta' nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

C.D.S.

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	10,70	Altezza edificio (m)	2,70
Massima dimens. dir. Y (m)	2,90	Differenza temperatura (°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 1			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R . 2			
Fattore di struttura 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZ		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

C.D.S.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

- NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l' applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

#### - METODI DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti :

- 1) per i carichi statici: metodo delle deformazioni;
- 2) per i carichi sismici metodo dell'analisi modale o dell'analisi sismica statica equivalente.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

#### - CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE

II calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta ('beam') che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell ('quad') che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

---

C.D.S.

---

### **RELAZIONE DI CALCOLO**

---

#### - RELAZIONE SUI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

#### - ANALISI SISMICA DINAMICA A MASSE CONCENTRATE

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo delle iterazioni nel sottospazio.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (tre forze, in direzione X, Y e Z, e tre momenti).

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti

valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

#### - VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica e' stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio e' stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono pero' riportate le armature massime richieste nella meta' superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce e' risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidezza flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidezza relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

---

C.D.S.

---

### **RELAZIONE DI CALCOLO**

---

#### - DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati :

Travi: Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0.8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro.  
In prossimita' degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sara' 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.  
Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0.15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremita' e' disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.  
In zona sismica nelle zone critiche il passo staffe e' non superiore al minimo di:  
- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;  
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB  
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.  
Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro.  
Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa e' maggiore o uguale a 0,5.

Pilastrri: Armatura longitudinale compresa fra 0.3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ . Barre longitudinali con diametro maggiore o uguale a 12 mm; diametro staffe maggiore o uguale a 6 mm e comunque maggiore o uguale a 1/4 del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.  
In zona sismica l'armatura longitudinale e' almeno pari all' 1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento e' non superiore alla piu' piccola delle quantita' seguenti:  
- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;  
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

#### - SISTEMI DI RIFERIMENTO

##### 1) Sistema globale della struttura spaziale

Il sistema di riferimento globale e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (OXYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

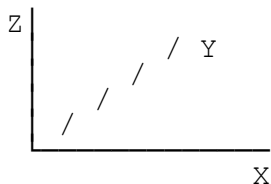
---

C.D.S.

---

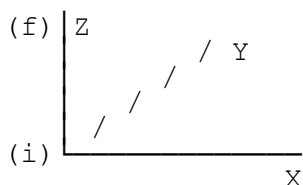
#### RELAZIONE DI CALCOLO

---



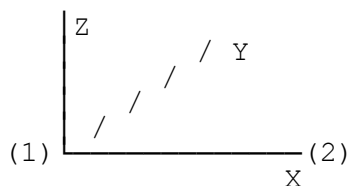
##### 2) Sistema locale delle aste

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni.



##### 3) Sistema locale dello shell

Il sistema di riferimento locale dello shell e' costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore.





**VERIFICA PIASTRE**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro	: Quota a cui si trova l'elemento.
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale e' quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale. (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche e' accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento e' incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (Ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y
$\epsilon_c x * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_c y * 10000$	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. .35% = 35)
$\epsilon_f x * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_f y * 10000$	: Deformazione dell' acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. (Area totale e' l'area della presso-flessione piu' l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y.
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x.
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y.
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
$\sigma_t$	: Tensione massima di contatto con il terreno.
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame.
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dallo involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento e' stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

Apunz                    il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15  
: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.51)  
dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle  $\varepsilon$  vengono sostituite con:

Molt.                    : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura  
la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y  
x/d                      : Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro  
rispettivamente nelle direzioni X e Y

---

C.D.S.

---

**VERIFICA PIASTRE**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota                    Quota a cui si trova l'elemento.  
Perim.                   Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica.  
Nodo                     Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.  
Comb.                    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.  
Cari                      la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti.  
Fes lim                  Fessura limite espressa in mm.  
Fess.                     Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.  
Dist mm                  Distanza fra le fessure.  
Combin                   Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.  
Mf X                     Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X                       Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
Mf Y                     Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N Y                       Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.  
Cos teta                  Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.  
Sin teta                  Seno dell'angolo teta.  
Combina                  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.  
Carico                    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.  
 $\sigma$  lim                  Valore della tensione limite in Kg/cm<sup>2</sup>.  
 $\sigma$  cal                    Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x.  
Conbin                   Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf X                     Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)  
N X                       Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.  
 $\sigma$  cal                    Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y.  
Combin                   Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.  
Mf Y                     Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema

N Y locale.  
Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come  
l'asse y del sistema locale.

---

C.D.S.

---

**VERIFICA SHELL C.A.**

---

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella  
tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali  
allo stato limite ultimo.

Gruppo Quote : Numero identificativo del gruppo di quote  
definito prima di eseguire la verifica  
Generatrice : Numero identificativo della generatrice  
definita prima di eseguire la verifica  
Nodo 3d N.ro : Numero del nodo relativo alla suddivisione  
del macroelemento in microelementi.  
Nx : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale  
diretto come l'asse x del sistema locale.  
(Il sistema di riferimento locale ha l'asse x  
nella direzione del setto e l'asse y verticale)  
Ny : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale  
diretto come l'asse y del sistema locale.  
Txy : Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con  
direzione y e agente sulla faccia di normale x  
del sistema locale.(Ovvero anche, per la simmetria  
delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul  
piano dell'elemento con direzione x e agente sulla  
faccia di normale y del sistema locale)  
Mx : Momento flettente agente sulla sezione di normale x  
del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato  
allo sforzo normale Nx.  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto  
il valore del momento torcente Mxy  
My : Momento flettente agente sulla sezione di normale y  
del sistema locale.Per le verifiche e' accoppiato  
allo sforzo normale Ny.  
Questo momento e' incrementato per tenere in conto  
il valore del momento torcente Mxy  
Mxy : Momento torcente con asse vettore x e agente sulla  
sezione di normale x(Ovvero anche, per la simmetria  
delle tensioni tangenziali momento torcente con  
asse vettore y e agente sulla sezione di normale y  
εc x \*10000 : Deformazione del calcestruzzo nella  
faccia di normale x \*10000 (Es. .35% = 35)  
εc y \*10000 : Deformazione del calcestruzzo nella  
faccia di normale y \*10000 (Es. .35% = 35)  
εf x \*10000 : Deformazione dell' acciaio nella  
faccia di normale x \*10000 (Es. 1% = 100)  
εf y \*10000 : Deformazione dell' acciaio nella  
faccia di normale y \*10000 (Es. 1% = 100)  
Ax superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo x.  
(Area totale e' l'area della presso-flessione  
piu' l'area per il taglio riportata dopo)  
Ay superiore : Area totale armatura superiore diretta lungo y.  
Ax inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo x.  
Ay inferiore : Area totale armatura inferiore diretta lungo y.  
Atag : Area per il taglio su ciascuna faccia per le due  
direzioni  
σt : Tensione massima di contatto con il terreno.  
Eta : Abbassamento verticale del nodo in esame.

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente  
disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:  
Molt. : Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a  
rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Gr.Q	Numero identificativo del gruppo di quote definito prima di eseguire la verifica.
Gen	Numero identificativo della generatrice definita prima di eseguire la verifica.
Nodo	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi.
Comb. 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.
Fes lim	Fessura limite espressa in mm.
Fess.	Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla.
Dist mm	Distanza fra le fessure.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.
Cos teta	Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione.
Sin teta	Seno dell'angolo teta.
Combina 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.
$\sigma$ lim	Valore della tensione limite in Kg/cm <sup>2</sup> .
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale x.
Conbin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf X	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale.
$\sigma$ cal	Valore della tensione di calcolo in Kg/cm <sup>2</sup> sulla faccia di normale y.
Combin	Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione.
Mf Y	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale.
N Y	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale.

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	17	-919	5650	1138	635	291	-133	1	7	11	18	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,4			
0	1	25	-725	-300	1905	586	464	174	1	1	10	9	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,9	-4,6			
0	1	140	-348	-2208	458	-273	-352	-80	1	1	5	2	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,4	-2,1			
0	1	141	406	-3840	971	-354	-602	-157	1	1	9	3	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,6			
0	1	143	918	-2266	1011	-396	-455	-127	1	1	11	3	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,6	-2,7			
0	1	144	-417	-2569	634	-493	-614	-255	1	1	9	6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,3			
0	1	145	-338	-2363	1156	-337	613	-78	1	1	6	6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,6	-3,0			
0	1	146	538	-4213	1301	-177	831	-122	0	1	5	6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,6	-3,1			
0	1	147	1324	-3122	1361	-313	721	-182	1	1	10	6	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,7	-3,3			
0	1	148	-4237	-4508	1879	-433	1597	-387	0	2	2	10	4,5	1,6	4,5	4,5	0,2	0,7	-3,5			
0	1	149	-526	-6640	2320	401	2222	200	1	2	7	13	4,5	1,6	4,5	4,5	0,3	0,7	-3,7			
0	1	150	3572	-4072	2284	292	1708	241	1	2	16	11	4,5	1,6	4,5	4,5	0,3	0,8	-3,9			
0	1	151	-131	-1793	3368	-475	-674	296	1	2	10	9	4,5	1,6	4,5	4,5	0,4	0,7	-3,6			
0	1	152	1413	-1733	2956	262	1071	159	0	2	10	18	4,5	1,2	4,5	4,5	0,4	0,8	-3,1			

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
1	1	32	4910	-5709	4422	1707	1594	-593	2	3	13	17	4,5	1,4	4,5	4,5	0,6	0,6	-2,8			
1	1	35	5232	-8146	4906	1571	1262	575	2	2	14	5	4,5	1,5	4,5	4,5	0,6	0,6	-2,9			
1	1	195	343	-1030	668	505	696	401	1	1	12	16	4,5	1,5	4,5	4,5	0,1	0,4	-1,9			
1	1	196	3233	-975	2095	640	1549	-380	1	2	10	18	4,5	0,9	4,5	4,5	0,3	0,5	-2,7			
1	1	197	-165	-1195	670	-390	619	365	1	1	8	10	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,3	-1,7			
1	1	198	1246	-940	484	699	1094	-515	2	2	18	18	4,5	0,9	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,3			

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 2 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
2	1	208	5400	1087	4902	-38	-326	-35	12	1	15	14	3,0	3,0	3,0	1,5	0,6	-4,1				
2	1	212	-1801	-233	3072	9	65	35	0	0	0	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	-3,5				
2	1	213	-634	-2858	3345	59	-4	-8	0	0	0	0	1,3	3,0	3,0	3,0	0,4	-3,9				
2	1	214	-453	-3148	3001	107	65	20	0	0	2	0	1,2	1,2	3,0	3,0	0,4	-3,7				
2	1	215	-845	-397	3115	75	69	-47	0	0	0	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	-3,6				

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 3 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
3	1	125	91	2517	1592	-107	73	-49	0	4	4	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	-3,8				
3	1	126	-163	4013	1247	-42	68	-37	0	8	1	14	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	-3,3				
3	1	127	-846	3347	380	74	75	42	0	6	0	12	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	-3,1				
3	1	128	-15	2519	858	-76	72	34	0	4	2	10	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	-3,9				

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1**

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	εta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
0	1	17	-881	5052	893	459	290	-85	1	6	7	18	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,4	-2,0			
0	1	25	-641	-300	1905	416	464	225	1	1	7	9	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,7	-3,5			
0	1	140	-842	-2096	212	-164	-207	-35	0	0	4	0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,4	-2,0			
0	1	141	-274	-5859	518	-212	0	-87	0	0	1	0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,3			
0	1	143	-95	-2514	572	-206	-210	-21	0	0	4	0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,4			
0	1	144	-571	-2614	345	-321	-395	-112	0	0	5	0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,3			
0	1	145	-1078	-2393	582	-168	317	-5	0	0	1	1	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,5	-2,4			
0	1	146	-804	-4077	552	122	465	-30	0	0	0	0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,5	-2,5			
0	1	147	-490	-2840	679	-104	391	-94	0	0	1	1	4,5	4,5	4,5	4,5	0,2	0,5	-2,5			
0	1	148	-3546	-4508	775	-273	1597	-258	0	2	0	9	4,5	1,6	4,5	4,5	0,2	0,5	-2,6			
0	1	149	-2494	-6640	944	269	2222	91	0	2	0	13	4,5	1,6	4,5	4,5	0,3	0,5	-2,7			
0	1	150	-119	-4072	1144	312	1708	194	1	2	6	11	4,5	1,6	4,5	4,5	0,3	0,6	-2,8			
0	1	151	-1747	-1913	1315	-341	-367	234	0	0	2	2	4,5	4,5	4,5	4,5	0,4	0,6	-2,9			
0	1	152	-862	-2961	1266	220	1021	76	0	1	2	13	4,5	1,2	4,5	4,5	0,4	0,6	-3,1			

C.D.S.

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
1	1	32	1766	-8842	2215	1085	1725	-388	1	2	11	11	4,5	1,4	4,5	4,5	0,6	0,4	-2,2			
1	1	35	2587	-9606	3139	1038	1226	318	1	1	13	2	4,5	1,5	4,5	4,5	0,6	0,5	-2,3			
1	1	195	-316	-1234	382	268	427	222	0	1	5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,3	-1,5			
1	1	196	3069	-1610	1401	269	1414	101	2	1	15	10	4,5	1,5	4,5	4,5	0,3	0,4	-2,1			
1	1	197	-407	-1288	480	-225	363	191	0	0	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	0,1	0,3	-1,5			
1	1	198	63	-1849	245	471	1063	-371	1	2	10	17	4,5	0,9	4,5	4,5	0,1	0,3	-1,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 2 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
2	1	208	3595	1087	2939	-46	-326	13	8	1	12	14	3,0	3,0	3,0	1,5	0,6	-3,1				
2	1	212	-1801	-571	1520	0	37	17	0	0	0	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	-2,8				
2	1	213	-760	-2858	1588	43	-4	0	0	0	0	0	1,3	3,0	3,0	3,0	0,4	-2,7				
2	1	214	-686	-3148	1308	88	65	6	0	0	1	0	1,2	1,2	3,0	3,0	0,4	-2,5				
2	1	215	-1842	-693	1516	-7	42	-23	0	0	0	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4	-2,9				

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 3 ELEMENTO: 1

Quo N.r	P. Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s	Ay s	Ax i cmq/m	Ay i	Atag	σt kg/cmq	eta mm	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
3	1	125	-128	-22	1592	-84	-56	-54	0	0	2	2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	-3,1				
3	1	126	-520	2243	1070	59	67	-47	0	3	0	9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,2	-2,9				
3	1	127	-764	2302	177	45	56	19	0	4	0	9	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	-2,8				
3	1	128	-179	451	807	-59	46	41	0	0	1	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	-3,1				

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1

		FESSURAZIONI										TENSIONI				DIREZIONE X				DIREZIONE Y			
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MFX (t*m)	NX (t)	MFY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
0	1	17	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,4	-0,9	0,2	3,3	0,000	0,000	RaraCls	150,0	6,2	1	0,4	-0,9	0,0	0	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,4	-0,9	0,2	3,3	0,000	0,000	RaraFer	3600	215	1	0,4	-0,9	546	1	0,2	3,3
0	1	25	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,3	-0,5	0,3	-0,2	0,000	0,000	PermCls	112,0	6,2	1	0,4	-0,9	0,0	0	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	-0,5	0,3	-0,2	0,000	0,000	RaraCls	150,0	4,3	1	0,3	-0,5	4,8	1	0,3	-0,2
0	1	140	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	-0,1	-1,1	-0,1	-2,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	160	1	0,3	-0,5	203	1	0,3	-0,2
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,1	-1,1	-0,1	-2,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	4,3	1	0,3	-0,5	4,8	1	0,3	-0,2
0	1	141	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	-0,1	-0,7	-0,2	-3,9	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,2	1	-0,1	-1,1	1,4	1	-0,1	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,1	-0,7	-0,2	-3,9	0,000	0,000	RaraFer	3600	1,9	1	-0,1	-0,7	1,8	1	-0,2	-3,9
0	1	143	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	-0,2	-0,7	-0,2	-2,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,0	1	-0,2	-0,7	1,9	1	-0,2	-2,7
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,2	-0,7	-0,2	-2,7	0,000	0,000	RaraCls	150,0	82	1	-0,2	-0,7	15	1	-0,2	-2,7
0	1	144	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	-0,2	-0,7	-0,3	-2,6	0,000	0,000	RaraFer	3600	3,0	1	-0,2	-0,7	1,9	1	-0,2	-2,7
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,2	-0,7	-0,3	-2,6	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,6	1	-0,2	-0,7	3,1	1	-0,3	-2,6
0	1	145	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,0	-1,6	0,3	-2,4	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,0	1	-0,1	-1,6	3,0	1	0,3	-2,4
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	-1,6	0,3	-2,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	8	1	-0,1	-1,6	22	1	0,3	-2,4
0	1	146	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,1	-1,7	0,3	-4,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,0	1	-0,1	-1,6	3,0	1	0,3	-2,4
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,1	-1,7	0,3	-4,0	0,000	0,000	RaraCls	150,0	1,2	1	0,1	-1,7	3,5	1	0,3	-4,0
0	1	147	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,0	-1,6	0,2	-2,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	1,9	1	0,1	-1,7	3,5	1	0,3	-4,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	-1,6	0,2	-2,7	0,000	0,000	RaraCls	150,0	0,9	1	-0,1	-1,6	2,3	1	0,2	-2,7
0	1	148	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,2	-3,1	1,1	-3,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	7	1	-0,1	-1,6	18	1	0,2	-2,7
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-3,1	1,1	-3,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	0,9	1	-0,1	-1,6	2,3	1	0,2	-2,7
0	1	149	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,2	-3,8	1,6	-4,4	0,000	0,000	RaraCls	150,0	2,2	1	0,2	-3,1	18,0	1	1,1	-3,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-3,8	1,6	-4,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	17	1	0,2	-3,1	599	1	1,1	-3,0
0	1	150	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,3	-2,4	1,2	-2,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	2,2	1	0,2	-3,1	18,0	1	1,1	-3,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	-2,4	1,2	-2,7	0,000	0,000	RaraCls	150,0	2,4	1	0,2	-3,8	25,4	1	1,6	-4,4
0	1	151	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,3	-2,4	1,2	-2,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	19	1	0,2	-3,8	838	1	1,6	-4,4
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	-2,4	1,2	-2,7	0,000	0,000	PermCls	112,0	2,4	1	0,2	-3,8	25,4	1	1,6	-4,4
0	1	152	Rara	Freq 0,4	0,00	0	1	0,2	-2,7	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraCls	150,0	4,1	1	0,3	-2,4	19,3	1	1,2	-2,7
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,7	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	4,1	1	0,3	-2,4	679	1	1,2	-2,7
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraCls	150,0	3,0	1	-0,3	-2,7	2,2	1	-0,2	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	22	1	-0,3	-2,7	17	1	-0,2	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	3,0	1	-0,3	-2,7	2,2	1	-0,2	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraCls	150,0	2,1	1	0,2	-2,2	12,7	1	0,8	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	16	1	0,2	-2,2	429	1	0,8	-2,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,2	-2,2	0,8	-2,0	0,000	0,000	PermCls	112,0	2,1	1	0,2	-2,2	12,7	1	0,8	-2,0

C.D.S.

**S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

			FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
Quo N.r.	Per N.r.	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MFX (t*m)	NX (t)	MFY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
1	1	32	Rara	0,4	0,00	0	1	0,7	0,0	1,7	-10,5	0,000	0,000		RaraCls	150,0	11,9	1	0,7	0,0	23,7	1	1,7	-10,5
			RaraFer	3600	595	1	0,7	0,0	390	1	1,7	-10,5												
1	1	35	Rara	0,4	0,00	0	1	0,6	1,2	1,1	-10,4	0,000	0,000		RaraCls	150,0	11,9	1	0,7	0,0	23,7	1	1,7	-10,5
			RaraFer	3600	634	1	0,6	1,2	95	1	1,1	-10,4												
1	1	195	Rara	0,4	0,00	0	1	0,1	-0,7	0,3	-1,4	0,000	0,000		RaraCls	150,0	9,2	1	0,6	1,2	12,8	1	1,1	-10,4
			RaraFer	3600	181	1	0,1	-0,7	4,0	1	0,3	-1,4												
1	1	196	Rara	0,4	0,00	0	1	0,1	-0,7	0,3	-1,4	0,000	0,000		RaraCls	150,0	9,2	1	0,6	1,2	12,8	1	1,1	-10,4
			RaraFer	3600	181	1	0,1	-0,7	4,0	1	0,3	-1,4												
1	1	197	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	-0,5	0,2	-1,3	0,000	0,000		RaraCls	150,0	1,3	1	0,1	-0,7	4,0	1	0,3	-1,4
			RaraFer	3600	181	1	0,1	-0,7	4,0	1	0,3	-1,4												
1	1	198	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	-0,5	0,2	-1,3	0,000	0,000		RaraCls	150,0	1,2	1	-0,1	-0,5	2,4	1	0,2	-1,3
			RaraFer	3600	20	1	-0,1	-0,5	50	1	0,2	-1,3												

**S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 2 ELEMENTO: 1**

			FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
Quo N.r.	Per N.r.	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MFX (t*m)	NX (t)	MFY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
2	1	208	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	2,5	-0,2	0,8	0,000	0,000		RaraCls	150,0	0,0	0	0,0	0,0	7,6	1	-0,2	0,8
			RaraFer	3600	380	1	0,0	2,5	453	1	-0,2	0,8												
2	1	212	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	2,5	-0,2	0,8	0,000	0,000		RaraCls	150,0	0,0	0	0,0	0,0	7,6	1	-0,2	0,8
			RaraFer	3600	0,7	1	0,0	-1,2	0,6	1	0,0	-0,8												
2	1	213	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	-1,2	0,0	-0,8	0,000	0,000		RaraCls	150,0	0,7	1	0,0	-1,2	0,6	1	0,0	-0,8
			RaraFer	3600	6	1	0,0	-1,2	0,6	1	0,0	-0,8												
2	1	214	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	-0,8	0,0	-1,8	0,000	0,000		RaraCls	150,0	0,7	1	0,0	-1,2	0,6	1	0,0	-0,8
			RaraFer	3600	1,1	1	0,0	-0,8	1,0	1	0,0	-1,8												
2	1	215	Rara	0,4	0,00	0	1	0,1	-0,8	0,0	-2,0	0,000	0,000		RaraCls	150,0	2,5	1	0,1	-0,8	1,7	1	0,0	-2,0
			RaraFer	3600	33	1	0,1	-0,8	13	1	0,0	-2,0												

**S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 3 ELEMENTO: 1**

			FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y						
Quo N.r.	Per N.r.	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MFX (t*m)	NX (t)	MFY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	
3	1	125	Rara	0,4	0,00	0	1	-0,1	-0,3	-0,1	-1,7	0,000	0,000		RaraCls	150,0	2,8	1	-0,1	-0,3	1,9	1	-0,1	-1,7
			RaraFer	3600	86	1	-0,1	-0,3	14	1	-0,1	-1,7												
3	1	126	Rara	0,4	0,00	0	1	-0,1	-0,3	-0,1	-1,7	0,000	0,000		RaraCls	150,0	2,8	1	-0,1	-0,3	1,9	1	-0,1	-1,7
			RaraFer	3600	1,7	1	0,1	-0,5	0,0	0	0,0	0,0												
3	1	127	Rara	0,4	0,00	0	1	0,1	-0,5	0,1	1,3	0,000	0,000		RaraCls	150,0	2,7	1	0,1	-0,5	2,8	1	0,1	1,3
			RaraFer	3600	1,7	1	0,1	-0,5	0,0	0	0,0	0,0												
3	1	128	Rara	0,4	0,00	0	1	0,0	-0,7	0,0	1,5	0,000	0,000		RaraCls	150,0	0,7	1	0,0	-0,7	2,5	1	0,0	1,5
			RaraFer	3600	6	1	0,0	-0,7	2,5	1	0,0	1,5												

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

Gr. Q N.ro	Gen N.r.	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y *10000	εf x *10000	εf y *10000	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i. cmq/m	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	1	18		4612	-1502	1168	-193	-618	23	7	2	18	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	0,43	-2,1
1	1	21		1775	2523	3144	-731	-309	-103	1	11	15	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,69	-3,4
1	1	31		-10680	8909	2582	-2253	-738	317	4	1	14	14	2,5	3,0	2,5	2,5	0,3		-3,3
1	1	36		-11172	11633	2378	-2232	-585	-358	4	6	13	15	2,5	3,0	2,5	2,5	0,3		-3,4
1	1	75		173	7395	2305	-1928	-474	-226	3	3	15	13	3,1	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,3
1	1	84		606	8227	1910	-1953	-476	233	3	4	16	13	3,1	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,4
1	1	155		-2039	-1915	1634	256	515	-12	0	1	1	8	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,4
1	1	156		-2456	-1629	1351	325	655	27	1	2	2	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,1
1	1	157		-2066	-1177	1278	-316	465	-146	1	1	3	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,9
1	1	158		58	8055	1521	-1514	-549	-305	3	3	18	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,4

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	2	30		-691	-571	2485	-333	-193	37	1	1	7	3	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,92	-4,5
1	2	31		-2250	4372	1492	-2018	-1057	172	3	2	13	18	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,3
1	2	42		-2965	-846	1859	-2014	-535	-178	3	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,9
1	2	105		-4246	-1231	391	1230	652	-312	6	2	64	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-4,1
1	2	107		-2634	517	2270	-1933	-408	-128	3	1	13	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,3
1	2	133		14	-2848	2774	-343	-1851	-150	1	3	9	13	2,5	3,0	2,5	2,5	0,4		-3,5
1	2	135		2843	-2242	3162	-484	-1529	-373	1	3	9	12	2,5	2,8	2,5	2,5	0,4	0,72	-3,7
1	2	171		-2153	-1338	2152	1544	836	-112	3	2	12	18	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,75	-3,5
1	2	206		-3067	-622	1096	1826	508	-142	3	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,5
1	2	207		-348	536	916	767	186	103	2	2	18	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,4
1	2	221		539	-395	722	-226	-164	92	1	0	7	3	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-4,0
1	2	222		1950	-385	699	897	418	-235	2	1	13	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,7
1	2	223		-4255	-424	490	1975	-224	-215	1	1	14	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,5
1	2	224		1151	109	358	762	251	178	1	1	11	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-3,4

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	3	22		1602	1726	4643	918	315	30	2	1	13	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6	0,81	-4,0
1	3	83		-5245	481	2647	1186	275	96	3	1	15	8	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-4,0
1	3	115		-3863	110	889	288	-123	-69	0	2	10	17	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,4
1	3	119		726	853	2124	1149	587	198	2	2	17	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-4,0
1	3	161		-3936	65	4466	310	321	136	0	1	8	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-3,4
1	3	162		-4765	-2174	4099	-646	-180	115	0	1	4	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-4,0
1	3	165		-4361	-2081	3764	-579	-176	-109	1	0	3	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-3,9
1	3	175		-4093	-96	3981	-21	310	-141	0	1	8	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-3,4
1	3	176		-3733	-1007	4863	238	389	-105	0	1	0	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-2,9
1	3	177		-3678	-2806	4760	264	489	-35	0	1	0	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-2,5

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	4	25		-857	-843	2683	358	186	-25	1	0	7	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,94	-4,6
1	4	36		-1681	4723	1220	2114	1145	-191	4	2	19	13	2,5	2,5	2,5	3,0	0,2		-3,4
1	4	40		-2561	-887	1770	1972	537	188	3	1	13	11	2,5	2,5	3,1	2,5	0,2		-4,0
1	4	83		-2073	-251	994	1931	496	132	8	1	82	12	2,5	2,5	3,0	2,5	0,1		-4,0
1	4	119		4067	333	183	1511	351	93	2	1	13	10	2,5	2,5	3,2	2,5	0,0		-4,0
1	4	120		-2259	730	2113	1956	408	115	3	1	13	13	2,5	2,5	3,2	2,5	0,3		-3,4
1	4	149		-698	-3130	2948	305	1784	132	1	3	6	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,74	-3,7
1	4	150		1953	-2530	3041	466	1516	372	1	3	18	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,77	-3,8
1	4	185		-1681	-1438	2373	-1536	-806	84	6	2	68	17	2,7	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,7
1	4	210		-2062	-661	1245	-1824	-484	120	1	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,7
1	4	225		1527	316	829	251	-134	-103	1	0	4	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-4,1
1	4	226		3135	-358	777	-929	-403	245	2	1	15	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,8
1	4	227		-2850	-416	530	-1970	-192	200	3	1	13	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,7
1	4	228		1679	118	270	-733	-255	-188	1	1	11	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-3,5

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 5**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	5	25		510	725	2440	454	166	0	1	0	13	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,94	-4,6
1	5	27		-674	-3129	3356	252	1106	113	1	6	5	65	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,71	-3,5
1	5	123		-3291	-1124	3633	16	682	-17	0	2	0	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-3,3
1	5	124		126	-142	566	-240	490	152	1	1	7	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-4,1
1	5	163		-3655	-1601	1895	1277	397	180	3	1	11	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-4,5
1	5	178		-3702	-1773	1826	1240	379	-166	2	1	10	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-4,6
1	5	187		-2040	-1668	1951	-397	-590	-239	1	2	4	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-4,0
1	5	188		-2221	-1605	2054	-387	-623	272	1	2	4	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-4,0
1	5	189		-2850	-2479	2467	-731	-815	233	2	2	1	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,5
1	5	190		-2828	-2907	2242	-613	-695	-3	2	2	8	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,3

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 6**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	6	32		1767	-3406	2980	-1010	-1334	-267	2	3	14	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,57	-2,8
1	6	93		4669	-1315	1659	-1269	769	61	2	2	14	16	3,1	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,8
1	6	95		-2051	-152	685	-1491	-257	168	3	1	12	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,0
1	6	203		-1276	-367	758	710	563	478	2	2	15	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,2
1	6	216		4081	109	392	627	-450	-420	1	1	13	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,6
1	6	220		2000	-232	426	506	553	138	2	2	35	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,2



C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 7**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	7	60		819	-63	1381	244	-249	-123	1	1	9	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2	0,43	-2,1
1	7	95		-5832	-200	996	-1411	-290	93	7	1	72	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,0
1	7	96		-3297	-383	513	376	-192	128	1	1	1	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,7
1	7	99		-4269	-440	1588	-1207	-229	24	3	1	22	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,1
1	7	102		-4016	-375	505	595	-257	250	1	1	4	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,6

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 8**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	8	35		1829	-3715	2859	1041	1284	245	2	3	15	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,59	-2,9
1	8	97		4105	-1495	1601	1374	-760	-31	2	2	14	15	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,9
1	8	99		-2198	79	658	1518	-248	-188	3	2	12	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,1
1	8	201		-1303	-415	689	-752	-621	-527	2	1	16	15	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,3
1	8	217		3448	24	374	-636	424	397	1	1	12	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-2,7
1	8	218		1669	-266	384	-565	-581	-550	1	2	9	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-2,3

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 9**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	9	34		787	-1575	793	-210	-816	-125	1	2	9	10	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,43	-2,1
1	9	55		53	-1838	1160	-257	-761	90	1	7	9	83	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,37	-1,8
1	9	101		-538	-404	131	-58	-36	-32	0	0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-1,8
1	9	193		967	1505	470	-217	-733	84	1	2	10	13	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,40	-2,0
1	9	202		-180	804	216	-57	-107	36	0	0	1	6	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-2,0
1	9	219		-436	236	74	49	-29	-33	0	0	0	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-2,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 10**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	10	77		-4983	236	2673	-989	-337	-56	4	1	18	12	2,0	2,0	2,0	2,0	0,3		-4,2
1	10	105		4479	1215	3127	655	171	-116	2	1	16	9	2,0	2,0	2,2	2,0	0,4		-4,1
1	10	110		-2641	68	666	-15	64	63	0	0	0	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,8
1	10	111		1785	83	553	29	-34	5	4	0	6	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-3,7
1	10	118		4752	1461	3054	597	135	98	1	0	15	9	2,0	2,0	2,2	2,0	0,4		-4,2

**S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 11**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	11	79		192	-121	755	231	183	36	1	1	8	6	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,9
1	11	90		438	60	755	269	170	-37	1	1	10	6	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-3,2
1	11	109		-122	-273	706	-192	-82	21	1	0	6	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-3,2
1	11	113		-376	-412	559	-273	-75	-20	1	0	8	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,9
1	11	213		324	236	159	-105	-98	-81	0	0	2	4	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-3,0
1	11	229		-702	156	186	135	90	75	1	0	2	3	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	1	18		4466	-1503	793	-147	-398	20	8	1	17	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	0,40	-1,9
1	1	21		1723	1707	2426	440	-184	-104	1	0	16	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,49	-2,4
1	1	31		-9075	10786	1689	-1525	-532	194	3	6	13	14	2,5	3,0	2,5	2,5	0,3		-2,3
1	1	36		-9680	11633	1509	-1513	-585	-230	2	6	11	15	2,5	3,0	2,5	2,5	0,3		-2,4
1	1	75		1718	7395	2305	-1681	-474	-37	5	3	85	13	3,1	2,5	2,5	2,5	0,3		-2,3
1	1	84		2376	8227	1910	-1708	-476	43	2	4	15	13	3,1	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,4
1	1	155		-2272	-2066	1376	31	487	-2	0	1	0	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,0
1	1	156		-2598	-2083	1212	246	629	25	0	1	0	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,0
1	1	157		-1914	-2207	778	-157	331	-84	0	1	0	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,3
1	1	158		58	8055	900	-1514	-549	-305	2	3	18	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,4

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	2	30		-706	-631	1559	-173	-137	22	0	0	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,69	-3,4
1	2	31		-2250	4372	808	-2018	-1057	172	2	1	13	18	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,3
1	2	42		-2965	-846	788	-2014	-535	-178	2	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,9
1	2	105		-3988	-958	382	707	448	-201	1	1	7	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-3,1
1	2	107		-2634	866	1325	-1933	-354	-6	2	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-2,3
1	2	133		-1015	-2848	1180	-296	-1851	-84	1	2	5	13	2,5	3,0	2,5	2,5	0,4		-2,6
1	2	135		423	-2242	1342	-463	-1529	-335	1	2	13	12	2,5	2,8	2,5	2,5	0,4	0,55	-2,7
1	2	171		-2153	-1338	838	1544	836	-112	2	2	12	17	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-2,6
1	2	206		-3067	-622	429	1826	508	-142	2	1	13	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,6
1	2	207		-3019	62	520	944	152	9	2	0	15	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,4
1	2	221		-1540	-395	380	-185	-164	83	0	0	15	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,0
1	2	222		-736	-385	272	690	418	-226	1	1	15	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,7
1	2	223		-425	-423	196	1975	-187	-165	1	0	16	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,6
1	2	224		-3624	68	201	1050	168	77	2	0	16	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-2,4

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	3	22		756	374	2662	364	102	-5	1	0	11	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6	0,60	-3,0
1	3	83		-5566	-839	986	815	271	102	1	0	5	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,0
1	3	115		-7041	-342	462	230	81	57	0	0	10	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,8
1	3	119		-4071	-369	930	837	275	156	0	1	10	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,0
1	3	161		-4034	-896	1919	253	274	110	0	1	10	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-2,8
1	3	162		-4691	-2395	1909	-550	-181	116	1	0	2	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-3,0
1	3	165		-4542	-2312	1742	-506	-177	-123	1	0	1	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-2,9
1	3	175		-4161	-985	1648	-3	268	-114	0	0	4	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,5		-2,7
1	3	176		-3703	-2404	1989	216	497	-68	0	1	0	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-2,6
1	3	177		-3630	-2806	1773	138	489	21	0	1	0	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,6		-2,4

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	4	25		-882	-736	1714	182	133	-14	0	0	2	1	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,71	-3,5
1	4	36		-1681	4723	564	2114	1145	-191	3	1	18	13	2,5	2,5	2,5	3,0	0,2		-2,4
1	4	40		-2561	-887	695	1972	537	188	2	1	13	11	2,5	2,5	3,1	2,5	0,2		-3,0
1	4	83		-2073	-251	440	1931	496	132	2	1	13	12	2,5	2,5	3,0	2,5	0,1		-3,0
1	4	119		-1874	251	159	2100	323	149	3	1	19	9	2,5	2,5	3,2	2,5	0,0		-3,0
1	4	120		-2259	841	1167	1956	319	-5	2	1	13	11	2,5	2,5	3,2	2,5	0,3		-2,4
1	4	149		-1662	-3130	1352	263	1784	65	0	2	2	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4		-2,7
1	4	150		-419	-2530	1218	447	1516	330	1	2	10	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,57	-2,8
1	4	185		-1681	-1438	1056	-1536	-806	84	2	2	16	16	2,7	2,5	2,5	2,5	0,3		-2,7
1	4	210		-2062	-661	576	-1824	-484	120	2	2	10	3	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,7
1	4	225		-548	-265	459	205	150	-87	0	0	4	3	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,1
1	4	226		490	-358	340	-710	-403	216	2	1	18	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,8
1	4	227		-2850	-354	237	-1970	-124	137	2	0	13	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-2,7
1	4	228		-2876	88	116	-1035	-171	-88	2	0	18	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-2,6

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 5**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	5	25		28	35	1497	186	73	-25	0	0	5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3	0,71	-3,5
1	5	27		-1363	-3129	1798	224	1106	195	0	2	2	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,62	-3,1
1	5	123		-2679	-1124	126	43	682	-16	0	1	0	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-3,0
1	5	124		-1079	-142	286	-297	490	274	1	1	4	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-3,3
1	5	163		-3655	-1601	992	1277	397	180	3	1	38	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,4
1	5	178		-3702	-1773	845	1240	-166	2	1	1	10	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,5
1	5	187		-3246	-1668	822	-507	-590	-302	1	1	4	10	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-3,3
1	5	188		-3335	-1605	1012	-496	-623	342	1	1	3	11	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,2
1	5	189		-2850	-2479	1179	-731	-815	233	1	2	10	14	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,1
1	5	190		-2828	-2907	919	-613	-695	-3	1	1	7	9	2,5	2,5	2,5	2,5	0,3		-3,0

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 6**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo N.ro	3d	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	εc x *10000	εc y	εf x *10000	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i. cmq/m	Ay i.	Atag.	σt kg/cmq	eta mm
1	6	32		-117	-8802	1068	-640	-1570	-122	1	3	16	15	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,44	-2,2
1	6	93		2161	-1262	640	-738	503	-126	1	1	12	9	3,1	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,2
1	6	95		-2051	-52	472	-1491	-229	205	2	0	11	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,5
1	6	203		-1276	-367	556	710	563	478	1	1	14	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,6
1	6	216		2196	55	202	481	-312	-268	1	1	9	8	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,9
1	6	220		-1376	-177	317	855	500	494	2	1	18	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,6

C.D.S.

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 7**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s. -----	Ay s. -----	Ax i. cmq/m	Ay i. -----	Atag. -----	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	7	60	955	-784	779	-85	-299	-88	0	1	5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2	0,32	-1,6
1	7	95	-4769	-450	561	-1060	-199	77	2	0	13	4	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,5
1	7	96	-6733	-359	315	-22	113	-100	0	0	0	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,4
1	7	99	-4028	-419	1236	-905	-138	-19	2	0	11	2	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-1,6
1	7	102	-4195	-328	319	421	137	128	0	0	1	3	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,4

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 8**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s. -----	Ay s. -----	Ax i. cmq/m	Ay i. -----	Atag. -----	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	8	35	200	-5441	1026	688	1095	92	2	2	18	12	2,5	2,5	2,5	2,5	0,4	0,46	-2,3
1	8	97	1590	-1427	606	774	-473	105	1	1	11	8	2,5	2,5	2,5	2,5	0,2		-2,3
1	8	99	-2198	-270	414	1518	277	-238	2	1	12	6	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,6
1	8	201	-1303	-415	427	-752	-621	-527	2	1	15	15	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1		-1,7
1	8	217	1479	56	183	-460	280	241	1	1	16	7	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-2,0
1	8	218	-1949	-243	243	-920	-554	-543	2	1	18	13	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0		-1,7

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 9**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s. -----	Ay s. -----	Ax i. cmq/m	Ay i. -----	Atag. -----	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	9	34	636	-1736	793	-122	-630	-67	0	2	6	15	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,40	-2,0
1	9	55	-78	-1846	1160	-161	-515	36	0	1	5	11	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,33	-1,6
1	9	101	-1069	-516	87	8	-1	3	0	0	0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-1,6
1	9	193	1242	1913	241	-147	-639	-9	0	1	9	12	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,36	-1,8
1	9	202	-167	1020	105	-26	-67	15	0	0	0	5	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-1,8
1	9	219	-588	173	33	0	-17	-16	0	0	0	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-1,8

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 10**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s. -----	Ay s. -----	Ax i. cmq/m	Ay i. -----	Atag. -----	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	10	77	-4344	138	2532	-653	-187	-16	2	1	9	6	2,0	2,0	2,0	2,0	0,3		-3,2
1	10	105	2830	1810	3127	292	64	-66	1	2	18	7	2,0	2,0	2,2	2,0	0,4		-3,1
1	10	110	-2510	301	349	32	23	0	0	0	0	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,7
1	10	111	137	139	337	-112	-17	7	0	0	4	1	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-3,0
1	10	118	2948	1932	3054	246	40	45	0	4	17	7	2,0	2,0	2,2	2,0	0,4		-3,2

**S.L.U. - AZIONI S.L.D. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 11**

Gr. Q N.ro	Gen N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	$\epsilon_c x$ *10000	$\epsilon_c y$	$\epsilon_f x$ *10000	$\epsilon_f y$	Ax s. -----	Ay s. -----	Ax i. cmq/m	Ay i. -----	Atag. -----	$\sigma_t$ kg/cmq	eta mm
1	11	79	-152	-203	448	102	89	20	0	0	3	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,6
1	11	90	10	20	428	128	96	-21	0	0	4	3	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,8
1	11	109	-953	-144	352	98	-59	-20	0	0	1	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,8
1	11	113	-981	-370	276	139	-44	19	0	0	2	0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1		-2,6
1	11	213	-272	262	62	-47	-44	-33	0	0	1	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-2,7
1	11	229	-712	174	94	54	42	28	0	0	0	2	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0		-2,7

## **LISTATO DI CALCOLO: STRUTTURA SOSTEGNO MICROFILTRO**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione sono le Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 17/01/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2019 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

### • **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

### • **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce 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.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

### • **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

### • **ANALISI SISMICA DINAMICA**

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il *metodo di Jacobi*.

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

Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze applicate spazialmente agli impalcati di ogni piano (forza in X, forza in Y e momento).

Le forze orizzontali così calcolate vengono ripartite fra gli elementi irrigidenti (pilastri e pareti di taglio), ipotizzando i solai dei piani sismici infinitamente rigidi assialmente.

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace.

I valori stampati nei tabulati finali allegati sono proprio i suddetti valori efficaci e pertanto l'equilibrio ai nodi perde di significato. I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinate linearmente (in somma e in differenza) con quelle per carichi statici per ottenere le sollecitazioni per sisma nelle due direzioni di calcolo.

Gli angoli delle direzioni di ingresso dei sismi sono valutati rispetto all'asse X del sistema di riferimento globale.

## • VERIFICHE

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidezza flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidezza relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## • DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

### TRAVI:

Area minima delle staffe pari a  $1.5 \cdot b$  mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

Armatura longitudinale in zona tesa  $\geq 0,15\%$  della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

#### PILASTRI:

Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di  $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$ ;

Barre longitudinali con diametro  $\geq 12$  mm;

Diametro staffe  $\geq 6$  mm e comunque  $\geq 1/4$  del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.

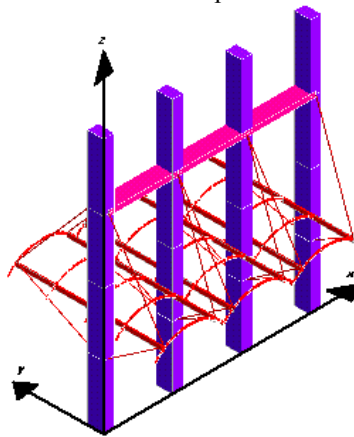
In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
- 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

### ● SISTEMI DI RIFERIMENTO

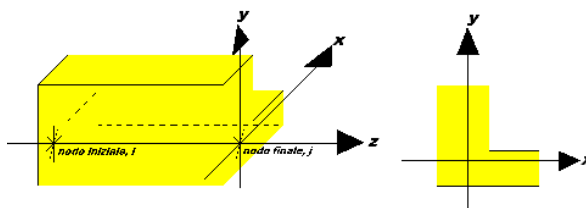
#### 1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



#### 2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:

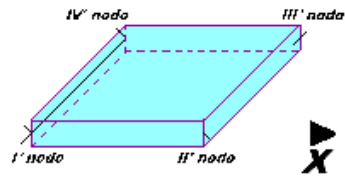


#### 3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:

**Z**

**Y**



- **UNITÀ DI MISURA**

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

- **CONVENZIONI SUI SEGNI**

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.



**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

**PARAMETRI SISMICI**

Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14,07709	Latitudine Nord (Grd)	42,33515
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000

**PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.**

Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	101,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,45	Fv	1,02
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,98

**PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.**

Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	949,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	2,50	Fv	1,60
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,36	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,53	Periodo TD (sec.)	2,50

**PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.**

Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1950,00
Accelerazione Ag/g	0,29	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,53	Fv	1,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,26	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	2,75

**PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1**

Fattore di struttura 'q'	1,00		
--------------------------	------	--	--

**PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2**

Fattore di struttura 'q'	1,00		
--------------------------	------	--	--

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI**

Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

## SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

<b>Quota N.ro:</b>	: Quota a cui si trova l'elemento
<b>Perim. N.ro</b>	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
<b>Nodo 3d N.ro</b>	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
<b>N<sub>x</sub></b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
<b>N<sub>y</sub></b>	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
<b>T<sub>xy</sub></b>	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
<b>M<sub>x</sub></b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale N <sub>x</sub> . Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente M <sub>xy</sub>
<b>M<sub>y</sub></b>	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale N <sub>y</sub> . Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente M <sub>xy</sub>
<b>M<sub>xy</sub></b>	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
<b>ε<sub>cx</sub> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b>ε<sub>cy</sub> *10000</b>	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
<b>ε<sub>fx</sub> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
<b>ε<sub>fy</sub> *10000</b>	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
<b>A<sub>x</sub> superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
<b>A<sub>y</sub> superiore</b>	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
<b>A<sub>x</sub> inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
<b>A<sub>y</sub> inferiore</b>	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
<b>A<sub>tag</sub></b>	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
<b>σ<sub>t</sub></b>	: Tensione massima di contatto con il terreno
<b>E<sub>t</sub></b>	: Abbassamento verticale del nodo in esame
<b>F<sub>punz</sub></b>	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
<b>F<sub>punzLi</sub></b>	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
<b>A<sub>punz</sub></b>	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
<b>V<sub>Ed</sub></b>	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
<b>V<sub>Rd,max</sub></b>	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di rivedute degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

<b>Molt.</b>	: Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y
<b>x/d</b>	: Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

- Quota** : Quota a cui si trova l'elemento
- Perim.** : Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
- Nodo** : Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
- Comb 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
- Fes lim** : Fessura limite espressa in mm
- Fess.** : Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
- Cos teta** : Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
- Sin teta** : Seno dell'angolo teta
- Combina 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 in Kg/cm<sup>2</sup>
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale x
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf X** : Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
- N X** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
- s cal** : Valore della tensione di calcolo in Kg/cm<sup>2</sup> sulla faccia di normale y
- Conbin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
- Mf Y** : Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
- N Y** : Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. -VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo	P.	Nod3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt	eta	Fpunz.	FpnzLi	Apunz
N.r	Nr	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	----- cmg/m -----				kg/cm <sup>2</sup>	mm	kg	kg	cmg	
0	1	1	33	28	10	-3	2	-2	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	456	11	10	7	3	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	331	-5	13	8	25	0	1	0	1	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	456	11	10	7	3	0	1	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	242	1	26	22	36	-13	0	0	1	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	328	2	18	17	13	-10	0	0	1	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-89	-6	10	-18	-89	0	0	0	0	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-54	-6	48	-36	-82	-7	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-21	15	29	24	7	-5	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-7	41	16	4	4	3	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

S.L.U. - AZIONI S.L.D. -VERIFICA PUNZONAMENTO PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																						
Quo	P.	Nod3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	σt	eta	Fpunz.	FpnzLi	Apunz
N.r	Nr	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	----- cmg/m -----				kg/cm <sup>2</sup>	mm	kg	kg	cmg	
0	1	1	-23	-14	3	5	4	3	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	25	76	6	4	2	2	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	31	35	-5	6	4	25	0	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	32	76	6	4	2	2	0	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	33	31	-5	14	12	34	-9	0	0	0	1	3,8	0,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	34	60	1	11	7	8	-7	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	36	-89	-6	10	-18	-89	0	0	0	0	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	37	-67	-6	20	-36	-82	0	0	0	1	2	3,8	3,8	0,8	0,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	38	-27	13	11	24	3	-2	0	0	1	0	0,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			
0	1	39	-8	28	6	2	1	1	0	0	0	0	3,8	3,8	3,8	3,8	0,0	0,1	-0,7			

Il Progettista delle strutture

Ing. Eraldo Mammarella