



REGIONE MARCHE  
**COMUNE DI MONTEPRANDONE**  
Settore 2°: Lavori Pubblici- Tecnico - Manutentivo



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PNRR "Missione 4 " - C1-1.1

REALIZZAZIONE DEL NUOVO ASILO NIDO DI MONTEPRANDONE

CUP G55E24000270006



FASE:

**PROGETTO ESECUTIVO**

SERIE:

DESCRITTIVI

DESCRIZIONE:

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE  
FONDAZIONI

COD.  
PROGETTO:

P AP 24 004 P

NOME FILE

24004\_RL\_510.pdf

IDENTIFICATIVO ELABORATO

RL 510

SCALA

—

PLOT

1=1

Progettisti:



TERAMO - zona industriale S. Atto snc - 64100  
tel. (+39) 0861/1954832

Certificazioni: ISO 9001:2015 - ISO 14001:2015 - ISO 45001:2018

RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Raffaele Di Gialluca (Coordinatore)

Ing. Pasquale Di Egidio (Direttore Tecnico)

ESPERTO GESTIONE ENERGIA (UNI CEI 11339)

Ing. Domenico Rapagnani

COLLABORATORI PROMEDIA SRL

Arch. Ercole Volpi

Arch. Gianluca Di Paolo

Arch. Nicola Ciarelli

Arch. Danilo Soares Vinhote Costa

Arch. Alessia Paesani

Ing. Massimo Referza

Ing. Paolo Coccia

Ing. Davide Fioretti

Ing. Elena Socievole

Ing. Matteo Di Berardino

P.Ind. Pierluigi Faragalli

Geom. Amedeo Maria Bizzarri

Geom. Ilenia Di Marco

Geom. Luigi Ridani

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Pino Cori

revisione	data	riferimento revisione	eseguito	controllato	approvato
0	Settembre 2024	Emissione	<i>DF</i>	<i>PDE</i>	<i>RDC</i>

## INDICE

PREMESSA.....	2
DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE .....	3
MODELLAZIONE FONDAZIONI.....	4
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	7
PRESSIONI MASSIME SUL TERRENO .....	8
VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONE SLU (GEO).....	9
CALCOLO COEFFICIENTE DI WINKLER .....	10
VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONE SLE (GEO).....	11
VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SLU (STR).....	12

## **PREMESSA**

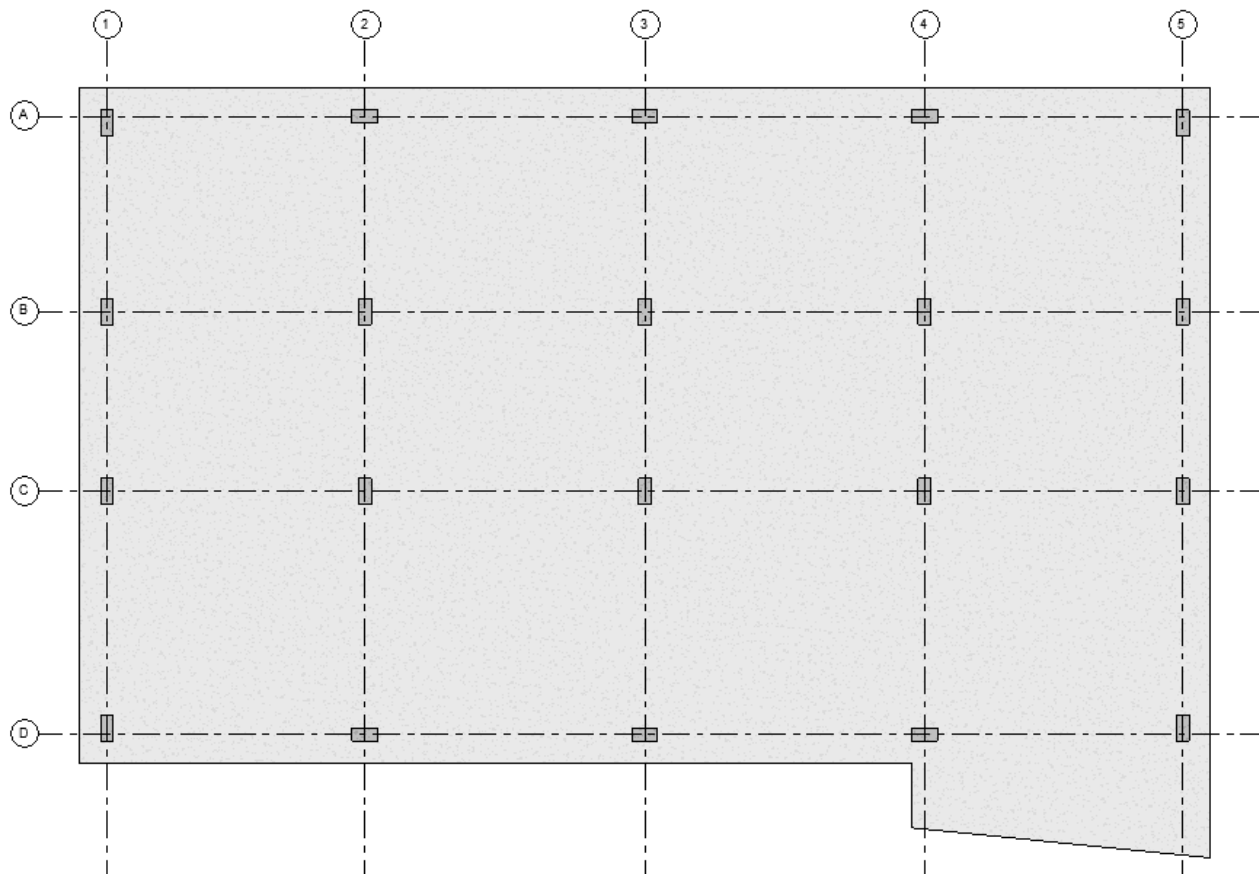
Nel presente documento si espongono i criteri di progettazione geotecnica e sulle fondazioni di un nuovo edificio scolastico da realizzare a Monteprandone.

Nella relazione sono, inoltre, illustrate le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione delle strutture.

Costituiscono parte integrante della progettazione strutturale dell'opera gli elaborati grafici, i particolari costruttivi, le tabelle ed ogni altro documento sussidiario delle relazioni tecniche e di calcolo.

## DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI FONDAZIONE

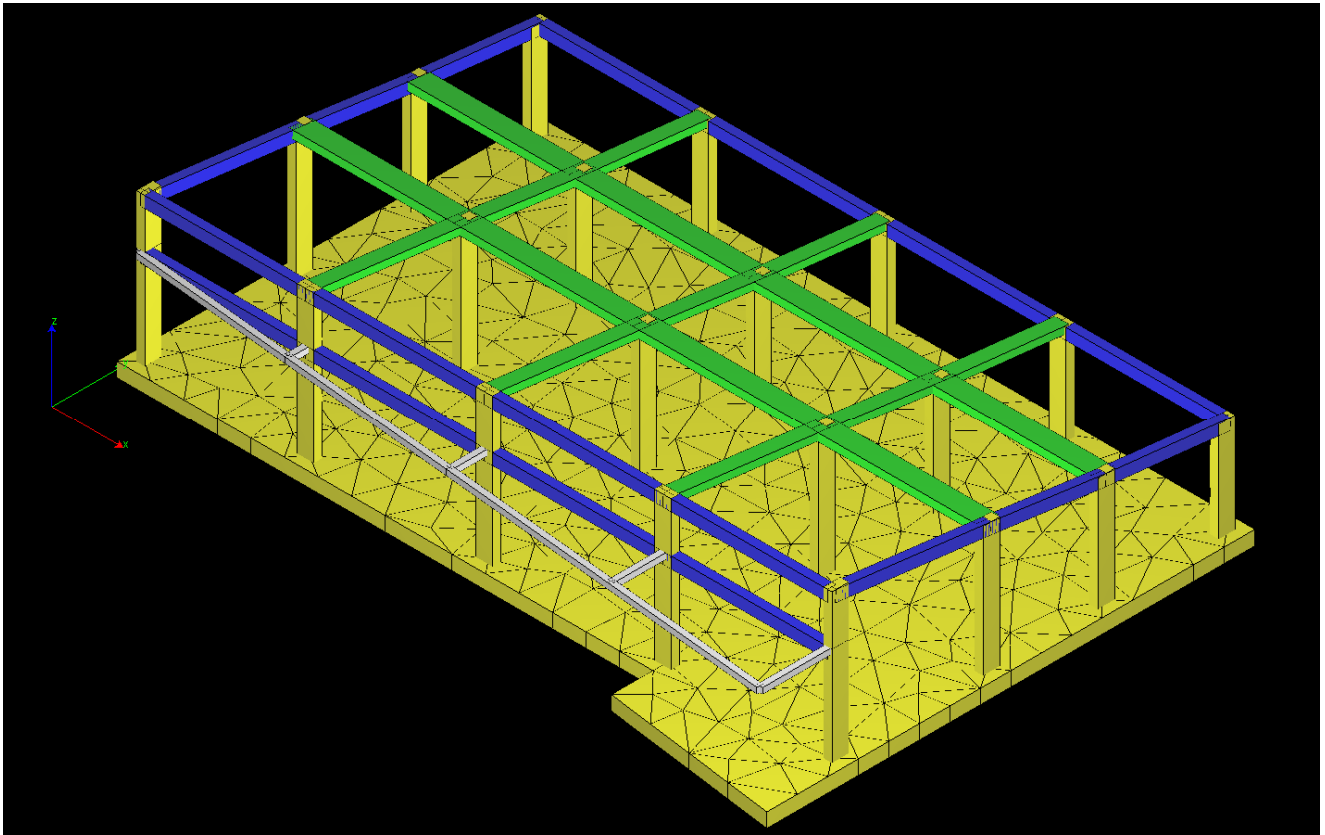
La fondazione è costituita da una platea dello spessore di 40cm per il corpo di fabbrica, che viene posta a circa 1m dal P.C. (fondo scavo magrone), sullo strato costituito da depositi alluvionali fini.



*Schema Platea di Fondazione*

## MODELLAZIONE FONDAZIONI

Il corpo di fabbrica è stato modellato con una platea dello spessore 50cm con una mesh di elementi SHELL su suolo elastico alla Winkler.



*Modello di calcolo Fondazioni*

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive: **LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI**

- D.M. 09/03/2007 – “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei vigili del fuoco”
- L. 05/11/1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- L. 02/02/1974, n° 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.M. 16/02/2007 – “Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”.
- D.M. 17/01/2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”.
- “Circolare 21/01/2019 n° 7”

### **Norme nazionali**

- Istruzioni C.N.R. 10011/97 – “Costruzioni in acciaio- Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione”.
- Istruzioni C.N.R. 10025/98 – “Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo”.
- UNI EN 1194: 31/10/2000 – “ Strutture di legno - Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici”.
- UNI 9502/2001 – “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale, e precompresso”.
- UNI 11035-2: 01/02/2003 – “ Legno strutturale- Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per i tipi di legname utilizzati”.
- UNI EN 338: 01/12/2004 – “ Legno strutturale – classi di resistenza “.
- UNI EN 11104:2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- UNI EN 1912: 01/05/2005 – “ Legno strutturale – Classi di resistenza- Assegnazione delle categorie visuali e delle specie “.
- UNI EN 206-1/2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità”.

### ***NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE***

- UNI EN 1990 - Eurocodice – *“Criteri generali di progettazione strutturale”*.
- UNI EN 1992 - Eurocodice 2 – *“Progettazione delle strutture di calcestruzzo”*.
- UNI EN 1993 - Eurocodice 3 – *“Progettazione delle strutture di acciaio”*.
- UNI EN 1994 - Eurocodice 5 – *“Progettazione delle strutture in legno”*.
- UNI EN 1997 - Eurocodice 7 – *“Progettazione geotecnica”*.

## **MODELLAZIONE GEOTECNICA**

Le informazioni sui terreni di fondazione, sono state desunte dalla relazione geologica allegata.

La stratigrafia di progetto desunta dalla geologica è riportata di seguito:

<b>Quote</b>	<b>Tipologia</b>
0.00m-1.00 m	Terreno antropico di riporto
1.00m – 2.80m	Deposito alluvionale fini
2.80m – 7.00	Deposito alluvionale grossolano

Poiché la platea poggia sullo strato di depositi alluvionali fini, si utilizzano i seguenti valori geotecnici desunti dalla relazione geologica:

$$\varphi = 23^{\circ}$$

$$C=0$$

$$\gamma = 1700 \text{ kg/mc}$$



## PRESSIONI MASSIME SUL TERRENO

Le pressioni massime sul terreno sono state ricavate come output, dai modelli di calcolo su suolo.

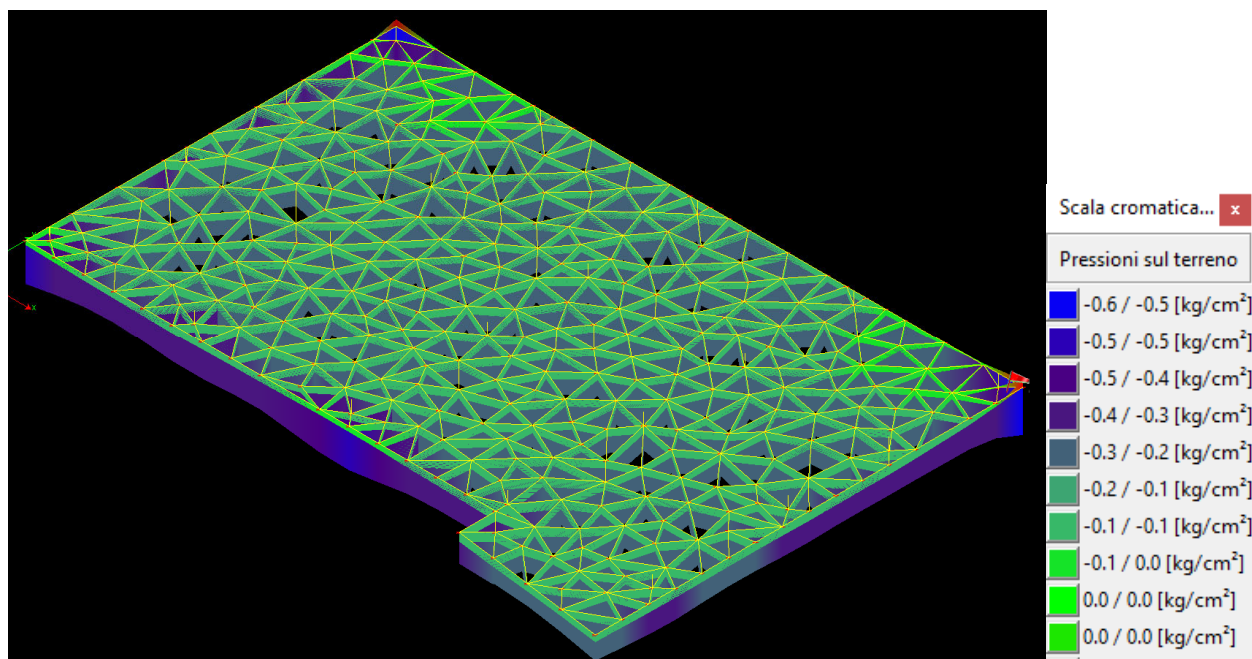
### Pressioni massime sul terreno

#### Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Elemento	Combinazione $p$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Max Triangolare Sez. 1 Nodi: 36 24 23 1	0.4

#### Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Elemento	Combinazione $p$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Max Triangolare Sez. 1 Nodi: 306 329 294 11	0.6



**La pressione massima sul terreno è pari a 6000kg/mq e si verifica in condizioni sismiche**

## VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONE SLU (GEO)

### Fondazione

Per le verifiche sulle fondazioni di tipo Geo si fa riferimento al capitolo 6 delle NTC2018.

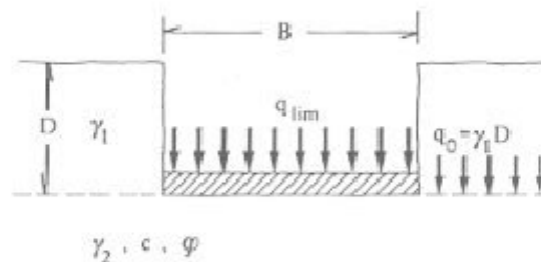
La portanza di fondazione è calcolata secondo l'approccio2, cioè utilizzando il coefficiente di sicurezza R3 pari a 2.3.

La portanza della platea è calcolata utilizzando la formula trinomia di Terzaghi.

La portanza è calcolata sul lato più corto della platea (15.55m), la coesione è pari a 0, e l'angolo d'attrito pari a 23°.

- Carico Limite o capacità portante

$$q_{lim} = c \cdot N_c + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q$$



- $c$  = coesione ( $c = c_u$  a B.T.,  $c = c'$  a L.T.)
- $N_c, N_\gamma, N_q$  coefficienti di capacità portante dipendenti da  $\varphi$  ( $\varphi=0$  a B.T.,  $\varphi=\varphi'$  a L.T.)

$$Q_{lim} = N_\gamma \cdot \gamma \cdot B/2 + N_c \cdot C + N_q \cdot \gamma \cdot D =$$

$$8.2 \cdot 1700 \text{ kg/mc} \cdot 15.5\text{m}/2 + 8.66 \cdot 1700 \text{ kg/mc} \cdot 1\text{m} = 108035 + 14722 =$$

$$122757 / 2.3 = \mathbf{55373 \text{ kg/mq}}$$

Essendo la massima pressione pari a 6000kg/mq, la verifica si ritiene soddisfatta.

## CALCOLO COEFFICIENTE DI WINKLER

Il coefficiente di Winkler viene calcolato utilizzando la teoria di Bowles, che propone di calcolare la K di Winkler sulla base del carico limite del complesso fondazione-terreno:

$$k = q_u / w_{amm}$$

in cui  $w_{amm}$  corrisponde ad un cedimento ammissibile di 25,4 mm (1 pollice); e  $q_u$  corrisponde al carico limite della fondazione.

Si calcola il k di Winkler per ciascun corpo in base alla portanza:

$$k = 5.5 \text{ kg/cm}^2 / 2.54 \text{ cm} = 2.1 \text{ kg/cm}^3$$

Il coefficiente di Winkler adottato è compatibile con i valori da letteratura per terreni ghiaiosi

## VERIFICA GEOTECNICA FONDAZIONE SLE (GEO)

### Cedimenti e fattori di efficienza elementi di fondazione

#### Stratigrafia

Layer	H <sub>Totale</sub> [m]	Numero strati	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	E <sub>ed</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y <sub>Soil</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	C <sub>p</sub>
layer	12.00	12	500.0	112.0	1500.0	600.00

#### Metodo di calcolo dei cedimenti

Edometrico:  $w(z) = \sum_{i=1..n} (\sigma_{z,i} - m \sigma_{v,i}) / E_{oed,i} h_i$

dove:

- $\sigma_{z,i}$  tensione nel terreno dovuta ai carichi
- $\sigma_{v,i}$  tensione effettiva
- $E_{oed,i}$  modulo edometrico ( $E_{oed,i} = E (1-\nu) / ((1+\nu)(1-2\nu))$ )
- $m=0.20$  structural strength coefficient ( valore consigliato EN 1997-1 p.6.6.2  $m=0.2$ )
- $h_i$  spessore dello strato

#### Risultati

Combinazione di carico di riferimento: 51 ()

		Min U [mm]	Nodo	Max U [mm]	Nodo	Med [mm]
U <sub>z</sub> di combinazione	1	97	2	24	1	
w <sub>z</sub> cedimenti calcolati	0	3	9	58	5	

U<sub>z</sub> min-max

Elementi Triangolare

		Min		Max	
Sezione	Nodi	U <sub>z</sub> [mm]	Sezione	Nodi	U <sub>z</sub> [mm]
1	97 110 132	1	1	41 24 36	2

Cedimenti w<sub>z</sub> min-max

Elementi Triangolare

		Min		Max	
Sezione	Nodi	w <sub>z</sub> [mm]	Sezione	Nodi	w <sub>z</sub> [mm]
					9

1	3 12 6 0	1	58 48 76
---	----------	---	----------

Il cedimento medio è pari a 5mm e compatibile con la struttura in elevazione, la verifica si ritiene soddisfatta.

## VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SLU (STR)

### Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);
- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

- suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;
- valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;
- ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può finire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidità degli strati di cls, si assume:

- Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;
- Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm, Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

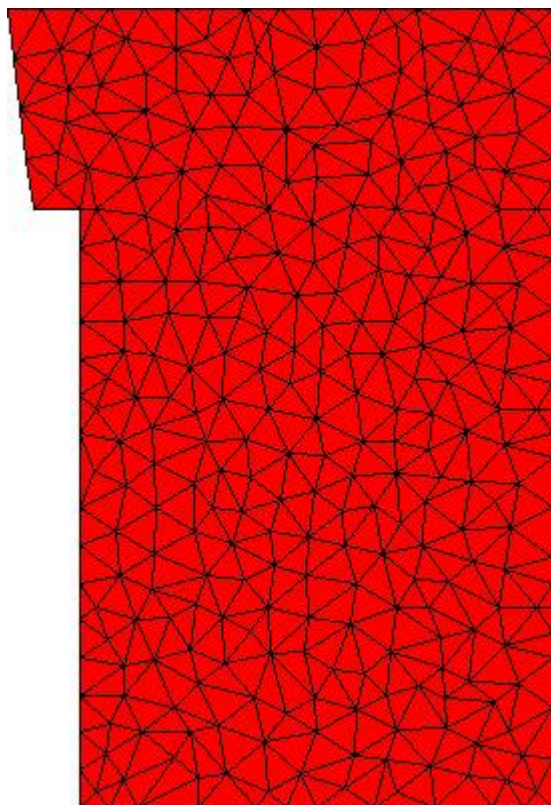
$\sigma_{acciaio,2}$	Tensione acciaio direzione 2
$cf_{x,Eq}$	Copriferro in direzione x
$Af_x$	Armatura in direzione x
$cf_{y,Eq}$	Copriferro in direzione y
$Af_y$	Armatura in direzione y
$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$	Componenti di sollecitazione esterna
$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$	Componenti di sollecitazione principali
$\alpha$	Angolo direzioni principali
$d$	Distanza a cui è calcolato il perimetro critico
$T_{b,0}$	Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio
$T_{b,1}$	Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio
$N, M_x, M_y$	Sollecitazione esterna verifica a punzonamento
$\tau$	Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$	Tensione di snervamento di progetto barre armatura
$\epsilon_{ud}$	Deformazione uniforme ultima
$\epsilon_{yd}$	Deformazione al limite di snervamento
$f_{ck}$	Resistenza cilindrica caratteristica
$f_{cd}$	Tensione di calcolo a compressione di base
$\epsilon_{c2}$	Deformazione limite elastico
$\epsilon_y$	Deformazione limite ultimo
$f_{ctd}$	Tensione di calcolo a trazione di progetto
$\epsilon_{ctd}$	Deformazione al limite di trazione
$E_{cm}$	Modulo elastico
$cf_{x,Eq}$	Copriferro in direzione x
$Af_x$	Armatura in direzione x
$cf_{y,Eq}$	Copriferro in direzione y


<b><math>A_{f_y}</math></b>	Armatura in direzione y
<b><math>N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}</math></b>	Componenti di sollecitazione esterna
<b><math>N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}</math></b>	Componenti di sollecitazione principali
<b><math>\alpha</math></b>	Angolo direzioni principali
<b><math>C_r</math></b>	Coefficiente rottura $S_D/S_R$
<b><math>\epsilon_x</math></b>	Deformazione acciaio direzione x
<b><math>\epsilon_y</math></b>	Deformazione acciaio direzione y
<b><math>\epsilon_{min}</math></b>	Deformazione minima cls
<b><math>\epsilon_{max}</math></b>	Deformazione massima cls
<b><math>\theta_{max}</math></b>	Angolo direzioni principali di deformazione
<b><math>\sigma_{amm}</math></b>	Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento
<b><math>\sigma_x</math></b>	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x
<b><math>\sigma_y</math></b>	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y
<b><math>\sigma_{c,Max}</math></b>	Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento
<b><math>d</math></b>	Distanza a cui è calcolato il perimetro critico
<b><math>C_{Rd,c}</math></b>	Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio
<b><math>V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}</math></b>	Sollecitazione esterna verifica a punzonamento
<b><math>B_x, B_y</math></b>	Dimensioni perimetro critico
<b><math>\beta</math></b>	Angolo diffusione tensioni
<b><math>v_{Ed}</math></b>	Tensione tangenziale sull'area critica
<b><math>\rho</math></b>	Rapporto meccanico di armatura
<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	Taglio resistente elementi privi di armatura

## Mappe armature di Estradosso



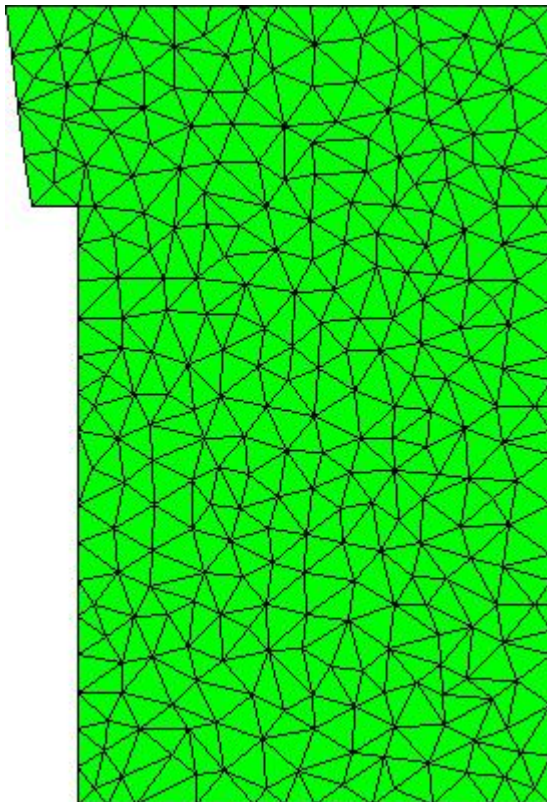
**Colore**

**Armature**

 top  $\varnothing$  14/20' X +  $\varnothing$  14/20' Y c=3.00 [cm]



## Mappa armature di Intradosso



**Colore** **Armature**  
bottom  $\varnothing 14/20'$  X +  $\varnothing 14/20'$  Y c=3.00 [cm]

## Impostazioni di verifica

### Curva $\sigma/\epsilon$ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

### Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1 + 400 \epsilon t}$  (Hognestad)

### Modellazione compressione biassiale

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

### Curva $\sigma/\epsilon$ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

## Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

### Verifiche SLU Flessione elemento nodi 41 24 36

#### Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$   
 $[kg/cm^2]$   $\epsilon_{yd}\%$   $\epsilon_{ud}\%$

3913.0 1.86 67.00

Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$   $\epsilon_{c2}\%$   $\epsilon_{cu}\%$   $f_{ctd}$   $\epsilon_{ctd}\%$   $E_{cm}$   
 $[kg/cm^2]$   $[kg/cm^2]$   $[kg/cm^2]$

141.7 -2.00 -3.50 12.0 0.08 141666.7

#### Sezione

- sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$	$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$
$[cm^2] / m$	[cm]	$[cm^2] / m$	[cm]	$[cm^2] / m$	[cm]	$[cm^2] / m$	[cm]
7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00

#### Azioni di verifica combinazione 5 (2.82 13.37 [m])

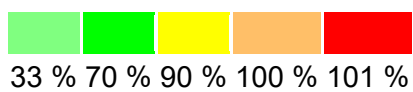
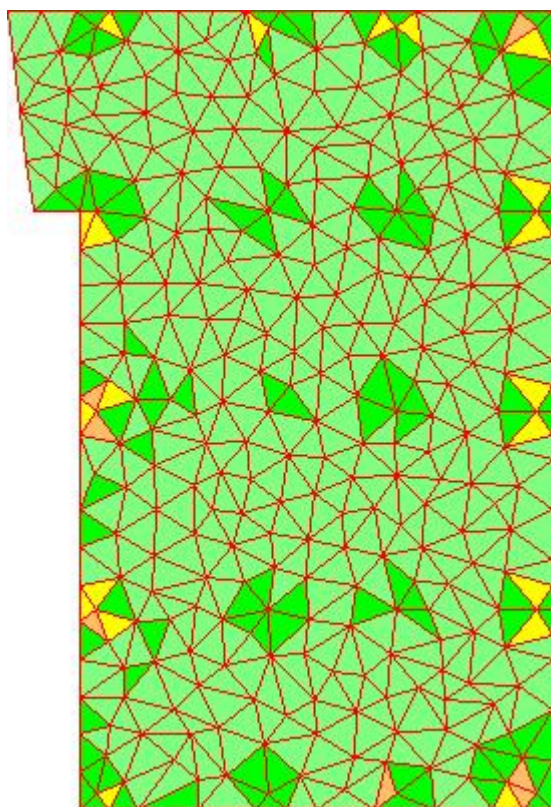
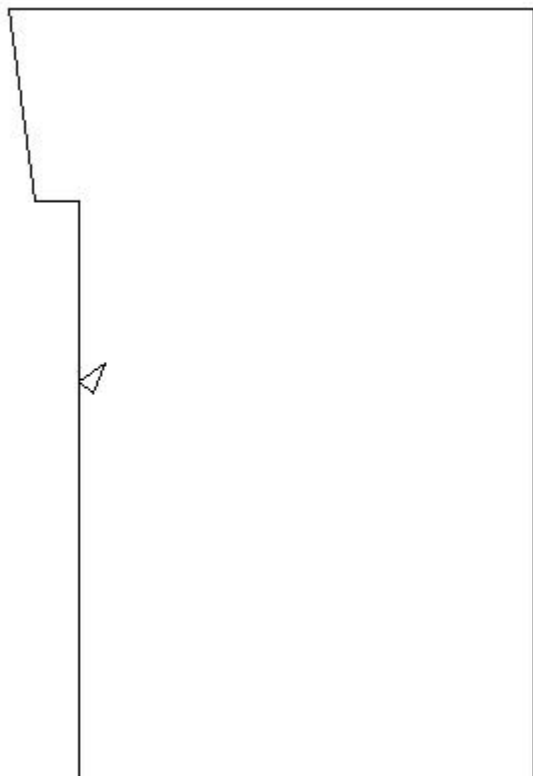
$M_{xx}$  435.80 [kgm/m]  $M_{11}$  318.27 [kgm/m]

$M_y$  10173.30 [kgm/m]  $M_{22}$  10290.84 [kgm/m]

$M_{xy}$  -1076.25 [kgm/m]  $\alpha$  -27.66 [°]

#### Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
1.00	Estradosso	0.933	35.256	39.822	-0.088	-80.40
	Intradosso	0.035	0.038	0.028	-3.500	8.71



## Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 37 29 28

### Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$   $\epsilon_{yd}/\text{‰}$   $\epsilon_{ud}/\text{‰}$   $\sigma$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>]  
 3913.0 1.86 67.00 3600.0

Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$   $\epsilon_{c2}/\text{‰}$   $\epsilon_{cu}/\text{‰}$   $f_{ctd}$   $\epsilon_{ctd}/\text{‰}$   $E_{cm}$   $\sigma$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>]  
 141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 150.0

### Sezione

- sezione 1 H=40.00 [cm]

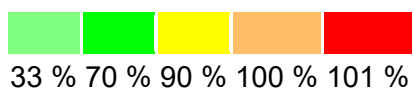
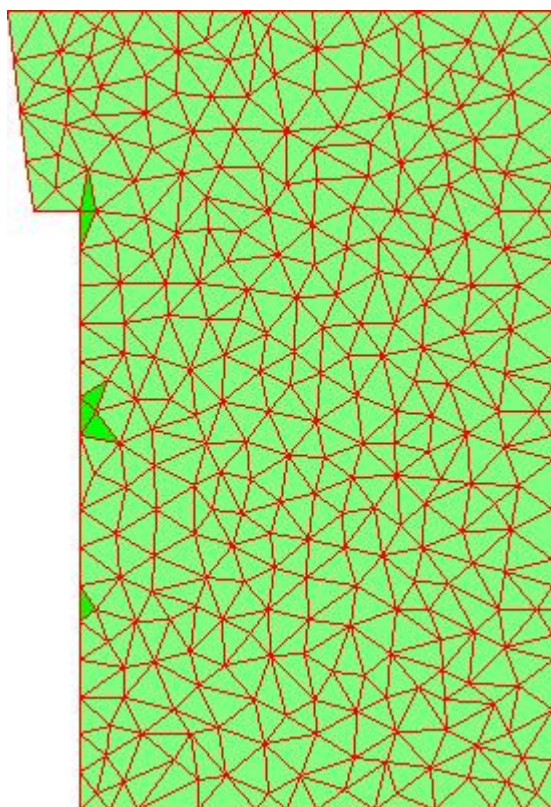
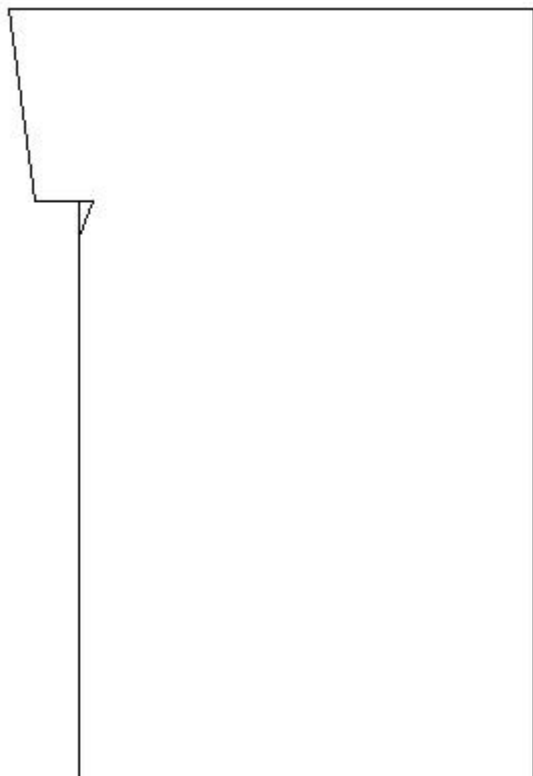
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$	$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$
[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]
7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00

### Azioni di verifica combinazione 51 (2.52 18.95 [m])

$M_{xx}$  3371.14 [kgm/m]  $M_{11}$  2039.83 [kgm/m]  
 $M_y$  3651.00 [kgm/m]  $M_{22}$  4982.30 [kgm/m]  
 $M_{xy}$  -1464.57 [kgm/m]  $\alpha$  42.27 [°]

### Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_{c,Max}$	$\theta$		
		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[°]		
0.47	Estradosso	137.2	148.6	0.0	-47.45		
	Intradosso	-137.2	-148.6	-21.0	42.55		



## Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 37 29 28

### Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$   $\epsilon_{yd}/\text{‰}$   $\epsilon_{ud}/\text{‰}$   $\sigma$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>]  
 3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$   $\epsilon_{c2}/\text{‰}$   $\epsilon_{cu}/\text{‰}$   $f_{ctd}$   $\epsilon_{ctd}/\text{‰}$   $E_{cm}$   $\sigma$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>]  
 141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 250.0

### Sezione

- sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$	$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$
[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]
7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00

### Azioni di verifica combinazione 54 (2.52 18.95 [m])

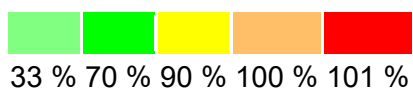
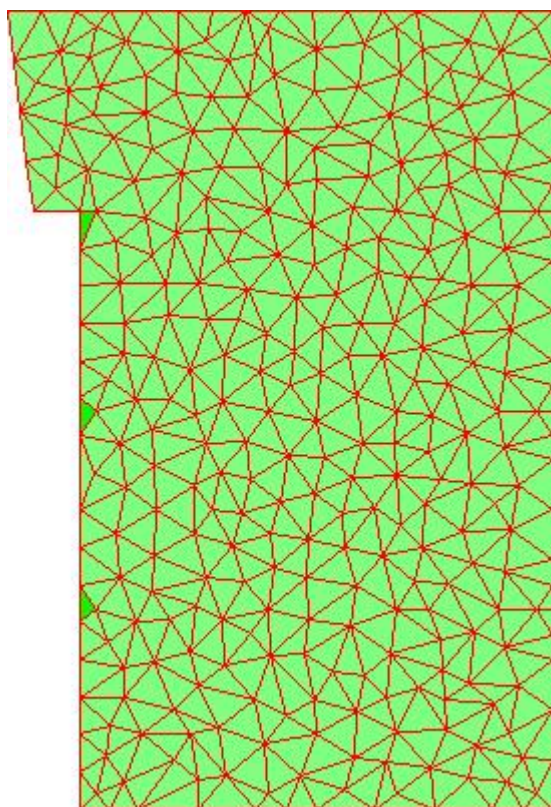
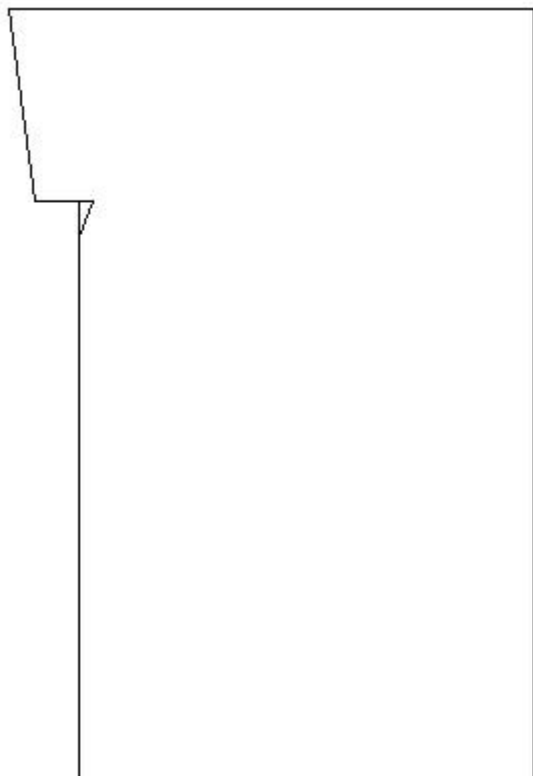
$M_{xx}$  3076.87 [kgm/m]  $M_{11}$  1858.32 [kgm/m]

$M_y$  3321.99 [kgm/m]  $M_{22}$  4540.53 [kgm/m]

$M_{xy}$  -1335.49 [kgm/m]  $\alpha$  42.38 [°]

### Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_{c,Max}$	$\theta$		
		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[°]		
0.43	Estradosso	125.2	135.2	0.0	-47.36		
	Intradosso	-125.2	-135.2	-19.2	42.64		



## Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 37 29 28

### Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$   $\epsilon_{yd}/\text{‰}$   $\epsilon_{ud}/\text{‰}$   $\sigma$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>]  
 3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$   $\epsilon_{c2}/\text{‰}$   $\epsilon_{cu}/\text{‰}$   $f_{ctd}$   $\epsilon_{ctd}/\text{‰}$   $E_{cm}$   $\sigma$   $w_{Max}$   
 [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] [kg/cm<sup>2</sup>] mm  
 141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 112.5 0.30

### Sezione

- sezione 1 H=40.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$	$Af_x$	$cf_{x,Eq}$	$Af_y$	$cf_{y,Eq}$
[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]	[cm <sup>2</sup> ] / m	[cm]
7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00	7.70	3.00

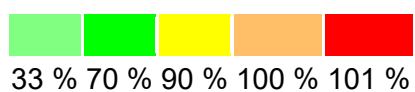
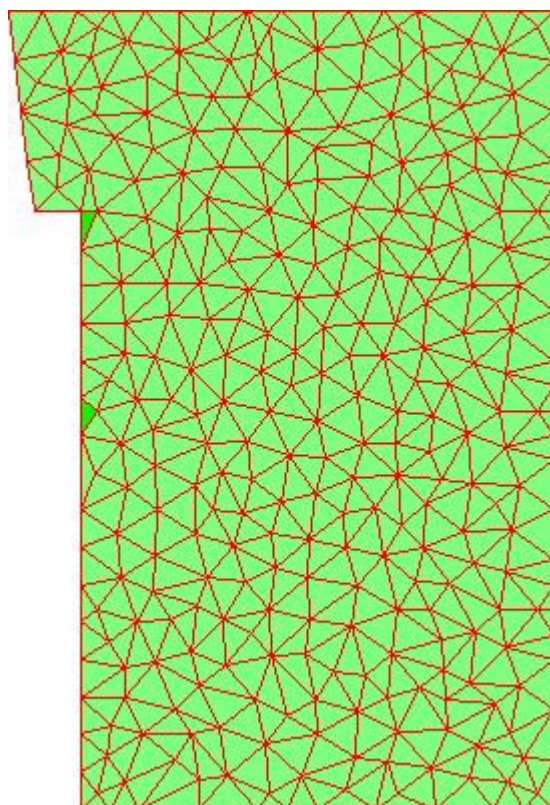
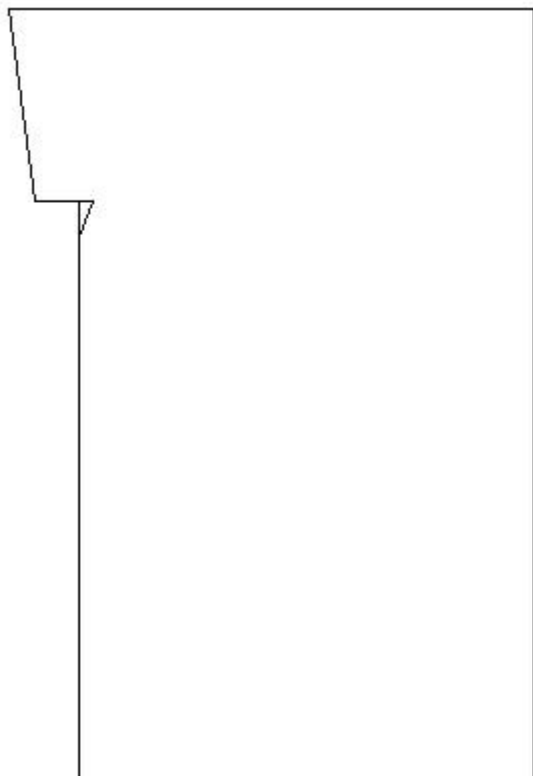
### Azioni di verifica combinazione 55 (2.52 18.95 [m])

$M_{xx}$  3013.24 [kgm/m]  $M_{11}$  1819.07 [kgm/m]  
 $M_y$  3250.85 [kgm/m]  $M_{22}$  4445.02 [kgm/m]  
 $M_{xy}$  -1307.59 [kgm/m]  $\alpha$  42.40 [°]

### Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_{c,Max}$	$\theta$		
		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[°]		
0.42	Estradosso	122.6	132.3	0.0	-47.33	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-122.6	-132.3	-18.8	42.67	NON Fessurato	0.000





## Verifiche a PUNZONAMENTO Stati Limite

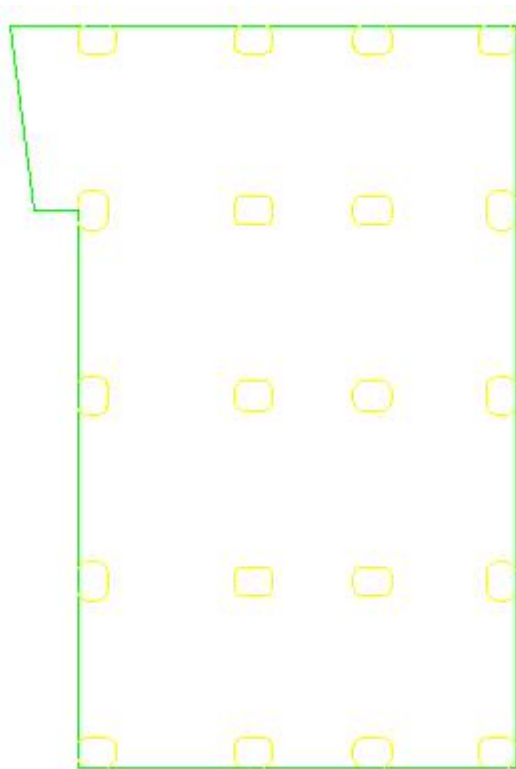
### Dati di verifica

- Distanza a cui è calcolato il perimetro critico  $d=H * 1.00$
- Le tensioni nel terreno vanno ad equilibrare  $V_{Ed}$

### Materiali

Calcestruzzo			Acciaio	
$f_{ck}$	$f_{cd}$	$V_{Rd,max}$	$C_{Rd,c}$	$f_{yd}$
[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]		[kg/cm <sup>2</sup> ]
250.0	141.7	38.3	0.12	3913.0

### Verifiche



Ele me nto	Per im etr o Cri tic o [c m]	H [c m]	Ti p o	A s oi l [c m <sup>2</sup> ]	C oi m b. C rit [c m]	σ <sub>s</sub> oil [k g/ c m <sup>2</sup> ]	N s oi l [k g]	V <sub>E</sub> oi l [k g]	M E oi l [k g]	M E oi l [k g]	B E oi l [k g]	B E oi l [k g]	Estr ado so [c m <sup>2</sup> ]/ m	Intra dos so [c m <sup>2</sup> ]/ m	d [c m]	W <sub>1</sub> [cm <sup>2</sup> ]	k	β	k <sub>v</sub>	p	V <sub>E</sub> d [k g/ c m <sup>2</sup> ]	V <sub>R</sub> d,c [k g/ c m <sup>2</sup> ]	Armatu re Punz. [k g/ c m <sup>2</sup> ]	v <sub>E</sub> oi l [k g/ c m <sup>2</sup> ]	V <sub>E</sub> d,m [k g/ c m <sup>2</sup> ]	V <sub>E</sub> d [k g/ c m <sup>2</sup> ]				
Pil	27	4	B	1	1	0.	11	0	11	67	-	3	6	7.	3	7.	3	3	139	0.2	1.	0.	2.	8.			0	1	5.	0.

[illegible]

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
22  
1  
Se  
zio  
ne  
1  
Pil  
ast  
ro  
No  
do  
22  
0  
Se  
zio  
ne  
1  
Pil  
ast  
ro  
No  
do  
21  
9  
Se  
zio  
ne  
1  
Pil  
ast  
ro  
No  
do  
21  
8  
Se  
zio  
ne  
1  
Pil  
ast  
ro  
No  
do  
21  
7  
Se  
zio  
ne  
1

32 4 B 1 1 0. 11 11 - 3 6 3 3 3 163 0. 3 1. 0.  
 7.7 0. or 1 1 2 27 0 27 27 23 0. 0. 7. . 7. . 7. 777 5 . 7 0  
 9 0 0 3 1 2 8. . 8. 66 45 0 0 70 0 70 0 0 9.4 5 3 3 2  
 0 0 0 0 0 7 0 7 .0 3. 1 0 0 0 0 7 2 1 5 1

0 1  
 4 7. 0.  
 . 1. 2 1  
 3 0 9  
 9 0

41 4 In 1 1 0. 21 21 - 3 6 3 3 3 181 0. 2 1. 0.  
 2.0 0. te 1 1 2 69 0 69 26 18 0. 0. 7. . 7. . 7. 562 5 . 7 0  
 6 0 0 rn 3 1 2 5. . 5. 56 96 0 0 70 0 70 0 0 2.5 5 1 3 2  
 0 0 0 0 0 5 5 .8 1. 2 0 0 0 0 0 7 3 1 5 1

0 1  
 8 6. 0.  
 . 0. 9 1  
 3 0 8  
 7 0

41 4 In 1 1 0. 21 21 - 3 6 3 3 3 181 0. 1 1. 0.  
 2.0 0. te 1 1 2 76 0 76 19 16 0. 0. 7. . 7. . 7. 777 5 . 7 0  
 6 0 0 rn 3 5 2 1. . 1. 04 31 0 0 70 0 70 0 0 0.2 5 9 3 2  
 0 0 0 0 0 2 2 .4 8. 1 0 0 0 0 0 4 2 5 5 1

0 1  
 8 6. 0.  
 . 0. 4 1  
 3 0 7  
 5 0

41 4 In 1 1 0. 21 21 - 3 6 3 3 3 181 0. 2 1. 0.  
 2.0 0. te 1 1 2 66 0 66 22 19 0. 0. 7. . 7. . 7. 769 5 . 7 0  
 6 0 0 rn 3 7 2 3. . 3. 99 54 0 0 70 0 70 0 0 1.4 5 1 3 2  
 0 0 0 0 0 3 3 .3 1 0 0 0 0 0 5 2 4 5 1

0 1  
 8 7. 0.  
 . 0. 0 1  
 3 0 8  
 8 0

32 4 B 1 1 0. 11 11 - 3 6 3 3 3 163 0. 3 1. 0.  
 7.7 0. or 1 1 2 37 0 37 26 23 0. 0. 7. . 7. . 7. 875 5 . 7 0  
 9 0 0 d 3 7 2 1. . 1. 07 69 0 0 70 0 70 0 0 0.9 5 3 3 2  
 0 0 0 0 0 8 8 .1 8 0 0 0 0 0 0 1 2 1 5 1

0 1  
 4 7. 0.  
 . 1. 2 1  
 3 0 9  
 9 0

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
14  
3  
Se  
zio  
ne  
1

32	4	B	1		13	13	-	19	3	6		3	3	3	164	0.	2	1.	0.				
7.7	0.	or	3	0.	75	0	75	12	69	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	297	5	.	7	0	2.	8.
9	0	d	3	3	9.	0	9.	99	0.	0	0	70	0	70	0	0	3.6	5	5	3	2	9	0
	0	o	3		9	0	9	.2	4	0	0	0	0	0	0	6	1	8	5	2	1		

0	1			
4		6.	0.	
1.	8		1	
3	0		8	
7	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
14  
2  
Se  
zio  
ne  
1

41	4	In	1		24	24	-	15	3	6		3	3	3	181	0.	1	1.	0.				
2.0	0.	te	3	0.	07	0	07	22	44	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	511	5	.	7	0	2.	8.
6	0	rn	3	2	6.	0	6.	41	1.	0	0	70	0	70	0	0	1.6	5	8	3	2	9	0
	0	o	3		8	0	8	.7	8	0	0	0	0	0	0	4	4	1	5	2	1		

0	1			
8		6.	0.	
0.	6		1	
3	0		7	
6	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
14  
1  
Se  
zio  
ne  
1

41	4	In	1		23	23		13	3	6		3	3	3	181	0.	1	1.	0.				
2.0	0.	te	2	0.	87	0	87	19	28	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	464	5	.	7	0	2.	8.
6	0	rn	7	2	2.	0	2.	88	7.	0	0	70	0	70	0	0	5.4	5	7	3	2	7	0
	0	o	3		8	0	8	.5	6	0	0	0	0	0	0	1	4	1	5	2	1		

0	1			
8		6.	0.	
0.	1		6	
3	0		6	
3	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
14  
0  
Se  
zio  
ne  
1

41	4	In	1		24	24		15	3	6		3	3	3	181	0.	1	1.	0.				
2.0	0.	te	2	0.	12	12		18	86	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	760	5	.	7	0	2.	8.
6	0	rn	7	2	6.	0	6.	83	0.	0	0	70	0	70	0	0	0.3	5	8	3	2	9	0
	0	o	3		7	0	7	.0	4	0	0	0	0	0	0	7	2	3	5	2	1		

0	1			
8		6.	0.	
0.	6		1	
3	0		7	
6	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
13  
9  
Se  
zio  
ne  
1

32	4	B	1		14	14		19	3	6		3	3	3	164	0.	2	1.	0.				
7.7	0.	or	2	0.	21	0	21	12	78	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	333	5	.	7	0	3.	8.
9	0	d	7	3	3.	0	3.	01	1.	0	0	70	0	70	0	0	9.5	5	5	3	2	0	0
	0	o	3		6	0	6	.2	9	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	2	1		

0	1			
4		6.	0.	
1.	9		1	
3	0		8	
7	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
38  
Se  
zio  
ne  
1

32	4	B	1		16	16	70	-	3	6		3	3	3	138	0.	2	1.	0.
7.7	0.	or	.	3	23	23	05	97	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	146	6	.	7
9	0	d	3	3	7.	7.	.6	23	0	0	70	0	70	0	0	7.7	0	0	3
	0	o			7	7		.3	0	0		0	0	0	0	5	6	5	1

0	1			
4		6.	0.	
.	1.	4	1	
3	0		7	
4	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
37  
Se  
zio  
ne  
1

36	4	B	1		24	24	23	-	3	6		3	3	3	170	0.	2	1.	0.
9.9	0.	or	.	3	56	56	76	26	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	609	6	.	7
3	0	d	3	2	9.	9.	3.	31	0	0	70	0	70	0	0	3.1	9	4	3
	0	o			2	2	9	.5	0	0		0	0	0	9	8	7	5	1

0	1			
4		11	0.	
.	1.	.6	3	
5	0		0	
6	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
36  
Se  
zio  
ne  
1

32	4	B	1		26	26	-	14	3	6		3	3	3	164	0.	2	1.	0.
7.7	0.	or	.	3	60	60	21	24	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	290	6	.	7
9	0	d	3	3	7.	7.	7.	.6	0	0	70	0	70	0	0	6.7	9	1	3
	0	o			0	0	9		0	0		0	0	0	9	9	2	5	1

0	1			
4		10	0.	
.	1.	.8	2	
5	0		8	
8	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
35  
Se  
zio  
ne  
1

32	4	B	1		22	22	19	15	3	6		3	3	3	164	0.	2	1.	0.
7.7	0.	or	.	5	58	58	94	63	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	199	6	.	7
9	0	d	3	3	7.	7.	1.	.8	0	0	70	0	70	0	0	1.3	9	2	3
	0	o			5	5	8		0	0		0	0	0	8	9	4	5	1

0	1			
4		9.	0.	
.	1.	7	2	
5	0		5	
2	0			

Pil  
ast  
ro  
No  
do  
34  
Se  
zio  
ne  
1

27	4	B	1		12	12	-	11	3	6		3	3	3	123	0.	2	1.	0.
3.5	0.	or	.	3	68	68	55	15	0.	0.	7.	.	7.	.	7.	118	5	.	7
3	0	d	2	3	3.	3.	92	6.	0	0	70	0	70	0	0	5.4	8	2	3
	0	o			3	3	.9	8	0	0		0	0	0	4	3	7	5	1

0	1			
4		5.	0.	
.	1.	5	1	
3	0		4	
6	0			

- [\*\*En.Ex.Sys. WinStrand\*\*](#)
- [\*\*Verifiche lastre/piastre\*\*](#)