



**Comune di Fano**  
**Provincia di Pesaro Urbino**  
Settore LAVORI PUBBLICI

**CENTRO CIVICO NELL'EX COLONIA TONNINI**  
**IN FANO, LOCALITA' GIMARRA**  
**1° STRALCIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**STATO DI PROGETTO:** INTERVENTO LOCALE AL SOLAIO DI COPERTURA  
- Stato di progetto strutturale: Relazione generale illustrativa - B1  
Relazione di calcolo - C1  
Relazione sulle fondazioni - E1

**PROGETTAZIONE:** Progetto strutturale in copertura: Dott. Ing. Silvio Camboni

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:** Dott. Ing. Sandro Sorbini

SCALA: 1:100	SPEC.	TAV.	REV.
DATA:		<b>S1</b>	

## **RELAZIONE GENERALE – B1**

### ***RISTRUTTURAZIONE DI PORZIONE DI FABBRICATO USO CENTRO CIVICO***

**- codice ER -**

Trattasi di intervento di: straordinaria manutenzione - risanamento conservativo / Ristrutturazione di Edificio ad uso Centro Civico Comunale con Riparazione o intervento locale di cui al p.to 8.4.1 delle N.T.C. in Aggiornamento D.M.I.T. 17 gennaio 2018 (NTC 2018) - Cod. ER

#### **- DESCRIZIONE GENERALE OPERA**

L'edificio interessato all'intervento di cui la presente si trova in zona residenziale della Località Gimarra di Fano "lottizzazione di espansione" La porzione di edificio in cui è inserita l'unità di intervento, fa parte di un complesso residenziale, commerciale, direzionale oltre ad attrezzature collettive ed attività sociali, disposto a corte pluripiano e condominiale.

##### **Descrizione dell'edificio**

L'immobile oggetto di intervento è costituito da porzione dell'edificio a corte destinata ad attrezzature collettive ed attività sociali, posta ai piani terra e primo con sottostante garage al piano sottostrada. La destinazione è centro civico per attività ricreative e usi civici in generale.

La struttura del complesso immobiliare è in C.A. con sistema a travi e pilastri con solai di piano in laterocemento composti da travetti tralicciati con fondella in laterizio e interposte pignatte.

La costruzione del complesso immobiliare è stata realizzata negli anni 2007-2008.

Il sottoscritto progettista strutturale, esaminato lo stato dei luoghi sulla scorta della progettazione architettonica può riportare le indicazioni ai sensi del Par.8.2 delle NTC 2018, ovvero:

- la costruzione riflette le conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- in essa possono essere insiti, ma non palesi, difetti di impostazione e di realizzazione;
- essa può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le sue strutture possono presentare degrado e/o modifiche significative, rispetto alla situazione originaria.

di cui il sottoscritto terrà conto nella valutazione della sicurezza ai sensi del Par.8.3 delle NTC 2018.

## Interventi di progetto

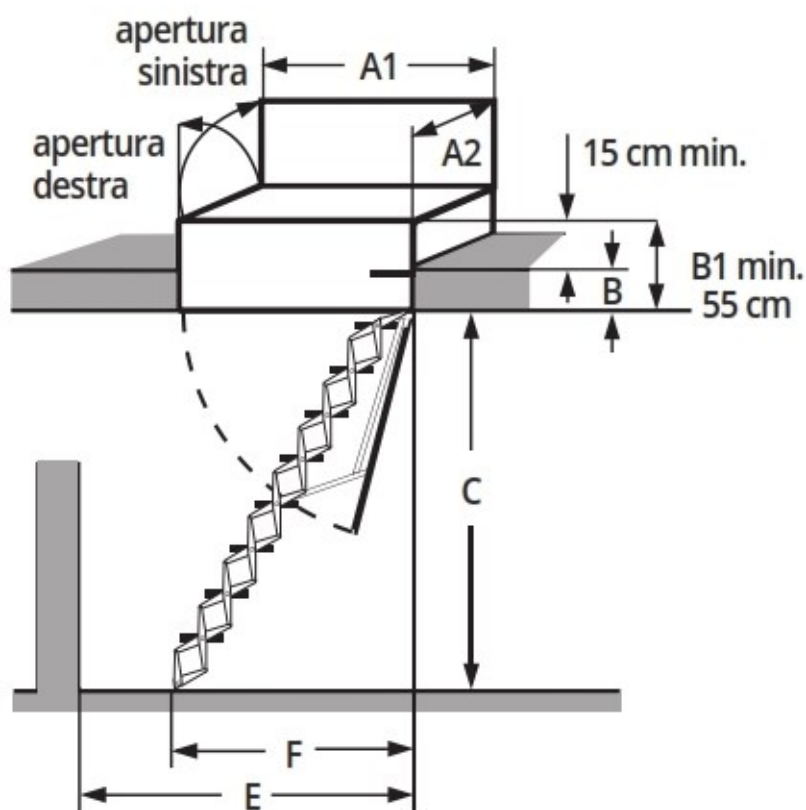
Inquadramento ubicazionale: Comune di Fano – Via Cena



Nello specifico sarà demolita una piccola porzione di solaio al piano secondo per inserire una scala interna di tipo retrattile di collegamento tra la scala principale e il piano copertura. Il foro nel solaio interesserà parte dei travetti e sarà strutturalmente ripristinata la rigidità tramite cerchiatura in C.A. realizzata con formazione di cordoli indicati con la tipologia T1 e T2 che si ancoreranno alle travi circostanti. La parte di vuoto restante sarà chiusa con travetti e pignatte di alleggerimento con getto di completamento in soletta armata in continuità ed omogeneità al solaio circostante.

La scala è di tipo retrattile con struttura leggera in alluminio e coibentata termicamente.

L'utilizzo sarà riservato al solo personale addetto alla manutenzione delle macchine termiche allocate in copertura e alla manutenzione in generale della copertura stessa.



### Le misure di costruzione (pendenza scala 65°)

<b>C</b>	Altezza locale da - a	cm	200-230	231-255	256-285	286-315	316-340	341-370	371-390	391-410
	Numero gradini	n.	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>A1*</b>	Lungh. foro min.	cm	80	80	90	100	110	130	140	150
<b>A2*</b>	Larghezza foro (standard 70 cm)	cm	può essere scelta indipendentemente dalla lunghezza A1 e altezza C							
	Larghezza scalino		in funzione di A2							
<b>B1</b>	Altezza telaio	cm	spessore della soletta e della copertura B + 15 cm (minimo 55 cm)							
	Apertura della controbotola		eseguita su richiesta: apertura a destra o a sinistra rispetto alla direzione di salita							
<b>E</b>	Spazio di estrazione	cm	140	155	170	180	195	210	230	240
<b>F</b>	Punto di appoggio scala	cm	115-125	125-140	145-155	155-165	170-175	180-190	210	220

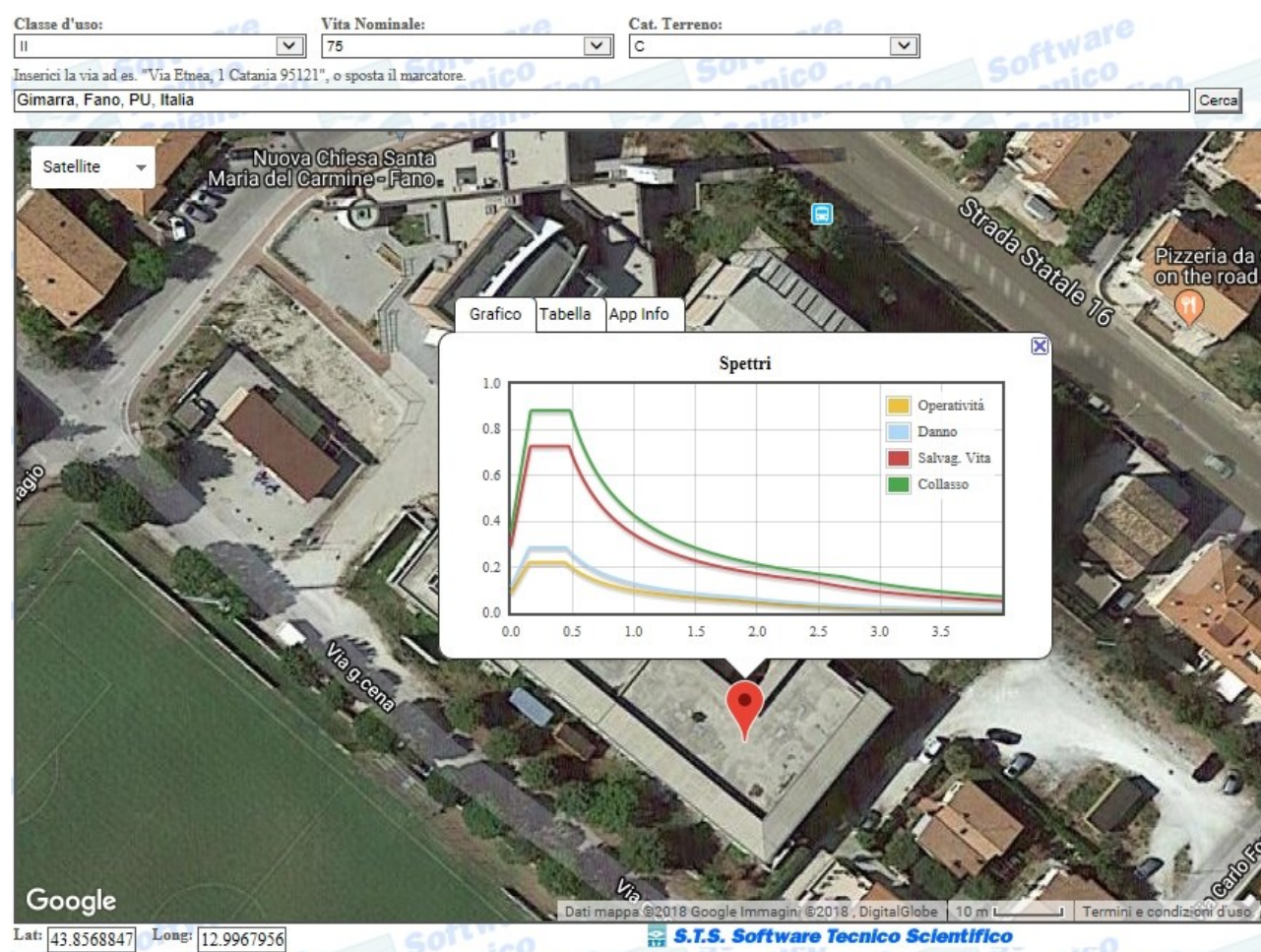
\* A1 e A2 versione termoisolata + 5 cm sui valori indicati in tabella.



Completaranno l'intervento la realizzazione di irrigidimenti (cordoli estradossati) di ripartizione dei carichi al piano copertura, ancorati agli elementi strutturali presenti localmente. Su questi saranno posizionati profili in acciaio a sezione aperta per l'alloggiamento delle due macchine termiche previste.

Gli interventi di seguito descritti interessando porzione dell'edificio rientrano tra quelli indicati al punto di cui alla Circolare n° 617 del 02/02/09 - 8.4.3 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE.

#### Inquadramento sismico: Comune di Fano – Via Cena



Rientrano in questa tipologia tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso.

Può rientrare in questa categoria anche la sostituzione di coperture e solai, solo a condizione che ciò non comporti una variazione significativa di rigidità nel proprio piano, importante ai fini della ridistribuzione di forze orizzontali, né un aumento dei carichi verticali statici.

Interventi di ripristino o rinforzo delle connessioni tra elementi strutturali diversi (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di catene/tiranti) ricadono in questa categoria, in quanto comunque migliorano anche il comportamento globale della struttura, particolarmente rispetto alle azioni sismiche.

#### - **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il calcolo delle opere si è svolta nel rispetto della seguente normativa vigente:

- D.M 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni (Aggiornamento);
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

il progettista

ing. Silvio Camboni

---

### **RELAZIONE DI CALCOLO**

**- C1 -**

#### ● **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- N.T.C. in Aggiornamento D.M.I.T. 17 gennaio 2018 (NTC 2018);
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

#### ● **MISURA DELLA SICUREZZA**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (**SL**) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi **SLU** e gli stati limite di esercizio **SLE**.

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Trattandosi di intervento locale come indicato al Par. 8.4.1. delle NTC 2018:

– **modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.**

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al § 8.3 è limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti e non produrrà limitazioni all'uso dell'unità immobiliare di intervento.

La valutazione della sicurezza e la progettazione dell'intervento è eseguita con riferimento ai soli SLU, trattandosi di Costruzione in classe II

Il cordolo di cerchiatura del solaio per la realizzazione della rampa scala viene verificato agli SLU per la combinazione fondamentale.

## • ANALISI DEI CARICHI

Azioni permanenti G1:

solaio in laterocemento 24+4 gettato in opera	3,75 kN/mq
---	------------

Azioni semi-permanenti G2:

massetti	2,50 “
isolanti e impermeabilizzazione	<u>0,85 “</u>
	3,35 kN/mq

Azioni Accidentali	Q1	copertura praticabile / neve e vento	2,00 kN/mq
--------------------	----	--------------------------------------	------------

## • COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17.01.2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le combinazioni delle azioni e per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2018;

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

## CALCOLAZIONI DI VERIFICA ESEGUITE

A) Verifica degli elementi portanti principali quali i cordoli di cerchiatura delimitante l'arrivo della rampa scala, con verifica agli S.L.U.

Si allegano di seguito le calcolazioni effettuate nelle sezioni caratteristiche di sollecitazione che hanno dato esito positivo.

Le azioni sono calcolate con schemi semplici di vincolo che rispecchiano le condizioni più gravose; (nel caso del cordolo principale T1 sono considerate le due azioni puntuali negli agganci ed è stato utilizzato il p.s.e.)

### Schema Trave 1 (A)

TRAVI APPOGGIATE	
	<p> <math>P</math> [kN] = 16.800      <math>J</math> [cm<sup>4</sup>] = 64027  <math>a</math> [cm] = 80      <math>E</math> [N/mm<sup>2</sup>] = 21000  <math>l</math> [cm] = 330  <math>x</math> [cm] = 160         </p>
	<p>Reazioni</p> <p> <math>V_A</math> [kN] = 12.727      <math>V_B</math> [kN] = 4.073         </p>
	<p>Taglio</p> <p> <math>T_A</math> [kN] = 12.727      <math>T_{Cd}</math> [kN] = -4.073  <math>T_B</math> [kN] = -4.073      <math>T_x</math> [kN] = -4.073  <math>T_{Cs}</math> [kN] = 12.727         </p>
	<p>Momenti</p> <p> <math>M_A</math> [kNm] = 0.000      <math>M_x</math> [kNm] = 6.924  <math>M_B</math> [kNm] = 0.000      <math>M_C</math> [kNm] = 10.182         </p>
	<p>Spostamenti</p> <p> <math>f_c</math> [cm] = 0.050  <math>\alpha</math> [°] = 0.042  <math>\beta</math> [°] = 0.030         </p>

### Schema Trave 1 (B)



<div>TRAVI APPOGGIATE</div>	<div> <div> <div><math>P</math> [kN] ?4</div> <div><math>a</math> [cm] ?240</div> <div><math>l</math> [cm] ?330</div> <div><math>x</math> [cm] ?80</div> </div> <div> <div><math>J</math> [cm<sup>4</sup>] ?64027</div> <div><math>E</math> [ N/mm<sup>2</sup>] ?21000</div> </div> </div>	
	<div>Reazioni</div> <div> <div><math>V_A</math> [kN] =1.091</div> <div><math>V_B</math> [kN] =-2.909</div> </div>	
	<div>Taglio</div> <div> <div><math>T_A</math> [kN] =1.091</div> <div><math>T_B</math> [kN] =-2.909</div> <div><math>T_{Cs}</math> [kN] =1.091</div> <div><math>T_{Cd}</math> [kN] =-2.909</div> <div><math>T_x</math> [kN] =1.091</div> </div>	
	<div>Momenti</div> <div> <div><math>M_A</math> [kNm] =0.000</div> <div><math>M_B</math> [kNm] =0.000</div> <div><math>M_C</math> [kNm] =2.618</div> <div><math>M_x</math> [kNm] =0.873</div> </div>	
	<div>Spostamenti</div> <div> <div><math>f_c</math> [cm] =0.014</div> <div><math>\alpha</math> [°] =0.008</div> <div><math>\beta</math> [°] =0.011</div> </div>	

Schema Trave 2

<div>TRAVI APPOGGIATE</div>	<div> <div> <div><math>p</math> [kN/ml] ?12.6</div> <div><math>l</math> [cm] ?265</div> <div><math>x</math> [cm] ?132</div> </div> <div> <div><math>J</math> [cm<sup>4</sup>] ?45733</div> <div><math>E</math> [ N/mm<sup>2</sup>] ?21000</div> </div> </div>	
	<div>Reazioni</div> <div> <div><math>V_A</math> [kN] =16.695</div> <div><math>V_B</math> [kN] =16.695</div> </div>	
	<div>Taglio</div> <div> <div><math>T_A</math> [kN] =16.695</div> <div><math>T_B</math> [kN] =-16.695</div> <div><math>T_x</math> [kN] =0.063</div> </div>	
	<div>Momenti</div> <div> <div><math>M_A</math> [kNm] =0.000</div> <div><math>M_B</math> [kNm] =0.000</div> <div><math>M_C</math> [kNm] =11.060</div> <div><math>M_x</math> [kNm] =11.060</div> </div>	
	<div>Spostamenti</div> <div> <div><math>f_{max}</math> [cm] =0.084</div> <div><math>\alpha</math> [°] =0.058</div> <div><math>f_x</math> [cm] =0.084</div> </div>	

## VERIFICA TRAVE 1

### OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;  
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;  
Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: fuori dalla zona critica; Carico conc.: No  
Armatura inferiore a taglio: Si; Considera eccentricità aggiuntiva: No; Verifica eccentricità M/N: Si;  
Considera eccentricità aggiuntiva e verifica solo nei pilastri: Si;  
Trasl. momento flett.: No; Non inserire staffe: No; Considera solo staffe: No;  
Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: poco sensibili.  
Lunghezza libera di inflessione dir. X (per NTC 2018) HLx (cm):: 0.00  
Lunghezza libera di inflessione dir. Y (per NTC 2018) HLy (cm):: 0.00

### MATERIALI:

Calcestruzzo: C28/35;  $R_{ck}=35.00$ ;  $E_c=32588.11$ ; N/mm<sup>2</sup>;  $\gamma_c=1.50$   
 $f_{ck}=29.05$ ;  $f_{cd}=16.46$ ;  $f_{ctk}=1.98$ ;  $f_{ctd}=1.32$ ;  $f_{ctm}=2.83$ ;  $f_{cfm}=3.40$ ; (in N/mm<sup>2</sup>)  
Grafico tensioni/deformazioni cls:  $f_2=16.46$  N/mm<sup>2</sup>;  $\epsilon_{cu2}=0.0035$ ;  $\epsilon_{c2}=0.0020$   
Acciaio barre: B450C;  $\gamma_s=1.15$   
 $f_{yk}=450.00$ ;  $f_{yd}=391.30$ ;  $f_{bd}=2.98$ ;  $E_s=206000.00$ ; (in N/mm<sup>2</sup>)  
Grafico tensioni/deformazioni acciaio:  $\sigma_u=0.0675$ ;  $k=1.15$   
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si  
Acciaio staffe:  $f_{yks}=430.00$ ,  $f_{yds}=373.91$  (in N/mm<sup>2</sup>)  
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

### FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm): B = 35.00 cm; Base (cm): H = 28.00 cm  
Rotazione: rot = 0.00 gradi  
Area totale acciaio :  $A_{st} = 16.08$  cm<sup>2</sup>  
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm  
Diametro staffe : ds = 8 mm

### GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area:  $A_{cls} = 980.00$  cm<sup>2</sup>; Baricentro:  $X_{gCls} = 0.00$  cm;  $Y_{gCls} = 0.00$  cm  
Momenti d'inerzia:  $J_x = 64026.67$  cm<sup>4</sup>;  $J_y = 100041.67$  cm<sup>4</sup>;  $J_{xy} = 0.00$  cm<sup>4</sup>;  
Momenti principali d'inerzia:  $J_{csi} = 100041.67$  cm<sup>4</sup>;  $J_{eta} = 64026.67$  cm<sup>4</sup>;  
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x:  $\theta = -1.57$  rad;

### COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).  
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (N, Nm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	11055	0	0	13818	0

### VERIFICA PRESSO-TENSO-FLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro  $ax+by+c=0$  :  $a=0.000000$ ;  $b=2000.000000$ ;  $c=-19024.310253$   
Angolo asse neutro-asse x :  $\alpha=0.00000$  gradi sessadec. in senso antiorario

### Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

#### Sezione parzializzata

Deformazione massima cls :  $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$   
Deformazione massima acciaio :  $\epsilon_f = -15.52918 / 1000$   
Deformazione minima acciaio :  $\epsilon_f' = 0.69242 / 1000$

### Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=0.00;  $M_{xiS}=0.00$ ;  $M_{yiS}=-11055.00$ ;  $T_{xiS}=-13818.00$ ;  $T_{yiS}=0.00$   
Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna  
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):  
NR= -7.81;  $M_{xiR}= -0.00$ ;  $M_{yiR}= -71107.36$

Mxi0=-0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.  
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=71107.36$ ;  $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=11055.00$   
 Fattore di sicurezza ad N costante:  $MR/MS = 6.4321 > 1$   
**VERIFICA POSITIVA**

VALORI DI  $\delta$  (p 4.1.1.1 NTC2008) ( $x/d=0.1839$ )  
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6699$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ( $Af_{Tot}=16.08 \text{ cm}^2$ ;  $Area_{Cls}=980.00 \text{ cm}^2$ )  
 Armatura tesa (comb. 1):  $Af=8.04 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 1.40 \text{ cm}^2$   
 $Af=8.04 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 1.11 \text{ cm}^2$   
 con:  $b_t=35.00 \text{ cm}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$   
 $Af_{tesa \text{ max}} (\text{comb. 1})=8.04 \text{ cm}^2$  e  $Af_{compr \text{ max}} (\text{comb. 1})=8.04 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=39.20 \text{ cm}^2$   
**VERIFICHE POSITIVE**

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE  
 $Area_{cls}=980.00 \text{ cm}^2$ ,  $f_{yk}=450.00 \text{ MPa}$   
 Armatura compressa:  $Af=8.04 \text{ cm}^2$ ;  $\rho_{comp}=0.008207$   
 Armatura tesa :  $Af=8.04 \text{ cm}^2$ ;  $\rho=0.008207$   
 Verifiche positive:  $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$ ;  $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$ ;  
 Sono presenti almeno due barre  $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$  nei bordi superiore ed inferiore.  
**VERIFICHE POSITIVE**

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE  
 Comb. N.: 1;  $V_{su}=13818.00 \text{ N}$ ;  $\tau_{maxTr}=V_{su}/Af=8.5906 < f_{yd}=391.3000 \text{ N/mm}^2$   
**VERIFICA POSITIVA**

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; ( $f_{cd}=16.4600$ ,  $f_{ctd}=1.32$ ,  $f_{ck}=29.05 \text{ in N/mm}^2$ )  
 Armatura da verificare: Staffe a  $90^\circ$   $1\varnothing 8$  a 2 br. ogni  $15.00 \text{ cm} \Rightarrow A_{sw}/s=6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $VEd=13818.00 \text{ N}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$ ;  $b_w=35.00 \text{ cm}$ ,  $\alpha_c=1.0000$ ,  $\cot(\theta)=2.5000$   
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 218123.38 \text{ N}$   
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot \cot(\theta) \cdot \sin(90^\circ) = 137577.69 \text{ N}$   
 $VEd < \min(VR_{sd}, VR_{cd})$ ;  $13818.00 < \min(218123.38, 137577.69) \Rightarrow$  **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICHE PASSO STAFFE. a  $90^\circ$  (N.ro bracci:  $N_b=2$ , Area sing.:  $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$ )  
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a  $45$  gradi  
 Area staffe necessari al taglio (Comb. n.ro 1) ( $f_{ydSt}=373.91 \text{ N/mm}^2$ )  
 $VEd=13818.00 \text{ N}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$ ;  $b_w=35.00 \text{ cm}$ ,  $\cot(\theta)=2.5000$   
 da  $VEd=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$  si ottiene:  $A_{sw}/s=0.67 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 149.35 \text{ cm}$   
 Area minima per le travi:  $A_{st}=0.15 \cdot b_w = 0.15 \cdot 35.00 = 5.25 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $s = N_b \cdot A_{1s} / A_{st} = 19.15 \text{ cm}$   
 $s = 0.8 \cdot h_{utile} = 0.8 \cdot 24.40 = 19.52 \text{ cm}$   
 $s = 33 \text{ cm}$

Passo inserito  $15.00 \leq s_{min}=19.15$  **VERIFICA POSITIVA**

oooooooooooooooooooooooooooo **VERIFICHE TUTTE POSITIVE** ooooooooooooooooooooooooooooo

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-17.50	-14.00	-18.34
2	-17.50	14.00	3.50
3	17.50	14.00	3.50
4	17.50	-14.00	-18.34

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	13.90	10.40	16.00	0.69
2	13.90	-10.40	16.00	-15.53
3	-13.90	-10.40	16.00	-15.53

4	-13.90	10.40	16.00	0.69
5	-4.63	10.40	16.00	0.69
6	4.63	10.40	16.00	0.69
7	-4.63	-10.40	16.00	-15.53
8	4.63	-10.40	16.00	-15.53

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-17.50	9.51
2	17.50	9.51

#### Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

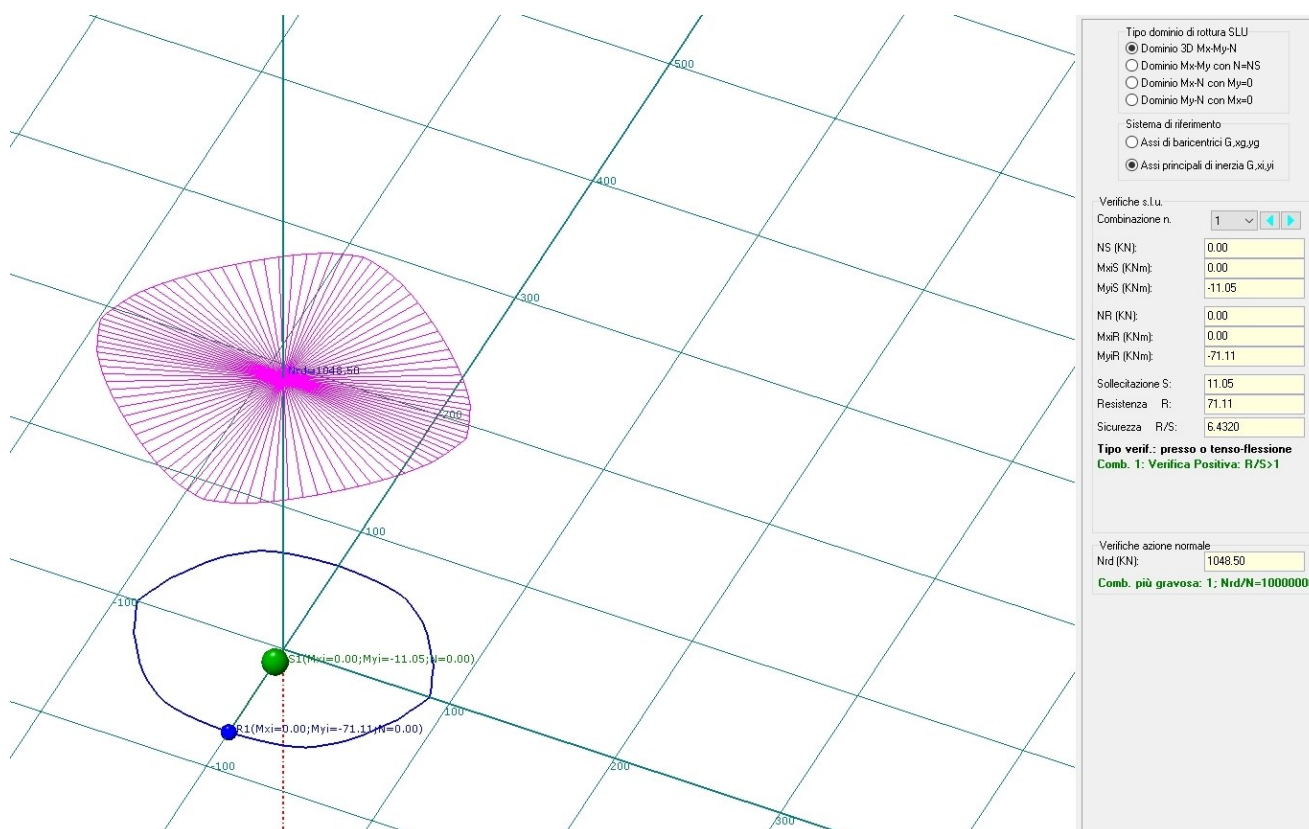
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd=fcd•Acls•0.65=1048502 N) ; T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt=-714374 N); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(N)	(Nm)	(Nm)	(N)	(Nm)	(Nm)	(cm²)	(cm²)			
1	0	0	-11055	-8	-0	-71107	8.04	8.04	6.4321	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU



## VERIFICA TRAVE 2

- ..OPZIONI:
- .. Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- .. Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
- .. Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: fuori dalla zona critica; Carico conc.: No
- .. Armatura inferiore a taglio: Si; Considera eccentricità aggiuntiva: No; Verifica eccentricità M/N: Si;
- .. Considera eccentricità aggiuntiva e verifica solo nei pilastri: Si;
- .. Trasl. momento flett.: No; Non inserire staffe: No; Considera solo staffe: No;
- .. Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: poco sensibili.
- .. Lunghezza libera di inflessione dir. X (per NTC 2018) HLx (cm):: 0.00
- .. Lunghezza libera di inflessione dir. Y (per NTC 2018) HLy (cm):: 0.00
- ..
- .. MATERIALI:
- .. Calcestruzzo: C28/35; Rck=35.00; Ec= 32588.11; N/mm<sup>2</sup>;  $\gamma_c$ : 1.50
- .. fck=29.05; fcd=16.46; fctk=1.98; fctd=1.32; fctm=2.83; fcfm=3.40; (in N/mm<sup>2</sup>)
- .. Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=16.46 N/mm<sup>2</sup>;  $\epsilon_{cu}$ =0.0035;  $\epsilon_{c2}$ =0.0020
- .. Acciaio barre: B450C;  $\gamma_s$ : 1.15
- .. fyk=450.00; fyd=391.30; fbd=2.98; Es=206000.00; (in N/mm<sup>2</sup>);
- .. Grafico tensioni/deformazioni acciaio:  $\sigma_u$ =0.0675; k=1.15
- .. Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
- .. Acciaio staffe: fyks=430.00, fyds=373.91 (in N/mm<sup>2</sup>)
- .. Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %
- ..
- .. FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
- .. Base (cm): B = 25.00 cm; Base (cm): H = 28.00 cm
- .. Rotazione: rot = 0.00 gradi
- .. Area totale acciaio : Ast = 12.06 cm<sup>2</sup>
- .. Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
- .. Diametro staffe : ds = 8 mm
- ..
- .. GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
- .. Area: Acls = 700.00 cm<sup>2</sup>; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
- .. Momenti d'inerzia: Jx = 45733.33 cm<sup>4</sup>; Jy = 36458.33 cm<sup>4</sup>; Jxy = 0.00 cm<sup>4</sup>;
- .. Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 45733.33 cm<sup>4</sup>; Jeta = 36458.33 cm<sup>4</sup>;
- .. Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x:  $\theta$  = -0.00 rad;
- ..
- .. COMBINAZIONI DI CARICO:
- .. Azione normale (positiva se di compressione).
- .. Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (N, Nm).
- ..

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	11060	0	0	16800	0

- ..
- .. VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):
- .. Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=2000.000000; c=-18889.286306
- .. Angolo asse neutro-asse x :  $\alpha$ = 0.00000 gradi sessadec. in senso antiorario
- ..
- .. Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
- .. Sezione parzializzata
- .. Deformazione massima cls :  $\epsilon_c$  = 3.50000 / 1000
- .. Deformazione massima acciaio :  $\epsilon_f$  = -15.24716 / 1000
- .. Deformazione minima acciaio :  $\epsilon_f$ = 0.73403 / 1000
- ..
- .. Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):
- .. NS=0.00; MxiS=11060.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=16800.00
- .. Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna
- .. Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):
- .. NR= -0.74; MxiR= 53171.36; MyiR= -0.00



- ..  
- .. Mxi0=-0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.  
- ..  $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=53171.36$ ;  $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=11060.00$   
- .. Fattore di sicurezza ad N costante:  $MR/MS = 4.8075 > 1$   
- .. VERIFICA POSITIVA  
- ..  
- .. VALORI DI  $\delta$  (p 4.1.1.1 NTC2008) ( $x/d = 0.1867$ )  
- ..  $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\varepsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6734$   
- ..  
- .. VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ( $A_{fTot}=12.06 \text{ cm}^2$ ;  $Area_{Cls}=700.00 \text{ cm}^2$ )  
- .. Armatura tesa (comb. 1):  $A_{ft}=6.03 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 1.00 \text{ cm}^2$   
- ..  $A_{ft}=6.03 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot d = 0.79 \text{ cm}^2$   
- .. con:  $b=25.00 \text{ cm}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$   
- ..  $A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 1}) = 6.03 \text{ cm}^2$  e  $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1}) = 6.03 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls} = 28.00 \text{ cm}^2$   
- .. VERIFICHE POSITIVE  
- ..  
- .. VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE  
- ..  $Area_{cls}=700.00 \text{ cm}^2$ ,  $f_{yk}=450.00 \text{ MPa}$   
- .. Armatura compressa:  $A_{fc}=6.03 \text{ cm}^2$ ;  $\rho_{comp}=0.008617$   
- .. Armatura tesa :  $A_{ft}=6.03 \text{ cm}^2$ ;  $\rho=0.008617$   
- .. Verifiche positive:  $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$ ;  $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$ ;  
- .. Sono presenti almeno due barre  $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$  nei bordi superiore ed inferiore.  
- .. VERIFICHE POSITIVE  
- ..  
- .. VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE  
- .. Comb. N.: 1;  $V_{su}=16800.00 \text{ N}$ ;  $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_{ft}=13.9261 < f_{yd}=391.3000 \text{ N/mm}^2$   
- .. VERIFICA POSITIVA  
- ..  
- .. VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; ( $f_{cd}=16.4600$ ,  $f_{ctd}=1.32$ ,  $f_{ck}=29.05 \text{ in N/mm}^2$ )  
- .. Armatura da verificare: Staffe a  $90^\circ$   $1\phi 8$  a 2 br. ogni  $8.00 \text{ cm} \Rightarrow A_{sw/s}=12.57 \text{ cm}^2/\text{m}$   
- ..  $V_{Ed}=16800.00 \text{ N}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$ ;  $b_w=25.00 \text{ cm}$ ,  $\alpha_c=1.0000$ ,  $\cot(\theta)=2.5000$   
- ..  $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 155802.41 \text{ N}$   
- ..  $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd\_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 257958.17 \text{ N}$   
- ..  $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$ ;  $16800.00 < \min(155802.41, 257958.17) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$   
- ..  
- .. VERIFICHE PASSO STAFFE. a  $90^\circ$  (N.ro bracci:  $N_b=2$ , Area sing.:  $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$ )  
- .. N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,  
- .. con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a  $45$  gradi  
- .. Area staffe necessari al taglio (Comb. n.ro 1) ( $f_{ydSt}=373.91 \text{ N/mm}^2$ )  
- ..  $V_{Ed}=16800.00 \text{ N}$ ;  $d=24.40 \text{ cm}$ ;  $b_w=25.00 \text{ cm}$ ,  $\cot(\theta)=2.5000$   
- .. da  $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$  si ottiene:  $A_{sw/s}=0.82 \text{ cm}^2/\text{m}$   
- ..  $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 122.84 \text{ cm}$   
- .. Area minima per le travi:  $A_{st}=0.15 \cdot b_w = 0.15 \cdot 25.00 = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$   
- ..  $s=N_b \cdot A_{1s} / A_{st} = 26.81 \text{ cm}$   
- ..  $s=0.8 \cdot h_{utile} = 0.8 \cdot 24.40 = 19.52 \text{ cm}$   
- ..  $s=33 \text{ cm}$   
- ..  
- .. Passo inserito  $8.00 \leq s_{min}=19.52$  VERIFICA POSITIVA  
- ..  
- .. oooooooooooooooooooooo VERIFICHE TUTTE POSITIVE oooooooooooooooooooooo  
- ..

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\varepsilon_c \times 1000$
1	-12.50	-14.00	-18.01
2	-12.50	14.00	3.50
3	12.50	14.00	3.50
4	12.50	-14.00	-18.01

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\varepsilon_f \times 1000$
1	8.90	10.40	16.00	0.73
2	8.90	-10.40	16.00	-15.25

3	-8.90	-10.40	16.00	-15.25
4	-8.90	10.40	16.00	0.73
5	-0.00	10.40	16.00	0.73
6	0.00	-10.40	16.00	-15.25

- ..

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-12.50	9.44
2	12.50	9.44

- ..

- ..

#### Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

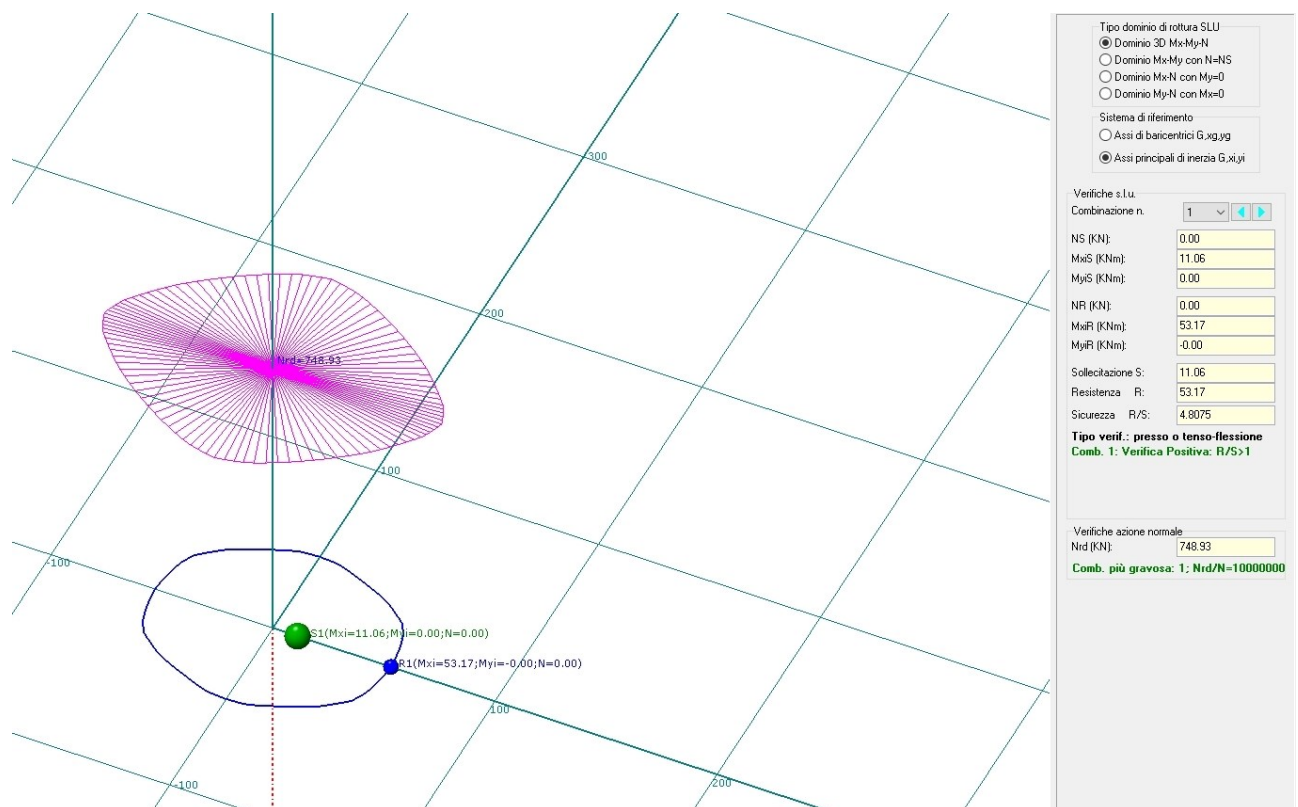
TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole

(NRd=fcd•Acls•0.65=748930 N) ; T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -535780 N); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(N)	(Nm)	(Nm)	(N)	(Nm)	(Nm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )			
1	0	11060	0	-1	53171	-0	6.03	6.03	4.8075	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

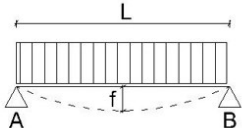


-Viene effettuata la verifica dell'elemento in acciaio portante le macchine termiche soggetto alla massima azione sollecitante:  $L_{max} = 3,0$  mt. –  $P_{max} / \text{elemento} = 4,60$  kN.

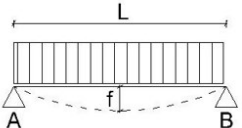
IPE - HE - HL = verifica di resistenza a flessione retta			
(Flessione nel piano dell'anima)			
$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,yk} f_{yk}}{\gamma_{M0}}$		$M_{Ed}$ = momento flettente di calcolo $M_{pl,Rd}$ = momento resistente	$W_{pl}$ = modulo resistente plastico $f_{yk}$ = tensione caratteristica a snervamento $\gamma_{M0}$ = coefficiente di sicurezza
INPUT			
Definizione dell'azione sollecitante	M = <input type="text" value="7,76"/> [kNm]		
Scelta del profilo	<input type="text" value="HE 120 A"/>		
Classe dell'acciaio	<input type="text" value="S275JO - S275JR - S275J2"/>		
OUTPUT			
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.3 NTC 2018)			
$M_{Ed} =$	7,76 [kNm]	$M_{Ed} / M_{c,Rd}$	0,25
$M_{c,Rd} =$	31,30 [kNm]		
<b>Verifica soddisfatta</b>			

La verifica da effettuare è di tipo deformativo che deve essere indicata all'installatore dei macchinari.

Con uso HE 120 A (S 275)

Trave in semplice appoggio - carico uniformemente distribuito			
	L	<input type="text" value="3,1"/> [m]	$f = \frac{5 q L^4}{384 E J} = 6,52 \text{ [mm]}$
	q	<input type="text" value="6,9"/> [kN/m]	

Con uso HE 140 A (S 275)

Trave in semplice appoggio - carico uniformemente distribuito			
	L	<input type="text" value="3,1"/> [m]	$f = \frac{5 q L^4}{384 E J} = 3,82 \text{ [mm]}$
	q	<input type="text" value="6,9"/> [kN/m]	

Il tecnico incaricato

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI - E1 -

Relativa al progetto di: **LAVORI AL CENTRO CIVICO DI GIMARRA  
(EX COLONIA TONNINI) - (codice ER)**

Committente **Amministrazione Comunale di Fano**

Fano, Ottobre 2018

Il Tecnico

Ing. Silvio Camboni

---

La fondazione attuale è composta da travi rovesce / platea C.A. per edificio condominiale formato da telai ortogonali e solai in laterocemento.

### **studio di fondazione**

Lo studio di fondazione è stato eseguito considerando che il carico continui ad insistere sull'attuale piano di fondazione impostato per i carichi previsti per il complesso strutturale.

Il carico incrementale dato dalle macchine termiche degli irrigidimenti e dei profili in acciaio è stimato in 40 kN rispetto a quanto già ipoteticamente previsto.

Il carico potenzialmente aggiuntivo è stato distribuito verticalmente su due colonne che supportano quattro campate di solaio di due piani oltre la copertura (senza considerare il piano interrato a garage).

L'area di influenza interessata è di circa 35 mq. con un carico permanente minimo stimato in 5,0 kN. Il carico permanente totale minimo già gravante sulle fondazioni è quindi di 525 kN

L'incremento massimo dato dell'intervento è stimato nel  $7,6\% < 10,0\%$ .

Data anche la natura del terreno di imposta della fondazione e visto il minimo assetto incrementale del carico di conseguenza siano minime le deformazioni indotte dall'intervento.