



**Comune di MONTEGRANARO**

Provincia di FERMO

**Lavori per : INTERVENTI DI RISPARMIO PER  
GLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE  
NEL CAPOLUOGO E VIE LIMITROFE**

**PROGETTO ESECUTIVO  
COMPLETAMENTO INTERVENTO  
utilizzo del ribasso asta del 30,089%  
VIA DI VITTORIO – VIA MORANDI**

**RELAZIONE CALCOLO STATICO  
PLINTO PER PALO DI ILLUMINAZIONE**

Proprietà e committente : COMUNE di MONTEGRANARO  
Piazza G. Mazzini, 18  
63812 MONTEGRANARO

IL PROGETTISTA  
Dott. Ing. Solio Ruggieri



**Studio Tecnico Associato di Progettazione - Ing. SOLIO RUGGIERI**  
Largo della Resistenza 3/b \_ Porto S. Elpidio - Tel.0734/901652 fax 0734/901653  
e\_mail : [astrugfe@mercurio.it](mailto:astrugfe@mercurio.it)

**Comune di MONTEGRANARO**  
**Provincia di Fermo**

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

**OGGETTO:** Progetto di completamento Impianto di Pubblica Illuminazione via Giuseppe di Vittorio e via Morandi

**RELAZIONE CALCOLO STATICO PLINTO PER PALO DI ILLUMINAZIONE**

**COMMITTENTE:** Comune di Montegranaro

Porto Sant'Elpidio, 23/12/2014

Il Progettista



(Dott. Ing. Solio Ruggieri)



Il Direttore dei Lavori



(Dott. Ing. Solio Ruggieri)

## 1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il presente progetto verte sul calcolo dei plinti di ondazione porta palo di illuminazione cui sotto sono riportate le caratteristiche :

1 - per palo dritto conico : Armatura stradale LED 57 W

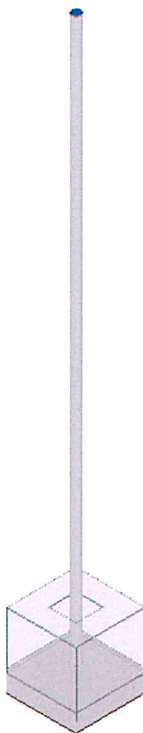
2 -palo conico " curvato" : Armatura stradale LED 100 W

Il plinto sarà in calcestruzzo con le seguenti dimensioni 100\*100\*90 con bicchiere atto ad accogliere il palo di dim. 0.164 alla base , 0.60 in punta con altezza di ml. 8,00 f.t. di forma cilindrica.

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

### Vista Anteriore

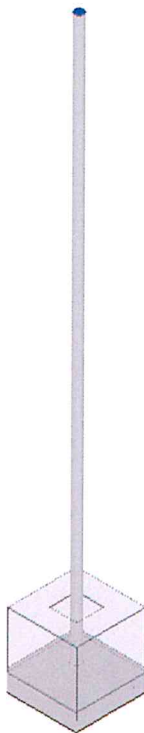
*La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale  $O, X, Y, Z$ , ha versore  $(1;1;-1)$*





### **Vista Posteriore**

*La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale  $O, X, Y, Z$ , ha versore  $(-1;-1;-1)$*



## **2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".



### 3 - MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

#### MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche Calcestruzzo Armato														
N	$\gamma_k$	CdT	E	G	Stz	R <sub>ck</sub>	R <sub>cm</sub>	%R <sub>ck</sub>	$\gamma_c$	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>cfm</sub>	n	n Ac
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]							
Cls C25/30_B450C - (C25/30)														
001	25.000	0.000010	31.447	13.103	P	30.00	-	0.85	1.50	14.11	1.19	3.07	15	002

#### LEGENDA Caratteristiche Calcestruzzo Armato

<b>N</b>	Numero identificativo del materiale.
$\gamma_k$	Peso specifico.
<b>CdT</b>	Coefficiente di Dilatazione Termica.
<b>E</b>	Modulo elastico normale.
<b>G</b>	Modulo elastico tangenziale.
<b>Stz</b>	Indica il 'Tipo Situazione': [F] = materiale 'di Fatto' (Esistente)(tiene conto del LC/FC); [P] = materiale 'di Progetto' (Nuovo);
<b>R<sub>ck</sub></b>	Resistenza caratteristica cubica.
<b>R<sub>cm</sub></b>	Resistenza media cubica.
<b>%R<sub>ck</sub></b>	Percentuale di riduzione della R <sub>ck</sub>
$\gamma_c$	Coefficiente di sicurezza allo SLV del materiale.
<b>f<sub>cd</sub></b>	Resistenza di calcolo a compressione.
<b>f<sub>ctd</sub></b>	Resistenza di calcolo a trazione.
<b>f<sub>cfm</sub></b>	Resistenza media a trazione per flessione.
<b>n</b>	Coefficiente di omogeneizzazione.
<b>n Ac</b>	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

#### MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche Acciaio															
N	$\gamma_k$	CdT	E	G	Stz	$\frac{f_{yk,1}}{f_{yk,2}}$	$f_{tk}$	$\frac{f_{yd,1}}{f_{yd,2}}$	$f_{td}$	$\gamma_s$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	$\gamma_{M7}$
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/m²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]						
Acciaio B450C - (B450C)															
002	78.500	0,000010	210.000	80.769	P	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-
						-		-							

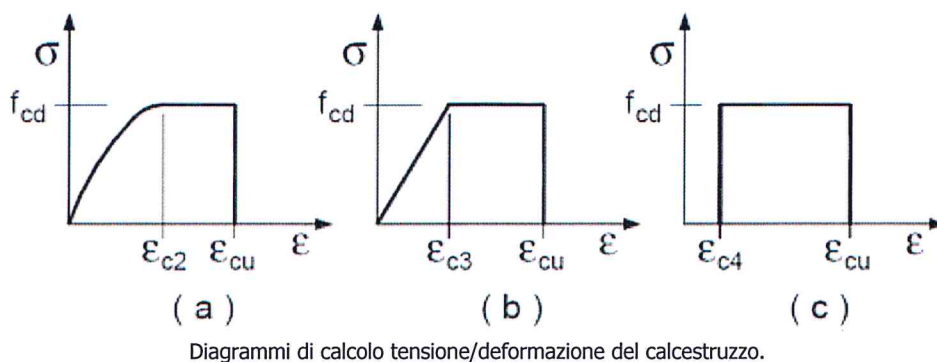
#### LEGENDA Caratteristiche Acciaio

<b>N</b>	Numero identificativo del materiale.
$\gamma_k$	Peso specifico.
<b>CdT</b>	Coefficiente di Dilatazione Termica.
<b>E</b>	Modulo elastico normale.
<b>G</b>	Modulo elastico tangenziale.
<b>Stz</b>	Indica il 'Tipo Situazione': [F] = materiale 'di Fatto' (Esistente) (tiene conto del FC); [-/P] = materiale 'di Progetto' (Nuovo); [-] = resistenze medie /caratteristiche del materiale.
<b>f<sub>yk,1</sub></b>	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
<b>f<sub>yk,2</sub></b>	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
<b>f<sub>tk</sub></b>	Resistenza a Rottura (Bulloni).
<b>f<sub>yd,1</sub></b>	Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
<b>f<sub>yd,2</sub></b>	Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
<b>f<sub>td</sub></b>	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
$\gamma_s$	Coefficiente di sicurezza allo SLV del materiale.
$\gamma_{M1}$	Coefficiente di sicurezza per instabilità.
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza per sezioni tese indebolite.
$\gamma_{M3,SLV}$	Coefficiente di sicurezza a scorrimento alla SLV (Bulloni).
$\gamma_{M3,SLE}$	Coefficiente di sicurezza a scorrimento alla SLE (Bulloni).
$\gamma_{M7}$	Coefficiente di sicurezza precarico bulloni ad alta resistenza (Bulloni): [-] = parametro NON significativo per il materiale.

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati anche nei **tabulati di calcolo**, nella relativa sezione.

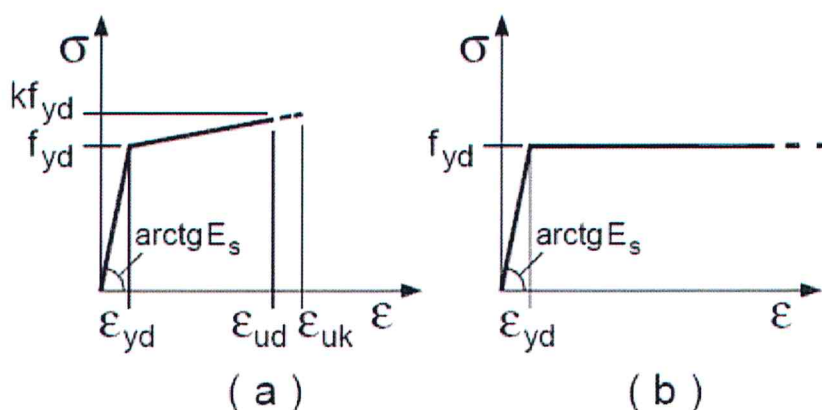
Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



La deformazione massima  $\epsilon_{c \max}$  è assunta pari a 0.0035.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk}/\gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_f$  si assume pari a 1.15.

## 4 - TERRENO DI FONDAZIONE

Le indagini effettuate, mirate alla valutazione della velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (NSPT), permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria **C** **[Depositi di terreni a**



**grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s$ , 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT, 30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu, 30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).].**

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica e geotecnica.

## 5 - ANALISI DEI CARICHI

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del **Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

Le analisi effettuate, corredate da dettagliate descrizioni, sono riportate nei tabulati di calcolo nella relativa sezione.

## 6 - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

Si riportano di seguito le coordinate geografiche del sito rispetto al Datum ED50:

Latitudine	Longitudine	Altitudine
[°]	[°]	[m]
43.2301	13.6237	207



## 6.1 Verifiche di regolarità

Sia per la scelta del metodo di calcolo, sia per la valutazione del fattore di struttura adottato, deve essere effettuato il controllo della regolarità della struttura.

La tabella seguente riepiloga, per la struttura in esame, le condizioni di regolarità in pianta ed in altezza soddisfatte.

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidità	SI
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	SI
Nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione	SI
Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	SI

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione	SI
Massa e rigidità rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidità non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidità si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	SI
Nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	SI
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	SI

La rigidità è calcolata come rapporto fra il taglio complessivamente agente al piano e  $\delta$ , spostamento relativo di piano (il taglio di piano è la sommatoria delle azioni orizzontali agenti al di sopra del piano considerato).

Tutti i valori calcolati ed utilizzati per le verifiche sono riportati nei tabulati di calcolo nella relativa sezione.

La struttura è pertanto:

- REGOLARE in pianta
- REGOLARE in altezza

## 6.2 Classe di duttilità

La classe di duttilità è rappresentativa della capacità dell'edificio di dissipare energia in campo anelastico per azioni cicliche ripetute.

Le deformazioni anelastiche devono essere distribuite nel maggior numero di elementi duttili, in particolare le travi, salvaguardando in tal modo i pilastri e soprattutto i nodi travi pilastro che sono gli elementi più fragili.

Il D.M. 14 gennaio 2008 definisce due tipi di comportamento strutturale:

- a) comportamento strutturale non-dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Per strutture con comportamento strutturale dissipativo si distinguono due livelli di Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità (CD).

- CD"A" (Alta);
- CD"B" (Bassa).

La differenza tra le due classi risiede nell'entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisi, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

La struttura in esame è stata progettata in classe di duttilità **BASSA**.

### 6.3 Spettri di Progetto per S.L.U. e S.L.D.

Il plinto è stato progettato per una Vita Nominale pari a **50** e per Classe d'Uso pari a **2**.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il suolo di fondazione di categoria **C**, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Stato Limite	Parametri di pericolosità sismica							
	$a_g$ [g]	$F_0$	$T^*_c$ [s]	$C_c$	$T_B$ [s]	$T_c$ [s]	$T_D$ [s]	$S_s$ [s]
SLO	0.0514	2.424	0.278	1.60	0.148	0.445	1.806	1.50
SLD	0.0653	2.429	0.290	1.58	0.153	0.458	1.861	1.50
SLV	0.1822	2.465	0.323	1.52	0.164	0.492	2.329	1.43
SLC	0.2410	2.472	0.324	1.52	0.165	0.494	2.564	1.34

Per la definizione degli spettri di risposta, oltre all'accelerazione  $a_g$  al suolo (dipendente dalla classificazione sismica del Comune) occorre determinare il Fattore di Struttura  $q$ .

Il Fattore di struttura  $q$  è un fattore riduttivo delle forze elastiche introdotto per tenere conto delle capacità dissipative della struttura che dipende dal sistema costruttivo adottato, dalla Classe di Duttilità e dalla regolarità in altezza.

Si è inoltre assunto il Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T$  pari a **1,00**.

Tali succitate caratteristiche sono riportate negli allegati tabulati di calcolo al punto "DATI GENERALI ANALISI SISMICA".

Per la struttura in esame sono stati determinati i seguenti valori:

Stato Limite di salvaguardia della Vita

Fattore di Struttura  $q$  per sisma orizzontale in direzione X: **1,50**

Fattore di Struttura  $q$  per sisma orizzontale in direzione Y: **1,50**

Fattore di Struttura  $q$  per sisma verticale: **1,50**

Di seguito si esplicita il calcolo del fattore di struttura utilizzato per il sisma orizzontale:

- tipologia tab. 7.4.I D.M. 14/01/2008: **A pendolo inverso**
- tipologia strutturale: -
- $\alpha_u/\alpha_1, X$ : **1**
- $\alpha_u/\alpha_1, Y$ : **1**
- fattore di riduzione  $q_0$  (kw): **1.00**
- regolarità in pianta: **REGOLARE**
- regolarità in altezza: **REGOLARE**



Il fattore di struttura è calcolato secondo la relazione (7.3.1) del § 7.3.1 del D.M. 14/01/2008:

$$q = q_0 \times K_R$$

dove:

- $q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;
- $K_R$  è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

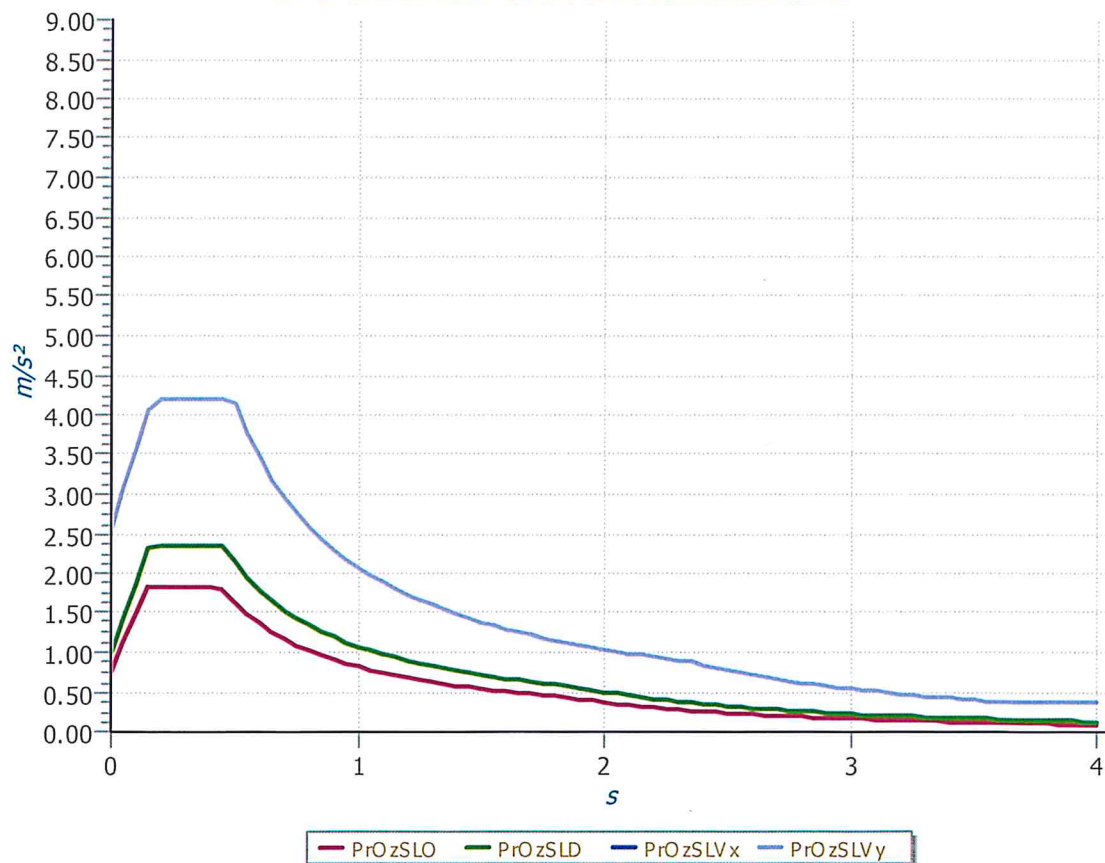
**N.B:** Per le costruzioni *regolari in pianta*, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$ , per esso possono essere adottati i valori indicati nei § 7.4.3.2 del D.M. 14/01/2008 per le diverse tipologie costruttive. Per le costruzioni *non regolari in pianta*, si possono adottare valori di  $\alpha_u/\alpha_1$  pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

**Tabella 7.4.I – Valori di  $q_0$**

Tipologia	$q_0$	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Gli spettri utilizzati sono riportati nella successiva figura.

#### SPETTRI di RISPOSTA di ACCELERAZIONE





## 6.4 Metodo di Analisi

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare.

Il numero di modi di vibrazione considerato (15) ha consentito, nelle varie condizioni, di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura:

Stato Limite	Direzione Sisma	%
salvaguardia della vita	X	100.0
salvaguardia della vita	Y	100.0
salvaguardia della vita	Z	100.0

Per valutare la risposta massima complessiva di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, si è utilizzata una tecnica di combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi verticali, orizzontali non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Il calcolo è stato effettuato mediante un programma agli elementi finiti le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito.

Il calcolo degli effetti dell'azione sismica è stato eseguito con riferimento alla struttura spaziale, tenendo cioè conto degli elementi interagenti fra loro secondo l'effettiva realizzazione escludendo i tamponamenti. Non ci sono approssimazioni su tetti inclinati, piani sfalsati o scale, solette, pareti irrigidenti e nuclei.

Si è tenuto conto delle deformabilità taglienti e flessionali degli elementi monodimensionali; muri, pareti, setti, solette sono stati correttamente schematizzati tramite elementi finiti a tre/quattro nodi con comportamento a guscio (sia a piastra che a lastra).

Sono stati considerati sei gradi di libertà per nodo; in ogni nodo della struttura sono state applicate le forze sismiche derivanti dalle masse circostanti.

Le sollecitazioni derivanti da tali forze sono state poi combinate con quelle derivanti dagli altri carichi come prima specificato.

## 6.5 Valutazione degli spostamenti

Gli spostamenti  $d_E$  della struttura sotto l'azione sismica di progetto allo SLV si ottengono moltiplicando per il fattore  $\mu_d$  i valori  $d_{Ee}$  ottenuti dall'analisi lineare, dinamica o statica, secondo l'espressione seguente:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$$

dove

$$\begin{aligned} \mu_d &= q & \text{se } T1 \geq TC \\ \mu_d &= 1 + (q - 1) \cdot TC/T1 & \text{se } T1 < TC \end{aligned}$$

In ogni caso  $\mu_d \leq 5q - 4$ .

## 6.6 Combinazione delle componenti dell'azione sismica

Il sisma viene convenzionalmente considerato come agente separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate; per tenere conto che nella realtà il moto del terreno durante l'evento sismico ha direzione casuale e in accordo con le prescrizioni normative, per ottenere l'effetto complessivo del sisma, a partire dagli effetti delle direzioni calcolati separatamente, si è provveduto a sommare i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione. L'azione sismica verticale è stata considerata in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, di elementi principali precompressi o di elementi a mensola.

## 6.7 Eccentricità accidentali

Per valutare le eccentricità accidentali, previste in aggiunta all'eccentricità effettiva sono state considerate condizioni di carico aggiuntive ottenute applicando l'azione sismica nelle posizioni del centro di massa di ogni piano ottenute traslando gli stessi, in ogni direzione considerata, di una distanza pari a  $\pm 5\%$  della dimensione massima del piano in direzione perpendicolare all'azione sismica.

# 7 - AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.



## 7.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- $G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P$  rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- $Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
  - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
  - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- $Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$  coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;
- $\psi_{0i}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le 2 combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- $E$  rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- $G_1$  rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P$  rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- $\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2i}$  sono riportati nella seguente tabella:



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

Le verifiche strutturali e geotecniche, come definite al punto 2.6.1 del D.M. 14 gennaio 2008, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al citato punto, definito sinteticamente come (A1+M1+R3); le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 14 gennaio 2008, i valori di resistenza del terreno sono stati considerati al loro valore caratteristico (coefficienti M1 della tabella 2.6.II tutti unitari), i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per R3 nelle verifiche di tipo GEO.

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei "Tabulati di calcolo" in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

## 7.2 Stato Limite di Danno

L'azione sismica, ottenuta dallo spettro di progetto per lo Stato Limite di Danno, è stata combinata con le altre azioni mediante una relazione del tutto analoga alla precedente:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- $G_1$  rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- $\Psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti  $\Psi_{2i}$  sono riportati nella tabella di cui allo SLV.

### 7.3 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

combinazione rara 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

combinazione frequente 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

combinazione quasi permanente 
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

dove:

- $G_{Kj}$  valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- $P_{kh}$  valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- $Q_{k1}$  valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{ki}$  valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{0i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- $\psi_{1i}$  coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$  coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti  $\psi_{0i}$ ,  $\psi_{1i}$ ,  $\psi_{2i}$  sono attribuiti i seguenti valori:

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

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento (trave, pilastro, etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente" (1), "Frequente" (1) e "Rara"



(1).

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

## 8 - CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

### 8.1 Denominazione

Nome del Software	<b>EdiLus</b>
Versione	26.00a
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	85051422
Intestatario Licenza	ASTORRI-RUGGIERI-FERRINI Studio Associato
Produzione e Distribuzione	<b>ACCA software S.p.A.</b> Via Michelangelo Cianciulli 83048 Montella (AV) Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

### 8.2 Sintesi delle funzionalità generali

Il pacchetto consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

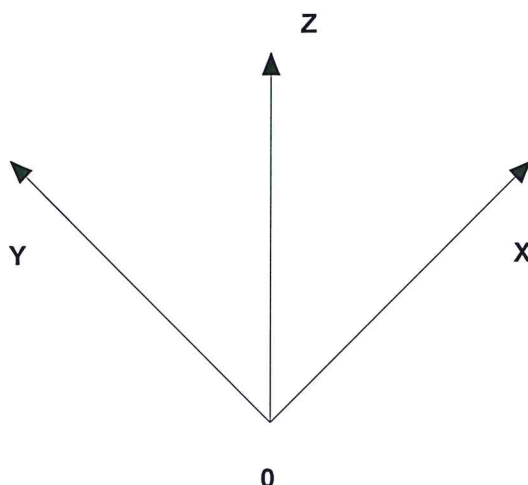


Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

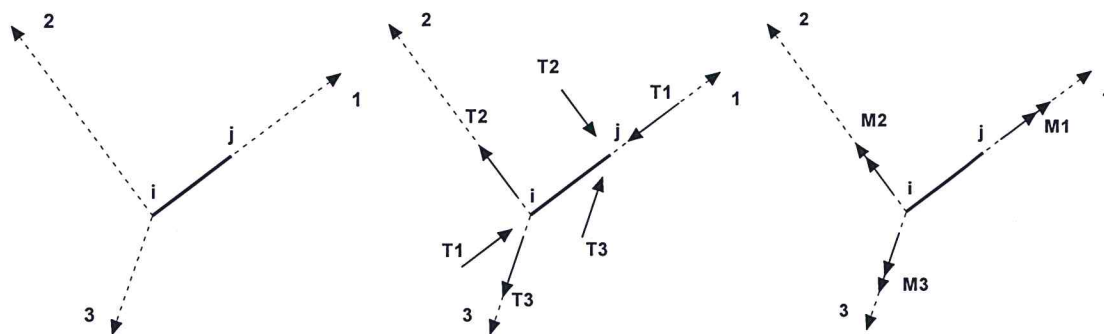
## 8.3 Sistemi di Riferimento

### 8.3.1 Riferimento globale



Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani sinistrorsa O,X,Y,Z (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

### 8.3.2 Riferimento locale per travi



L'elemento Trave è un classico elemento strutturale in grado di ricevere Carichi distribuiti e Carichi Nodali applicati ai due nodi di estremità; per effetto di tali carichi nascono, negli estremi, sollecitazioni di taglio, sforzo normale, momenti flettenti e torcenti.

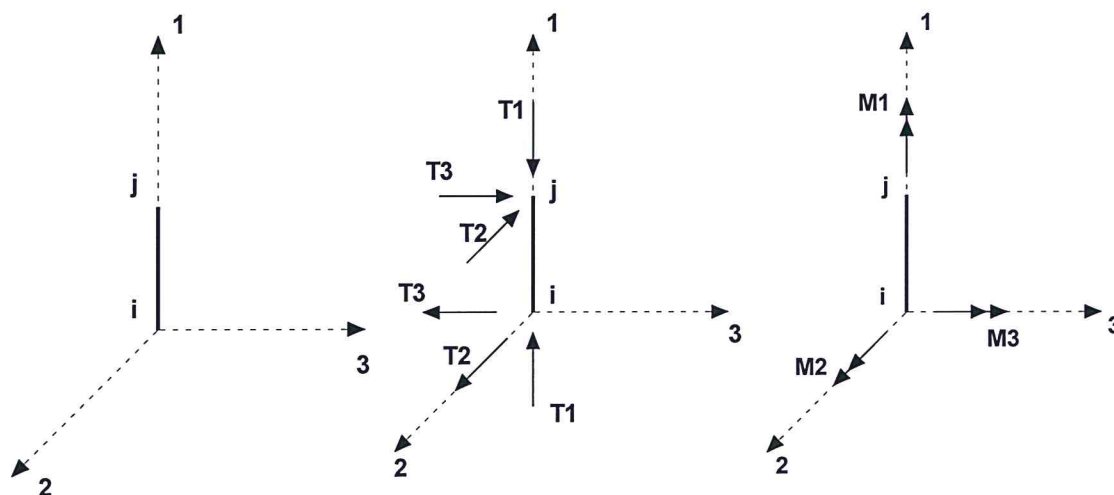
Definiti i e j i nodi iniziale e finale della Trave, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- assi 2 e 3 appartenenti alla sezione dell'elemento e coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione stessa.

Le sollecitazioni verranno fornite in riferimento a tale sistema di riferimento:

- Sollecitazione di Trazione o Compressione T1 (agente nella direzione i-j);
- Sollecitazioni taglianti T2 e T3, agenti nei due piani 1-2 e 1-3, rispettivamente secondo l'asse 2 e l'asse 3;
- Sollecitazioni che inducono flessione nei piani 1-3 e 1-2 (M2 e M3);
- Sollecitazione torcente M1.

### 8.3.3 Riferimento locale per pilastri



Definiti i e j come i due nodi iniziale e finale del pilastro, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- asse 2 perpendicolare all' asse 1, parallelo e discorde all'asse globale Y;
- asse 3 che completa la terna destrorsa, parallelo e concorde all'asse globale X.

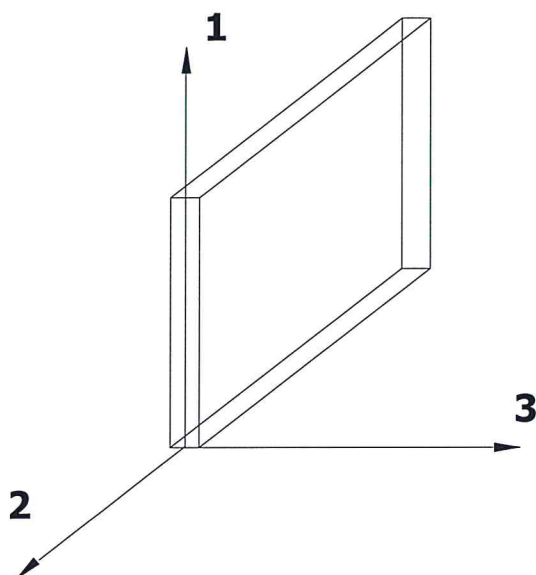
Tale sistema di riferimento è valido per Pilastri con angolo di rotazione pari a '0' gradi; una rotazione del pilastro nel piano XY ha l'effetto di ruotare anche tale sistema (ad es. una rotazione di '90' gradi porterebbe l'asse 2 a essere parallelo e concorde all'asse X, mentre l'asse 3 sarebbe parallelo e concorde all'asse globale Y). La rotazione non ha alcun effetto sull'asse 1 che coinciderebbe sempre e comunque con l'asse globale Z.

Per quanto riguarda le sollecitazioni si ha:

- una forza di trazione o compressione T1, agente lungo l'asse locale 1;
- due forze taglianti T2 e T3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- due vettori momento (flettente) M2 e M3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- un vettore momento (torcente) M1 agente lungo l'asse locale nel piano 1.

### 8.3.4 Riferimento locale per pareti





Una parete è costituita da una sequenza di setti; ciascun setto è caratterizzato da un sistema di riferimento locale 1-2-3 così individuato:

- asse 1, coincidente con l'asse globale Z;
- asse 2, parallelo e discorde alla linea d'asse della traccia del setto in pianta;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

Su ciascun setto l'utente ha la possibilità di applicare uno o più carichi uniformemente distribuiti comunque orientati nello spazio; le componenti di tali carichi possono essere fornite, a discrezione dell'utente, rispetto al riferimento globale X,Y,Z oppure rispetto al riferimento locale 1,2,3 appena definito.

Si rende necessario, a questo punto, meglio precisare le modalità con cui EdiLus restituisce i risultati di calcolo.

Nel modello di calcolo agli elementi finiti ciascun setto è discretizzato in una serie di elementi tipo "shell" interconnessi; il solutore agli elementi finiti integrato nel programma EdiLus, definisce un riferimento locale per ciascun elemento shell e restituisce i valori delle tensioni esclusivamente rispetto a tali riferimenti.

Il software EdiLus provvede ad omogeneizzare tutti i valori riferendoli alla terna 1-2-3. Tale operazione consente, in fase di input, di ridurre al minimo gli errori dovuti alla complessità d'immissione dei dati stessi ed allo stesso tempo di restituire all'utente dei risultati facilmente interpretabili.

Tutti i dati cioè, sia in fase di input che in fase di output, sono organizzati secondo un criterio razionale vicino al modo di operare del tecnico e svincolato dal procedimento seguito dall'elaboratore elettronico.

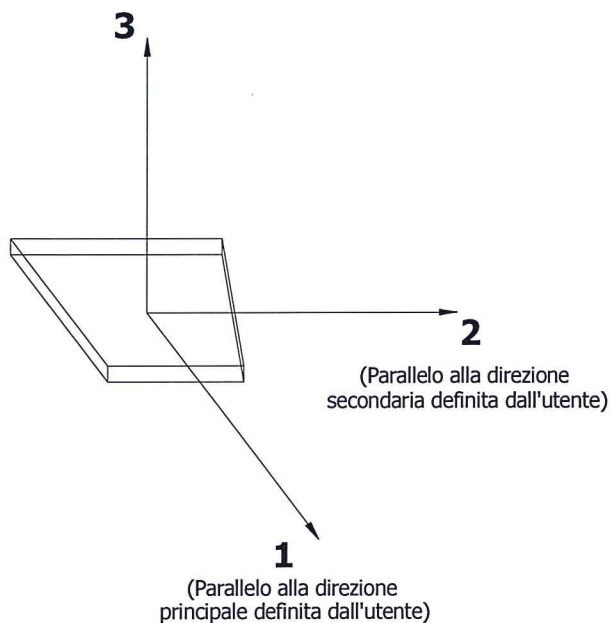
In tal modo ad esempio, il significato dei valori delle tensioni può essere compreso con immediatezza non solo dal progettista che ha operato con il programma ma anche da un tecnico terzo non coinvolto nell'elaborazione; entrambi, così, potranno controllare con facilità dal tabulato di calcolo, la congruità dei valori riportati.

Un'ultima notazione deve essere riservata alla modalità con cui il programma fornisce le armature delle pareti, con riferimento alla faccia anteriore e posteriore.

La faccia anteriore è quella di normale uscente concorde all'asse 3 come prima definito o, identicamente, quella posta alla destra dell'osservatore che percorresse il bordo superiore della parete

concordemente al verso di tracciamento.

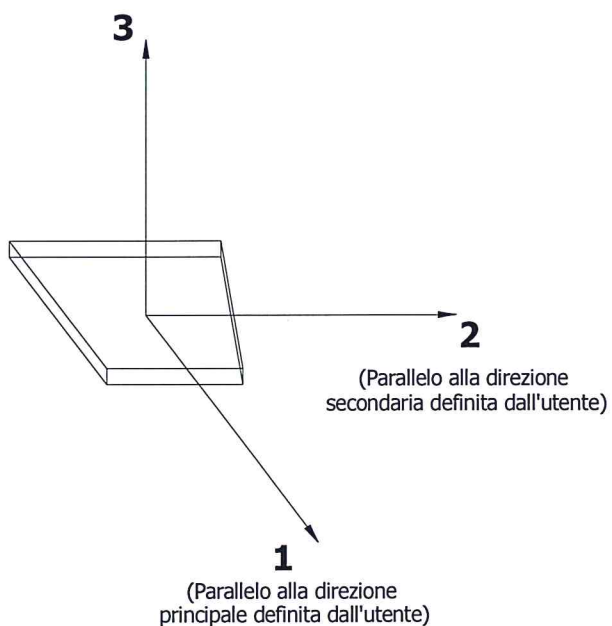
### **8.3.5 Riferimento locale per solette**



In maniera analoga a quanto avviene per i setti, ciascuna soletta è caratterizzata da un sistema di riferimento locale 1,2,3 così definito:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

### **8.3.6 Riferimento locale per platee**



Anche per le platee, analogamente a quanto descritto per le solette, è definito un sistema di



riferimento locale 1,2,3:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

## **8.4 Modello di Calcolo**

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei tabulati di calcolo.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.

**Vista Anteriore**



**Vista Posteriore**



Dalle illustrazioni precedenti si evince come le aste, sia travi che pilastri, siano schematizzate con un tratto flessibile centrale e da due tratti (braccetti) rigidi alle estremità. I nodi vengono posizionati sull'asse verticale dei pilastri, in corrispondenza dell'estradosso della trave più alta che in esso si collega. Tramite i braccetti i tratti flessibili sono quindi collegati ad esso.

In questa maniera il nodo risulta perfettamente aderente alla realtà poiché vengono presi in conto tutti gli eventuali disassamenti degli elementi con gli effetti che si possono determinare, quali momenti flettenti/torcenti aggiuntivi.

Le sollecitazioni vengono determinate, com'è corretto, solo per il tratto flessibile. Sui tratti rigidi, infatti, essendo (teoricamente) nulle le deformazioni le sollecitazioni risultano indeterminate.

Questa schematizzazione dei nodi viene automaticamente realizzata dal programma anche quando il nodo sia determinato dall'incontro di più travi senza il pilastro, o all'attacco di travi/pilastri con elementi shell.

## ***8.5 Progetto e Verifica degli elementi strutturali***

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 14.01.2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel § 2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 14/01/2008.
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

### ***8.5.1 Verifiche di Resistenza***

Per quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito



quando si è in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- per tutte le terne  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $N$ , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.10 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left( \frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left( \frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

$M_{Ex}$ ,  $M_{Ey}$  sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;

$M_{Rx}$ ,  $M_{Ry}$  sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale  $N_{Ed}$  valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente  $\alpha$  può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.10 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semiprogettate a pressoflessione retta:

- per tutte le coppie  $M_x$ ,  $N$ , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Nei tabulati di calcolo, per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la terna  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $N$ , o la coppia  $M_x$ ,  $N$  che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti.

Successivamente si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

## 8.5.2 Gerarchia delle Resistenze

Relativamente agli elementi in c.a., sono state applicate le disposizioni contenute al § 7.4.4 del D.M. 14/01/2008. Più in particolare:

- per le **travi**, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al **taglio**, le sollecitazioni di calcolo si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti delle due sezioni di estremità, amplificati del fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B". La verifica di resistenza è eseguita secondo le indicazioni del § 7.4.4.1.2.2.
- per i **pilastri**, al fine di scongiurare l'attivazione di meccanismi fragili globali, come il meccanismo di "piano debole" che comporta la plasticizzazione, anticipata rispetto alle travi, di gran parte dei pilastri di un piano, il progetto a **flessione** delle zone dissipative dei pilastri è effettuato considerando le sollecitazioni corrispondenti alla resistenza delle zone dissipative

delle travi amplificata mediante il coefficiente  $\gamma_{Rd}$  che vale 1,3 in CD "A" e 1,1 per CD "B". In tali casi, generalmente, il meccanismo dissipativo prevede la localizzazione delle cerniere alle estremità delle travi e le sollecitazioni di progetto dei pilastri possono essere ottenute a partire dalle resistenze d'estremità delle travi che su di essi convergono, facendo in modo che, per ogni nodo trave-pilastro ed ogni direzione e verso dell'azione sismica, la resistenza complessiva dei pilastri sia maggiore della resistenza complessiva delle travi amplificata del coefficiente  $\gamma_{Rd}$ , in accordo con la formula (7.4.4) delle NTC. Le verifiche di resistenza sono eseguite secondo le indicazioni del § 7.4.4.2.2.1.

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al **taglio**, le sollecitazioni di calcolo da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore ed inferiore secondo l'espressione (7.4.5). Le verifiche di resistenza sono eseguite secondo le indicazioni del § 7.4.4.2.2.2.

- per i **nodi trave-pilastro**, si deve verificare che la resistenza del nodo sia tale da assicurare che non pervenga a rottura prima delle zone della trave e del pilastro ad esso adiacente. L'azione di taglio, agente in direzione orizzontale per le varie direzioni del sisma, nel nucleo di calcestruzzo del nodo è calcolata secondo l'espressione (7.4.6) per i nodi interni e (7.4.7) per quelli esterni. Le verifiche di resistenza sono eseguite invece secondo le indicazioni del § 7.4.4.3.1.
- per i **setti** sismo resistenti, le sollecitazioni di calcolo sono determinate secondo quanto indicato nel § 7.4.4.5.1. Le verifiche di resistenza sono eseguite invece secondo le indicazioni del § 7.4.4.5.2.

Per quanto riguarda la struttura di fondazione sono applicate le disposizioni contenute al § 7.2.5 del D.M. 14/01/2008. Più in particolare:

- le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera struttura, condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche;
- per le strutture progettate sia in CD "A" che in CD "B" il dimensionamento della struttura di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno sono eseguite assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 3.2.4 è associata al concomitante valore del momento flettente e del taglio ottenuto amplificando le azioni trasferite dagli elementi soprastanti con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A".

I risultati delle suddette verifiche sono riportate nei tabulati di calcolo.



## 9 - TABULATI DI CALCOLO

### INFORMAZIONI GENERALI

Edificio	Cemento Armato
Costruzione	Nuova
Situazione	-
Intervento	-
Comune	Comune di Montegranro
Provincia	Provincia di Fermo
Oggetto	Progetto di completamento impianto di pubblica illuminazione via Giuseppe di Vittorio e Morandi
Parte d'opera	
Normativa di riferimento	D.M. 14/01/2008
Zona sismica	-
Analisi sismica	Dinamica solo Orizzontale

### MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche Calcestruzzo Armato														
N	$\gamma_k$ [N/m <sup>3</sup> ]	CdT [1/°C]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Stz	R <sub>ck</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	R <sub>cm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	%R <sub>ck</sub>	$\gamma_c$	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctd</sub>	f <sub>ctm</sub>	n	n Ac
<b>Clas C25/30_B450C - (C25/30)</b>														
001	25.000	0,000010	31.447	13.103	P	30,00	-	0,85	1,50	14,11	1,19	3,07	15	002

#### LEGENDA Caratteristiche Calcestruzzo Armato

N	Numero identificativo del materiale.
$\gamma_k$	Peso specifico.
CdT	Coefficiente di Dilatazione Termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
Stz	Indica il 'Tipo Situazione': [F] = materiale 'di Fatto' (Esistente)(tiene conto del LC/FC); [P] = materiale 'di Progetto' (Nuovo);
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica cubica.
R <sub>cm</sub>	Resistenza media cubica.
%R <sub>ck</sub>	Percentuale di riduzione della R <sub>ck</sub>
$\gamma_c$	Coefficiente di sicurezza allo SLV del materiale.
f <sub>cd</sub>	Resistenza di calcolo a compressione.
f <sub>ctd</sub>	Resistenza di calcolo a trazione.
f <sub>ctm</sub>	Resistenza media a trazione per flessione.
n	Coefficiente di omogeneizzazione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche Acciaio															
N	$\gamma_k$	CdT	E	G	Stz	$\frac{f_{yk,1}}{f_{yk,2}}$	$f_{tk}$	$\frac{f_{yd,1}}{f_{yd,2}}$	$f_{td}$	$\gamma_s$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	$\gamma_{M7}$
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/m m²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]						
Acciaio B450C - (B450C)															
002	78.500	0,000010	210.000	80.769	P	450,00	-	391,30	-	1,15	-	-	-	-	-

#### LEGENDA Caratteristiche Acciaio

N	Numero identificativo del materiale.
$\gamma_k$	Peso specifico.
CdT	Coefficiente di Dilatazione Termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
Stz	Indica il 'Tipo Situazione': [F] = materiale 'di Fatto' (Esistente) (tiene conto del FC); [-/P] = materiale 'di Progetto' (Nuovo); [-] = resistenze medie /caratteristiche del materiale.
f <sub>yk,1</sub>	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t <= 40 mm).
f <sub>yk,2</sub>	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t <= 80 mm).
f <sub>tk</sub>	Resistenza a Rottura (Bulloni).
f <sub>yd,1</sub>	Resistenza di calcolo (per profili con t <= 40 mm).
f <sub>yd,2</sub>	Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t <= 80 mm).
f <sub>td</sub>	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
$\gamma_s$	Coefficiente di sicurezza allo SLV del materiale.
$\gamma_{M1}$	Coefficiente di sicurezza per instabilità.
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza per sezioni tese indebolite.
$\gamma_{M3,SLV}$	Coefficiente di sicurezza a scorrimento alla SLV (Bulloni).
$\gamma_{M3,SLE}$	Coefficiente di sicurezza a scorrimento alla SLE (Bulloni).
$\gamma_{M7}$	Coefficiente di sicurezza precarico bulloni ad alta resistenza (Bulloni): [-] = parametro NON significativo per il materiale.

## TERRENI

Terreni										
N <sub>TRN</sub>	Costante di sottofondo				Φ	C <sub>u</sub>	C'	E <sub>d</sub>	E <sub>u</sub>	A <sub>S-B</sub>
	γ <sub>T</sub> [N/m³]	K <sub>x</sub> [N/cm³]	K <sub>y</sub> [N/cm³]	K <sub>z</sub> [N/cm³]						
Sabbia argillosa mediamente consolidata										
T001	18.000	60	60	200	32	0,000	0,000	60	0	0,000

## LEGENDA Terreni

N <sub>TRN</sub>	Numero identificativo del terreno.
γ <sub>T</sub>	Peso specifico del terreno.
Costante di sottofondo	Valori della costante di sottofondo del terreno nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K <sub>x</sub> ), Y (K <sub>y</sub> ), e Z (K <sub>z</sub> ).
Φ	Angolo di attrito del terreno.
C <sub>u</sub>	Coazione Non Drenata.
C'	Coazione Efficace.
E <sub>d</sub>	Modulo Edometrico.
E <sub>u</sub>	Modulo elastico in condizione Non Drenate.
A <sub>S-B</sub>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

## STRATIGRAFIE

N <sub>TRN</sub>	Q <sub>i</sub> [m]	Q <sub>f</sub> [m]	Cmp	Add	ΔEd

## LEGENDA Stratigrafie

N <sub>TRN</sub>	Numero identificativo della stratigrafia.
Q <sub>i</sub>	Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).
Q <sub>f</sub>	Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).
Cmp	Comportamento dello strato.
Add	Addensamento dello strato.
ΔEd	Variazione con la profondità del modulo Edometrico.

## SEZIONI ASTE

Sezioni aste																					
N	Tp	Label	Dimensioni										V	Area	A per Taglio		Inerzia			XY	ΔΘ Assi Pr.
			B	H	S.An	L.An	S.AIO	L.AIO	S.AI1	L.AI1	L.AI2	L.AI3			X	Y	X	Torsiona le	Y		
001	⊗	10	[cm] 13	[cm] -	[cm] -	[cm] -	[cm] -	[cm] -	[cm] -	[cm] -	[cm] -	-	[cm²] 132,73	[cm²] 119,46	[cm²] 119,46	[cm⁴] 1.402	[cm⁴] 2.804	[cm⁴] 1.402	[cm⁴] 0	[°ssdc] 0,00	

## LEGENDA Sezioni aste

N	Numero identificativo della sezione.
Tp	Identificativo del tipo di sezione.
Label	Identificativo della sezione come indicato nelle carpenterie.
B	Base/Diametro/Raggio.
H	Altezza/Lato/Altezza di colmo.
S.An	Spessore Anima.
L.An	Lunghezza Anima.
S.AIO	Spessore Ala 0.
L.AIO	Lunghezza Ala 0.
S.AI1	Spessore Ala 1.
L.AI1	Lunghezza Ala 1.
L.AI2	Lunghezza Ala 2.
L.AI3	Lunghezza Ala 3.
V	Nel caso di sezioni poligonali, indica il numero dei vertici della sezione.
Area	Area della sezione.
X, Y	Coppia di assi baricentrici di tipo ortolevogyro con x in direzione orizzontale.
Area per Taglio X, Y	Aree della sezione deformabili a Taglio lungo gli assi x e y.
Inerzia: X, Torsionale, Y, XY	Inerzie della sezione rispetto agli assi.
ΔΘ Assi Pr.	Rotazione degli assi principali d'inerzia rispetto agli assi x, y, espresse in gradi sessagesimali.

## CONDIZIONI DI CARICO

N	Condizioni Carico Utente			Tipologia Carico Accidentale							Condizioni di carico		
	Descrizione	AgS	Alt	Descrizione	Durata	ψ 0	ψ 1	ψ 2					
0001	Carico Permanente	SI	NO	Carico Permanente	Permanente	1,0	1,0	1,0					

## LEGENDA Condizioni di carico

N	Numero identificativo della condizione di carico.
AgS	Indica se la condizione di carico considerata è Agente con il Sisma.
Alt	Indica se la condizione di carico è Alternata (cioè considerata due volte con segno opposto) o meno.
Durata	Indica la classe di durata del carico.
ψ 0	NOTA: questo dato è significativo solo per elementi in materiale legnoso. Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLU e SLE (Carichi rari).



N	Condizioni Carico Utente			Tipologia Carico Accidentale		Condizioni di carico		
	Descrizione	AgS	Alt	Descrizione	Durata	$\psi$ 0	$\psi$ 1	$\psi$ 2
$\psi$ 1	Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLE (Carichi frequenti).							
$\psi$ 2	Coefficiente riduttivo dei carichi allo SLE (Carichi frequenti e quasi permanenti).							

**SLE: COMBINAZIONE DI AZIONI QUASI PERMANENTE - COEFFICIENTI**

COMB.	CC 01
01	Carico Permanente
01	1,00

LEGENDA SLE: Combinazione di azioni Quasi permanente - Coefficienti

**COMB.** Numero identificativo della Combinazione di Carico.**CC** Condizione di carico considerata.

CC 01= Carico Permanente

**SLE: COMBINAZIONE DI AZIONI FREQUENTE - COEFFICIENTI**

COMB.	CC 01
01	Carico Permanente
01	1,00

LEGENDA SLE: Combinazione di azioni Frequente - Coefficienti

**COMB.** Numero identificativo della Combinazione di Carico.**CC** Condizione di carico considerata.

CC 01= Carico Permanente

**SLE: COMBINAZIONE DI AZIONI RARA - COEFFICIENTI**

COMB.	CC 01
01	Carico Permanente
01	1,00

LEGENDA SLE: Combinazione di azioni Rara - Coefficienti

**COMB.** Numero identificativo della Combinazione di Carico.**CC** Condizione di carico considerata.

CC 01= Carico Permanente

**SLU: COMBINAZIONI DI CARICO IN ASSENZA DI SISMA - COEFFICIENTI**

COMB.	CC 01
01	Carico Permanente
01	1,30
02	1,00

LEGENDA SLU: Combinazioni di carico in assenza di sisma - Coefficienti

**COMB.** Numero identificativo della Combinazione di Carico.**CC** Condizione di carico considerata.

CC 01= Carico Permanente

**SLU: COMBINAZIONI DI CARICO IN PRESENZA DI SISMA - COEFFICIENTI**

COMB.	CC 01
01	Carico Permanente
01	1,00

LEGENDA SLU: Combinazioni di carico in presenza di sisma - Coefficienti

**COMB.** Numero identificativo della Combinazione di Carico.**CC** Condizione di carico considerata.

CC 01= Carico Permanente

**D.M. 14-01-2008**

Alle combinazioni riportate nella precedente tabella è stato aggiunto l'effetto del sisma secondo la formula (3.2.16) riportata al punto 3.2.4 del D.M. 14-01-2008. L'azione sismica è stata considerata come caratterizzata da tre componenti traslazionali lungo i tre assi globali X, Y e Z; la risposta della struttura è stata calcolata separatamente per i tre effetti e quindi combinata secondo la seguente espressione simbolica:

$$\alpha = \alpha_i + 0.3 * \alpha_{ii} + 0.3 * \alpha_{iii}$$

con  $\alpha$  effetto totale dell'azione sismica,  $\alpha_i$ ,  $\alpha_{ii}$  e  $\alpha_{iii}$  azioni sismiche nelle tre direzioni. E' stata effettuata una rotazione degli indici e dei segni, per cui le combinazioni totali generate sono le :

(con  $\alpha'_p$  sollecitazione dovuta alla combinazione delle condizioni statiche e  $\alpha$  sollecitazione dovuta al sisma; in particolare  $\alpha_x$ ,  $\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ ,  $\alpha_{ex}$ ,  $\alpha_{ey}$  SONO rispettivamente le sollecitazioni dovute al sisma agente in direzione x, in direzioni y, in direzione z, per eccentricità accidentale positiva in direzione x e per eccentricità accidentale positiva in direzione y)

**1)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **2)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **3)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **4)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **5)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **6)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **7)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **8)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **9)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (-\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **10)**  $\alpha'_p + (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (-\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; **11)**  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (-\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **12)**  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (-\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; **13)**  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ;

STUDIO TECNICO ASSOCIATO di PROGETTAZIONE - ING. SOLIO RUGGIERI  
LARGO DELLA RESISTENZA 3 - 63821 PORTO S. ELPIDIO



14)  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 15)  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 16)  $\alpha'_p + (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 17)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 18)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 19)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 20)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 21)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 22)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 23)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 24)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 25)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 26)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 27)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 28)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 29)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 30)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_z)$ ; 31)  $\alpha'_p + (\alpha_y + \alpha_{ey}) + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 32)  $\alpha'_p + (\alpha_y - \alpha_{ey}) - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_z)$ ; 33)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 34)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 35)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 36)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 37)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 38)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 39)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 40)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x + \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 41)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 42)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 43)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 44)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y + \alpha_{ey})$ ; 45)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) + 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 46)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 47)  $\alpha'_p + \alpha_z + 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ ; 48)  $\alpha'_p + \alpha_z - 0.3 * (\alpha_x - \alpha_{ex}) - 0.3 * (\alpha_y - \alpha_{ey})$ .

Nel caso di verifiche effettuate con sollecitazioni composte, per tenere conto del fatto che le sollecitazioni sismiche sono state ricavate come CQC delle sollecitazioni derivanti dai modi di vibrazione, dette N, Mx, My, Tx e Ty le sollecitazioni dovute al sisma, per ognuna delle combinazioni precedenti, sono state ricavate 32 combinazioni di carico permutando nel seguente modo i segni delle sollecitazioni derivanti dal sisma:

1) N, Mx, My, Tx e Ty; 2) N, Mx, -My, Tx e Ty; 3) N, -Mx, My, Tx e Ty; 4) N, -Mx, -My, Tx e Ty; 5) -N, Mx, My, Tx e Ty; 6) -N, Mx, -My, Tx e Ty; 7) -N, -Mx, My, Tx e Ty; 8) -N, -Mx, -My, Tx e Ty; 9) N, Mx, My, Tx e -Ty; 10) N, Mx, -My, Tx e -Ty; 11) N, -Mx, My, Tx e -Ty; 12) N, -Mx, -My, Tx e -Ty; 13) -N, Mx, My, Tx e -Ty; 14) -N, Mx, -My, Tx e -Ty; 15) -N, -Mx, My, Tx e -Ty; 16) -N, -Mx, -My, Tx e -Ty; 17) N, Mx, My, -Tx e Ty; 18) N, Mx, -My, -Tx e Ty; 19) N, -Mx, My, -Tx e Ty; 20) N, -Mx, -My, -Tx e Ty; 21) -N, Mx, My, -Tx e Ty; 22) -N, Mx, -My, -Tx e Ty; 23) -N, -Mx, My, -Tx e Ty; 24) -N, -Mx, -My, -Tx e Ty; 25) N, Mx, My, -Tx e -Ty; 26) N, Mx, -My, -Tx e -Ty; 27) N, -Mx, My, -Tx e -Ty; 28) N, -Mx, -My, -Tx e -Ty; 29) -N, Mx, My, -Tx e -Ty; 30) -N, Mx, -My, -Tx e -Ty; 31) -N, -Mx, My, -Tx e -Ty; 32) -N, -Mx, -My, -Tx e -Ty.

## DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Ang [ssdc]	NV	CD	MP	S	Mcm	PAC	EcA	IrT	TP	Dati generali analisi sismica		
										RP	RH	CVE
0	15	B	ca	PI	N	A	S	N	C	SI	SI	5

### Fattori di struttura

Dir. X			Dir. Y			Dir. Z		
q	$\alpha u / \alpha 1$	Kw	q	$\alpha u / \alpha 1$	Kw	q	$\alpha u / \alpha 1$	Kw
1,5	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,50

Stato Limite	Tr	Ag/g	Amplif. Stratigrafica		F0	T <sup>c</sup>	Tb	Tc	Td
			Ss	Cc					
	[anni]	[adim]	[adim]	[adim]	[adim]	[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0514	1,500	1,603	2,424	0,278	0,148	0,445	1,806
SLD	50	0,0653	1,500	1,580	2,429	0,290	0,153	0,458	1,861
SLV	475	0,1822	1,431	1,525	2,465	0,323	0,164	0,492	2,329
SLC	975	0,2410	1,343	1,523	2,472	0,324	0,165	0,494	2,564

Classe Edificio	Vita Nominale	Periodo di Riferimento	Latitudine	Longitudine	Altitudine	Ampl. Topog.	
						Categoria	Coefficiente
	[anni]	[anni]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	43.2301	13.6237	207	T1	1,00

## LEGENDA Dati generali analisi sismica

<b>Ang</b>	Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
<b>NV</b>	Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
<b>CD</b>	Classe di duttilita': [A] = Alta - [B] = Bassa - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
<b>MP</b>	Tipo di materiale prevalente nella struttura: [ca] = calcestruzzo armato - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
<b>S</b>	Tipologia della struttura: Cemento armato: [T] = Telaio - [P] = Pareti - [2P] = Due pareti per direzione non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso; Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano; Acciaio: [T] = Telaio - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo invertito - [TT] = telaio con tamponature.
<b>Mcm</b>	Struttura con telai multicampata: [N]=Nessuna direzione - [X]=Solo in direzione X - [Y]=Solo in direzione Y - [XY]=Sia in direzione X che Y.
<b>PAC</b>	Presenza nella struttura di pareti accoppiate: [P] = presenti - [A] = Assenti
<b>EcA</b>	Eccentricita' accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
<b>IrT</b>	Irregolarita' tamponature in pianta: [S] = Tamponature irregolari in pianta - [N] = Tamponature regolari in pianta.
<b>TP</b>	Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione come definito al punto 3.2.2 del DM 14 gennaio 2008 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto



Classe Edificio	Vita Nominale	Periodo di Riferimento	Latitudine	Longitudine	Altitudine	Ampl. Topog.	
						Categoria	Coefficiente
	[anni]	[anni]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
<b>RP</b>	consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.						
<b>RH</b>	Regolarita' in pianta: [S]= Struttura regolare - [N]=Struttura non regolare.						
<b>CVE</b>	Regolarita' in altezza: [S]= Struttura regolare - [N]=Struttura non regolare.						
<b>Classe Edificio</b>	Coefficiente viscoso equivalente.						
<b>Categ Topog</b>	Classe dell'edificio.						
<b>Coef Ampl Topog</b>	Categoria topografica. (Vedi NOTE)						
<b>Tr</b>	Coefficiente di amplificazione topografica.						
<b>Ag/g</b>	Periodo di ritorno dell'azione sismica.						
<b>Ss</b>	Coefficiente di accelerazione al suolo.						
<b>Cc</b>	Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO / SLD / SLV / SLC.						
<b>F0</b>	Coefficienti di Amplificazione di Tc allo SLO / SLD / SLV / SLC.						
<b>T*c</b>	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.						
<b>Tb</b>	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.						
<b>Tc</b>	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.						
<b>Td</b>	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.						
<b>Latitudine</b>	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.						
<b>Longitudine</b>	Latitudine geografica del sito (in datum ED50).						
<b>Altitudine</b>	Longitudine geografica del sito (in datum ED50).						
<b>q</b>	Altitudine geografica del sito.						
<b>αu/α1</b>	Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di struttura).						
<b>Kw</b>	Rapporto di sovrarresistenza.						
	Fattore di riduzione di q0.						

**NOTE**

[-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato

Categoria topografica

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i = 15^\circ$ T2: Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ = i = 30^\circ$ T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ **PRINCIPALI ELEMENTI ANALISI SISMICA**

Dir sisma	M.S	M.SLU	M.Ecc.SLU	M.SLD	M.Ecc.SLD	P.T.M.Ecc	R.SLU
	[N·s <sup>2</sup> /m]	[N·s <sup>2</sup> /m]	[N·s <sup>2</sup> /m]	[N·s <sup>2</sup> /m]	[N·s <sup>2</sup> /m]	[%]	[N]
X	525	525	525	525	525	100,0	0
Y	525	525	525	525	525	100,0	0
Z	525	0	0	0	0	100,0	0

**LEGENDA Principali elementi analisi sismica****Dir sisma** Direzione del sisma: [X] = Sisma in direzione X - [Y] = Sisma in direzione Y - [Z] = Sisma in direzione Z.**M.S** Massa complessiva della struttura.**M.SLU** Massa eccitabile della struttura allo S.L. Ultimo, nelle direzioni X, Y, Z.**M.Ecc.SLU** Massa Eccitata dal sisma allo S.L. Ultimo.**M.SLD** Massa eccitabile della struttura allo S.L. di Danno, nelle direzioni X, Y, Z.**M.Ecc.SLD** Massa Eccitata dal sisma allo S.L. di Danno.**P.T.M.Ecc** Percentuale Totale di Masse Eccitate dal sisma.**R.SLU** Reazioni Totali (S.L. Ultimo).**RIEPILOGO MODI DI VIBRAZIONE** Modi di vibrazione considerati: n.15

Spettro	Periodo	As.O	As.V	C.Part	C.Mod	P.M.M	M.Ec
	[s]	[m/s <sup>2</sup> ]	[m/s <sup>2</sup> ]			[%]	[N·s <sup>2</sup> /m]
<b>Modo Vibrazione n. 1</b>							
SLU-X	0,029	2,852	0,000	19,7455	0,0004	74,3	390
SLU-Y	0,029	2,852	0,000	0,0423	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,029	1,226	0,000	19,7455	0,0004	74,3	390
SLD-Y	0,029	1,226	0,000	0,0423	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	3,230	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	3,230	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 2</b>							
SLU-X	0,029	2,852	0,000	0,0423	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,029	2,852	0,000	-19,7455	-0,0004	74,3	390
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,029	1,226	0,000	0,0423	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,029	1,226	0,000	-19,7455	-0,0004	74,3	390

Spettro	Periodo [s]	As.O [m/s <sup>2</sup> ]	As.V [m/s <sup>2</sup> ]	C.Part	C.Mod	P.M.M [%]	M.Ec [N·s <sup>2</sup> /m]
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	3,230	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	3,230	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 3</b>							
SLU-X	1,439	1,437	0,000	1,6794	0,0881	0,5	3
SLU-Y	1,439	1,437	0,000	11,5019	0,6033	25,2	132
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	1,439	0,743	0,000	1,6794	0,0881	0,5	3
SLD-Y	1,439	0,743	0,000	11,5019	0,6033	25,2	132
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,156	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,156	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 4</b>							
SLU-X	1,439	1,437	0,000	11,5019	0,6033	25,2	132
SLU-Y	1,439	1,437	0,000	-1,6794	-0,0881	0,5	3
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	1,439	0,743	0,000	11,5019	0,6033	25,2	132
SLD-Y	1,439	0,743	0,000	-1,6794	-0,0881	0,5	3
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,156	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,156	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 5</b>							
SLU-X	0,006	2,617	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,006	2,617	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,006	1,015	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,006	1,015	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,695	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,695	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 6</b>							
SLU-X	0,011	2,669	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,011	2,669	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,011	1,062	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,011	1,062	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,813	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,813	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 7</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 8</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 9</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 10</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0



Spettro	Periodo [s]	As.O [m/s <sup>2</sup> ]	As.V [m/s <sup>2</sup> ]	C.Part	C.Mod	P.M.M [%]	M.Ec [N·s <sup>2</sup> /m]
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 11</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 12</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 13</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 14</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-
<b>Modo Vibrazione n. 15</b>							
SLU-X	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Y	0,000	2,557	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLU-Z	0,000	0,000	1,030	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-X	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Y	0,000	0,961	0,000	0,0000	0,0000	0,0	0
SLD-Z	0,000	0,000	0,221	0,0000	0,0000	0,0	0
Elast-X	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Y	-	2,557	0,000	-	-	-	-
Elast-Z	-	0,000	1,030	-	-	-	-

**LEGENDA Modi di vibrazione**

<b>Spettro</b>	Spettro di risposta considerato.
<b>Periodo</b>	Periodo del Modo di vibrazione.
<b>As.O</b>	Valore dell'Accelerazione Spettrale Orizzontale, riferita al corrispondente periodo.
<b>As.V</b>	Valore dell'Accelerazione Spettrale Verticale, riferita al corrispondente periodo.
<b>C.Part</b>	Coefficiente di partecipazione del Modo di Vibrazione.
<b>C.Mod</b>	Coefficiente modale del modo di vibrazione.
<b>P.M.M</b>	Percentuale di mobilitazione delle masse nel modo di vibrazione.
<b>M.Ec</b>	Massa Eccitata nel modo di vibrazione.
<b>SLU-X</b>	Spettro di progetto allo S.L. Ultimo per sisma in direzione X.
<b>SLU-Y</b>	Spettro di progetto allo S.L. Ultimo per sisma in direzione Y.
<b>SLU-Z</b>	Spettro di progetto allo S.L. Ultimo per sisma in direzione Z.
<b>SLD-X</b>	Spettro di progetto allo S.L. di Danno per sisma in direzione X.
<b>SLD-Y</b>	Spettro di progetto allo S.L. di Danno per sisma in direzione Y.
<b>SLD-Z</b>	Spettro di progetto allo S.L. di Danno per sisma in direzione Z.
<b>Elast-X</b>	Spettro Elastico per sisma in direzione X.
<b>Elast-Y</b>	Spettro Elastico per sisma in direzione Y.
<b>Elast-Z</b>	Spettro Elastico per sisma in direzione Z.

## PLINTI

N	Livello	Dimensioni			Rot	Mtr	Terreno	Plinti	
		Lungh	Largh	Alt				Quota	PP
		[m]	[m]	[m]	[°ssdc]			[m]	[N]
01	Fondazione	1,00	1,00	0,10	0,00	001		0	2.500

## LEGENDA Plinti

<b>N</b>	Numero identificativo del plinto.
<b>Livello</b>	Identificativo del livello di appartenenza del plinto.
<b>Lungh, Largh, Alt</b>	Dimensioni del plinto.
<b>Rot</b>	Rotazione valutata rispetto al riferimento x, y della sezione del pilastro concorrente nel plinto (Vedi tabella sezioni).
<b>Mtr</b>	Identificativo del materiale costituente il plinto, nella relativa tabella.
<b>Terreno</b>	Identificativo del terreno di sottofondo, nella relativa tabella.
<b>Quota</b>	Quota dell'estremo inferiore del pilastro.
<b>PP</b>	Peso proprio del plinto.

## BICCHIERI

Pil.	Mat.	Altezza Spalle	Altezza Zattera	Spessori Spalle		Dimensioni		Giunto Orz	Giunto Vrt
				Superiore	Inferiore	X	Y		
		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
001	001	80	0	30	30	99	99	13	13

## LEGENDA Bicchieri

<b>Pil.</b>	Numero identificativo del pilastro sotto cui si trova il bicchiere.
<b>Mat.</b>	Identificativo del materiale nella relativa tabella.
<b>Spessori Spalle</b>	Spessore Superiore ed inferiore delle spalle del bicchiere.
<b>Dimensioni</b>	Dimensioni lungo X e Y del bicchiere (X e Y sono riferiti al pilastro sotto cui si trova il bicchiere).
<b>Giunto Orz</b>	Giunto Orizzontale(fra pilastro e spallette per ogni lato).
<b>Giunto Vrt</b>	Giunto Verticale(fra pilastro e spallette per ogni lato).

## CARICHI SUI NODI (per condizioni di carico non sismiche)

T. Carico	Carico	CC	φ	SR	Carichi sui nodi (per condizioni di carico non sismiche)					
					Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
					[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N·m]	[N·m]

## LEGENDA Carichi sui nodi (per condizioni di carico non sismiche)

<b>T.Carico</b>	Descrizione del tipo di carico.
<b>Carico</b>	Descrizione del carico:
<b>CC</b>	Identificativo della condizione di carico, nella relativa tabella.
<b>φ</b>	Nel caso di effettuazione dei calcoli secondo l'Ordinanza 3274/03 e s.m.i., è il valore del coefficiente di riduzione delle masse sismiche.
<b>SR</b>	Identificativo del sistema di riferimento considerato: [G] = Sistema di riferimento Globale X, Y, Z - [L] = Sistema di riferimento Locale 1, 2, 3.
<b>Fx, Fy, Fz</b>	Componenti del vettore Forza riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".
<b>Mx, My, Mz</b>	Componenti del vettore Momento riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

## CARICHI SUI NODI IN FONDAZIONE (Fondazione)

Carico	CC	Carichi sui nodi in fondazione					
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N·m]	[N·m]

## LEGENDA Carichi sui nodi in fondazione

<b>Carico</b>	Descrizione del carico:
<b>CC</b>	Identificativo della condizione di carico, nella relativa tabella.
	$CR001 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) + 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR002 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) - 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR003 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) + 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR004 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) - 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR005 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) + 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR006 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) - 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR007 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) + 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR008 = + \text{Carico Permanente} + (S_x + EC_x) - 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR009 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) + 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR010 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) - 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR011 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) + 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR012 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) - 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR013 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) + 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR014 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) - 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR015 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) + 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR016 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x + EC_x) - 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR017 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) + 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR018 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) - 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR019 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) + 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR020 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) - 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR021 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) + 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR022 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) - 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR023 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) + 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR024 = + \text{Carico Permanente} + (S_x - EC_x) - 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR025 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) + 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR026 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) - 0,3 * (S_y + EC_y)$ $CR027 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) + 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR028 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) - 0,3 * (S_y - EC_y)$ $CR029 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) + 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR030 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) - 0,3 * (-S_y + EC_y)$ $CR031 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) + 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR032 = + \text{Carico Permanente} + (-S_x - EC_x) - 0,3 * (-S_y - EC_y)$ $CR033 = + \text{Carico Permanente} + (S_y + EC_y) + 0,3 * (S_x + EC_x)$ $CR034 = + \text{Carico Permanente} + (S_y + EC_y) - 0,3 * (S_x + EC_x)$



Carichi sui nodi in fondazione							
Carico	CC	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N·m]	[N·m]
		$(Sx + ECx) CR035 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) + 0,3 * (Sx - ECx) CR036 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) - 0,3 * (Sx - ECx) CR037 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) + 0,3 * (-Sx + ECx) CR038 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) - 0,3 * (-Sx + ECx) CR039 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) + 0,3 * (-Sx - ECx) CR040 = + \text{Carico Permanente} + (Sy + ECy) - 0,3 * (-Sx - ECx) CR041 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) + 0,3 * (Sx + ECx) CR042 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) - 0,3 * (Sx + ECx) CR043 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) + 0,3 * (Sx - ECx) CR044 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) - 0,3 * (Sx - ECx) CR045 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) + 0,3 * (-Sx + ECx) CR046 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) - 0,3 * (-Sx + ECx) CR047 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) + 0,3 * (-Sx - ECx) CR048 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy + ECy) - 0,3 * (-Sx - ECx) CR049 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) + 0,3 * (Sx + ECx) CR050 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) - 0,3 * (Sx + ECx) CR051 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) + 0,3 * (Sx - ECx) CR052 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) - 0,3 * (Sx - ECx) CR053 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) + 0,3 * (-Sx + ECx) CR054 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) - 0,3 * (-Sx + ECx) CR055 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) + 0,3 * (-Sx - ECx) CR056 = + \text{Carico Permanente} + (Sy - ECy) - 0,3 * (-Sx - ECx) CR057 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) + 0,3 * (Sx + ECx) CR058 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) - 0,3 * (Sx + ECx) CR059 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) + 0,3 * (Sx - ECx) CR060 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) - 0,3 * (Sx - ECx) CR061 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) + 0,3 * (-Sx + ECx) CR062 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) - 0,3 * (-Sx + ECx) CR063 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) + 0,3 * (-Sx - ECx) CR064 = + \text{Carico Permanente} + (-Sy - ECy) - 0,3 * (-Sx - ECx)$					
Fx, Fy, Fz		Componenti del vettore Forza riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".					
Mx, My, Mz		Componenti del vettore Momento riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".					
Fx, Fy, Mx, My		Sono amplificati con $\gamma_{Rd}$ pari a 1.1 in CD"B" e 1.3 in CD"A".					

## CARICHI SUI PILASTRI

Carichi sui pilastri																
T.Carico	Carico	CC	$\varphi$	SR	Dis[i]	Fx[i] / Qx[i]	Fy[i] / Qy[i]	Fz[i] / Qz[i]	Mx[i] / Mt[i]	My[i]	Mz[i]	Dis[f]	Qx[f]	Qy[f]	Qz[f]	Mt[f]
					[m]	[N] /[N/m]	[N] /[N/m]	[N] /[N/m]	[N·m] / [N·m/m]	[N·m] /[N·m/m]	[N·m] /[N·m/m]	[m]	[N/m]	[N/m]	[N/m]	[N·m/m]
Piano Terra				Pilastro 001				Peso proprio				-332				

## LEGENDA Carichi sui pilastri

T.Carico Descrizione del tipo di carico.

Carico Descrizione del carico:

CC Identificativo della condizione di carico, nella relativa tabella.

 $\varphi$  Nel caso di effettuazione dei calcoli secondo l'Ordinanza 3274/03 e s.m.i., è il valore del coefficiente di riduzione delle masse sismiche.

SR Identificativo del sistema di riferimento considerato: [G] = Sistema di riferimento Globale X, Y, Z - [L] = Sistema di riferimento Locale 1, 2, 3.

Dis[i] Distanza del punto "i" dall'estremo inferiore del pilastro. Il punto "i", in relazione alla descrizione riportata nella colonna "T. Carico" ("Lineare" o "Concentrato"), indica rispettivamente il punto iniziale del tratto interessato dal carico distribuito o in cui è posizionato il carico concentrato.

Fx[i] / Qx[i], Fy[i] / Qy[i], Fz[i] / Qz[i] Valore (nel punto "i") della forza concentrata/distribuita riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

Mx[i] / Mt[i] Se nella colonna "T.Carico" è riportato "Concentrato", è il valore del vettore momento concentrato collocato nel punto "i", riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR". Se nella colonna "T.Carico" è riportato "Lineare", è il valore nel punto "i", del vettore momento (torcente) distribuito sempre riferito all'asse 1 (asse del pilastro) del sistema di riferimento locale 1, 2, 3, quale che sia il sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

My[i], Mz[i] Valore (nel punto "i") del vettore momento concentrato riferito agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

Dis[f] Distanza del punto "f" dall'estremo inferiore del pilastro. Il punto "f" indica il punto finale del tratto interessato dal carico distribuito.

Qx[f], Qy[f], Qz[f] Valore (nel punto "f") della forza distribuita riferita agli assi del sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

Mt[f] Se nella colonna "T.Carico" è riportato "Lineare", è il valore nel punto "f", del vettore momento (torcente) distribuito sempre riferito all'asse 1 (asse del pilastro) del sistema di riferimento locale 1, 2, 3, quale che sia il sistema di riferimento indicato nella colonna "SR".

 $\Delta T1, \Delta T2, \Delta T3$  Variazione di temperatura rispettivamente lungo gli assi 1, 2 o 3 del sistema Locale.

## NODI - SPOSTAMENTI PER CONDIZIONI DI CARICO NON SISMICHE

Nodi - Spostamenti per condizioni di carico non sismiche								
Nodo	CC	Sx	Sy	Sz	$\Theta x$	$\Theta y$	$\Theta z$	$\sigma t$
		[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]
00001	001	0,0000	0,0000	-0,0015	0 E+00	0 E+00	0 E+00	0,00
00002	001	0,0000	0,0000	-0,0041	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-

## LEGENDA Nodi - Spostamenti per condizioni di carico non sismiche

CC Identificativo della condizione di carico, nella relativa tabella.

Sx, Sy, Sz,  $\Theta x$ ,  $\Theta y$ ,  $\Theta z$  Le componenti dello spostamento sono relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z. $\sigma t$  Valore della tensione sul terreno di sottofondo, per nodi appartenenti a strutture di fondazione.

## NODI - SPOSTAMENTI PER EFFETTO DEL SISMA

Nodi - Spostamenti per effetto del sisma														
Nodo	Dir Sism a	Stato Limite Ultimo							Stato Limite di Danno					
		Sx	Sy	Sz	Θ x	Θ y	Θ z	σ t	Sx	Sy	Sz	Θ x	Θ y	Θ z
		[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]	[N/mm²]	[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]
00001	X	0,022 3	0,000 0	0,000 0	4,4671 E-09	1,1417 E-04	0 E+00	0,00	0,002 8	0,000 0	0,000 0	0 E+00	1,6865 E-05	0 E+00
00001	Y	0,000 0	0,022 3	0,000 0	1,1417 E-04	4,4671 E-09	0 E+00	0,00	0,000 0	0,002 8	0,000 0	1,6865 E-05	0 E+00	0 E+00

STUDIO TECNICO ASSOCIATO di PROGETTAZIONE - ING. SOLIO RUGGIERI  
LARGO DELLA RESISTENZA 3 - 63821 PORTO S. ELPIDIO



Nodo	Dir Sisma	Stato Limite Ultimo							Nodi - Spostamenti per effetto del sisma Stato Limite di Danno					
		Sx	Sy	Sz	Θ x	Θ y	Θ z	σ t	Sx	Sy	Sz	Θ x	Θ y	Θ z
		[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]
00001	Z	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0 E+00	0 E+00	0 E+00
00002	X	26,39 54	0,000 9	0,000 0	0 E+00	4,9421 E-02	0 E+00	-	3,899 1	0,000 1	0,000 0	2,911 E-07	7,3003 E-03	0 E+00
00002	Y	0,000 9	26,39 54	0,000 0	4,9421 E-02	2,1373 E-07	0 E+00	-	0,000 1	3,899 1	0,000 0	7,3003 E-03	2,6288 E-07	0 E+00
00002	Z	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-	0,000 0	0,000 0	0,000 0	0 E+00	0 E+00	0 E+00

**LEGENDA Nodi - Spostamenti per effetto del sisma****Dir Sisma**

Direzione del sisma.

**Sx, Sy, Sz, Θ**

Le componenti dello spostamento sono relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z.

**x, Θ y, Θ z****σ t**

Valore della tensione sul terreno di sottofondo, per nodi appartenenti a strutture di fondazione.

**NODI - SPOSTAMENTI PER ECCENTRICITA' ACCIDENTALE**

Nodo	Dir	e	Nodi - Spostamenti per eccentricità accidentale										
			Sx	Sy	Sz	Θ x	Θ y	Θ z	σ t				
			[cm]	[cm]	[cm]	[rad]	[rad]	[rad]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
00001	X	+	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	X	-	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	Y	+	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	Y	-	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
00002	X	+	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	X	-	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	Y	+	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				
	Y	-	0,0000	0,0000	0,0000	0 E+00	0 E+00	0 E+00	-				

**LEGENDA Nodi - Spostamenti per eccentricità accidentale****Dir**

Direzione del sisma.

**Sx, Sy, Sz, Θ x, Θ y,**

Le componenti dello spostamento sono relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z.

**Θ z****σ t**

Valore della tensione sul terreno di sottofondo, per nodi appartenenti a strutture di fondazione.

**PILASTRI - SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO NON SISMICHE**

Pilastri - Sollecitazioni per condizioni di carico non sismiche

Pilastro	CC	Estremo Inferiore							Estremo Superiore							L
		M1	M2	M3	N	T2	T3	M1	M2	M3	N	T2	T3			
		[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]			
Pilastrata: Pilastrata1																
Pilastro 1	001	0	0	0	2.656	0	0	0	0	0	0	0	0	01		

**LEGENDA Pilastri - Sollecitazioni per condizioni di carico non sismiche****Pilastro**

Numero identificativo del pilastro. L'eventuale lettera tra parentesi distingue i diversi tratti della pilastrata al livello considerato.

**CC**

Identificativo della Condizione di Carico nella relativa tabella.

**Estremo Inferiore/Superiore**

Le caratteristiche della sollecitazione sono relative al sistema di riferimento locale 1, 2, 3.

**L**

Identificativo del livello, nella relativa tabella.

**PILASTRI - SOLLECITAZIONI PER EFFETTO DEL SISMA**

Pilastri - Sollecitazioni per effetto del sisma

Pilastro	Dir	Estremo Inferiore						Estremo Superiore						L
		M1	M2	M3	N	T2	T3	M1	M2	M3	N	T2	T3	
		[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	
Pilastrata: Pilastrata1														
Pilastro 1	X	0	1.553	0	0	0	194	0	0	0	0	0	194	01
	Y	0	0	1.553	0	194	0	0	0	0	0	194	0	01
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01

**LEGENDA Pilastri - Sollecitazioni per effetto del sisma****Pilastro**

Numero identificativo del pilastro. L'eventuale lettera tra parentesi distingue i diversi tratti della pilastrata al livello considerato.

**Dir**

Direzione del sisma.

**Estremo Inferiore/Superiore**

Le caratteristiche della sollecitazione sono relative al sistema di riferimento locale 1, 2, 3.

**L**

Identificativo del livello, nella relativa tabella.

**PILASTRI - SOLLECITAZIONI PER ECCENTRICITA' ACCIDENTALE**

Pilastri - Sollecitazioni per eccentricità accidentale

Pilastro	Dir	e	Estremo Inferiore							Estremo Superiore							L
			M1	M2	M3	N	T2	T3	M1	M2	M3	N	T2	T3			
			[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]	[N-m]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N]			
Pilastrata: Pilastrata1																	

## Pilastri - Sollecitazioni per eccentricità accidentale

Pilastro	Dir	e	Estremo Inferiore						Estremo Superiore						L
			M1 [N-m]	M2 [N-m]	M3 [N-m]	N [N]	T2 [N]	T3 [N]	M1 [N-m]	M2 [N-m]	M3 [N-m]	N [N]	T2 [N]	T3 [N]	
Pilastro 1	X	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
	X	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
	Y	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01
	Y	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01

## LEGENDA Pilastri - Sollecitazioni per eccentricità accidentale

**Pilastro** Numero identificativo del pilastro. L'eventuale lettera tra parentesi distingue i diversi tratti della pilastriata al livello considerato.  
**Dir** Direzione del sisma.  
**e** Segno dell'eccentricità accidentale.  
**Estremo Inferiore/Estremo Superiore** Le caratteristiche della sollecitazione sono relative al sistema di riferimento locale 1, 2, 3.  
**L** Identificativo del livello, nella relativa tabella.

## NODI - REAZIONI VINCOLARI ESTERNE PER CONDIZIONI DI CARICO NON SISMICHE

## Nodi - Reazioni vincolari esterne per condizioni di carico non sismiche

N	CC	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [N-m]	My [N-m]	Mz [N-m]
00001	001	0	0	5.156	0	0	0

## LEGENDA Nodi - Reazioni vincolari esterne per condizioni di carico non sismiche

**N** Numero identificativo del nodo.  
**CC** Identificativo della Condizione di Carico nella relativa tabella.  
**Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz** Reazioni vincolari relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z.

## NODI - REAZIONI VINCOLARI ESTERNE PER EFFETTO DEL SISMA

## Nodi - Reazioni vincolari esterne per effetto del sisma

N	Dir	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [N-m]	My [N-m]	Mz [N-m]
00001	X	1.129	0	0	0	1.553	0
00001	Y	0	1.129	0	1.553	0	0
00001	Z	0	0	0	0	0	0

## LEGENDA Nodi - Reazioni vincolari esterne per effetto del sisma

**N** Numero identificativo del NODO.  
**Dir** Direzione del sisma.  
**Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz** Reazioni vincolari relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z.

## NODI - REAZIONI VINCOLARI ESTERNE PER ECCENTRICITA' ACCIDENTALE

## Nodi - Reazioni vincolari esterne per eccentricità accidentale

N	Dir	e	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [N-m]	My [N-m]	Mz [N-m]
00001	X	+	0	0	0	0	0	0
00001	X	-	0	0	0	0	0	0
00001	Y	+	0	0	0	0	0	0
00001	Y	-	0	0	0	0	0	0

## LEGENDA Nodi - Reazioni vincolari esterne per eccentricità accidentale

**N** Numero identificativo del nodo.  
**Dir** Direzione del sisma.  
**e** Segno dell'eccentricità accidentale.  
**Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz** Reazioni vincolari relative al sistema di riferimento globale X, Y, Z.

## EDIFICIO - VERIFICHE DI RIPARTIZIONE DELLE FORZE SISMICHE

## Edificio - Verifiche di ripartizione delle forze sismiche

Tg <sub>tot</sub> X [N]	Tg <sub>tot</sub> Y [N]	Tg <sub>pil</sub> X [N]	Tg <sub>pil</sub> Y [N]	% <sub>pil</sub> X	% <sub>pil</sub> Y	Tg <sub>setti</sub> X [N]	Tg <sub>setti</sub> Y [N]	% <sub>setti</sub> X	% <sub>setti</sub> Y	Tg <sub>altro</sub> X [N]	Tg <sub>altro</sub> Y [N]	% <sub>altro</sub> X	% <sub>altro</sub> Y
194	194	194	194	100,0	100,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0

## LEGENDA Edificio - Verifiche di ripartizione delle forze sismiche

**Tg<sub>tot</sub>** Taglio totale alla quota Zero Sismico (nella direzione X o Y) [N]  
**Tg<sub>pil</sub>** Taglio totale alla quota Zero Sismico assorbito dai pilastri (nella direzione X o Y) [N]  
**%<sub>pil</sub>** Percentuale del Taglio totale alla quota Zero Sismico assorbito dai pilastri (nella direzione X o Y)  
**Tg<sub>setti</sub>** Taglio totale alla quota Zero Sismico assorbito dai setti [N]  
**%<sub>setti</sub>** Percentuale del Taglio totale alla quota Zero Sismico assorbito dai setti (nella direzione X o Y)  
**Tg<sub>altro</sub>** Taglio totale alla quota Zero Sismico NON assorbito dai pilastri e dai setti (nella direzione X o Y) [N]  
**%<sub>altro</sub>** Percentuale del Taglio totale alla quota Zero Sismico NON assorbito dai pilastri e dai setti (nella direzione X o Y)



**VERIFICHE BICCHIERI (Elevazione)**

Pil.	Dir.	FsO	FsV	FrOAcc	FrOCls	FrVAcc	FrVCls	AfOE	AfVE	Verifiche Bicchieri	
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[cm²]	[cm²]	CoeffSicO	CoeffSicV
001	X	1.416	1.416	1.058.399	400.855	434.341	1.713.439	6,79	4,52	NS	NS
	Y	1.488	4.953	1.058.581	400.855	430.804	1.713.439	6,79		NS	86,98

**LEGENDA Verifiche Bicchieri**

<b>Pil.</b>	Numero identificativo del pilastro sotto cui si trova il bicchiere.
<b>Dir.</b>	Direzione locale della sezione del pilastro.
<b>FsO</b>	Sollecitazione per le Staffe Orizzontali.
<b>FsV</b>	Sollecitazione per l'armatura verticale d'angolo.
<b>FrOAcc</b>	Resistenza delle Staffe Orizzontali.
<b>FrOCls</b>	Resistenza del Calcestruzzo del bordo frontale.
<b>FrVAcc</b>	Resistenza dell'armatura Verticale d'angolo.
<b>FrVCls</b>	Resistenza del Calcestruzzo d'angolo.
<b>AfOE</b>	Staffe orizzontali.
<b>AfVE</b>	Molloni Verticali d'angolo.
<b>CoeffSicO</b>	Coefficiente di sicurezza MINIMO per armature orizzontali.
<b>CoeffSicV</b>	Coefficiente di sicurezza MINIMO per armature verticali.

**PLINTI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (Fondazione)**

Plinti - Sollecitazioni e verifiche allo stato limite ultimo																			
Pil	Livello	N	Mx	My	Tx	Ty	σt	Afs.A	Afs.B	Afi.A	Afi.B	Afp.A	Afp.B	CSs.A	CSs.B	CSi.A	CSi.B	CSp.A	CSp.B
		[N]	[N-m]	[N-m]	[N]	[N]	[N/mm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]						
001	Fondazione	3.453	804	804	194	194	-	6,79	6,79	6,79	6,79	4,52	4,52	21,66	21,66	21,66	21,66	16,79	16,79

**LEGENDA Plinti - Sollecitazioni e verifiche allo stato limite ultimo**

<b>Pil</b>	Identificativo della pilastretta cui il plinto è collegato.
<b>Livello</b>	Identificativo del livello di appartenenza del plinto.
<b>N, Mx, My, Tx, Ty</b>	Componenti della sollecitazione.
<b>Afs.A, Afs.B</b>	Armatura superiore esecutiva, rispettivamente nelle direzioni A e B.
<b>Afi.A, Afi.B</b>	Armatura inferiore esecutiva, rispettivamente nelle direzioni A e B.
<b>Afp.A, Afp.B</b>	Armatura a punzonamento esecutiva (aliquote di Afp.A e Afp.B), rispettivamente nelle direzioni A e B.
<b>CSs.A, CSs.B</b>	Coefficienti di sicurezza relativi all'armatura superiore, nelle direzioni A e B. [NS] = Non Significativo - Per valori del CS maggiori o uguali a 100.
<b>CSi.A, CSi.B</b>	Coefficienti di sicurezza relativi all'armatura inferiore, nelle direzioni A e B. [NS] = Non Significativo - Per valori del CS maggiori o uguali a 100.
<b>CSp.A, CSp.B</b>	Coefficienti di sicurezza relativi all'armatura a punzonamento, nelle direzioni A e B. [NS] = Non Significativo - Per valori del CS maggiori o uguali a 100.
<b>σt</b>	Valore della tensione massima esercitata sul terreno.

**VERIFICHE PER CARICO LIMITE SU FONDAZIONI DIRETTE (Fondazione)**

Verifiche per Carico Limite su fondazioni dirette																
Descrizione	CS	Dimensioni e orientazione			Prof	Falda	Comp. Terreno	Coef. Cor. Terzaghi			Coef. Calc. Terzaghi			QMax	Qd,R d	Intrv
		X	Y	Rtz				per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm²]	[N/mm²]	
Plinto 1	42,81	1,30	1,30	0,00	0,25	-	NON Coesivo	1,71	0,00	0,60	23,18	35,49	30,21	0,004	0,170	NO

**LEGENDA - Verifiche per Carico Limite su fondazioni dirette**

<b>Descrizione</b>	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza [NS] = Non significativo.
<b>Dimensioni</b>	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
<b>Rtz</b>	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
<b>Prof</b>	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
<b>Falda</b>	Profondità di falda sotto l'elemento di fondazione dal piano campagna.
<b>Comp. Terreno</b>	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
<b>Coef. Cor. Terzaghi</b>	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
<b>Coef. Calc. Terzaghi</b>	Coefficienti di calcolo per la formula di Terzaghi.
<b>QMax</b>	Carico Massimo di Progetto allo SLU.
<b>Qd,Rd</b>	Resistenza di progetto del terreno.
<b>Intrv</b>	[SI] = nodo con presenza di rinforzo; [NO] = nodo senza rinforzo.

Porto Sant'Elpidio, 23/12/2014

Il Progettista

(Dott. Ing. Solio Ruggieri)

