



PR CAMPANIA  
**FESR**  
2021-2027

**ASIS**  
SALERNITANA  
RETI E IMPIANTI s.p.a.



REALIZZAZIONE IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI SAN GREGORIO MAGNO (SA)

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PFTE-ESL.01  
Integ.

### CALCOLI STRUTTURALI LOCALI TECNICI DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE

PROGETTISTI:  
arch. Angelo Giuseppe Turco - U.T.C.  
ing. Mario Policastro

Revisione progetto:  
ing. Carmine Marchetta

GEOLOGO:  
dott. Angelo Goffredo

RUP  
ing. Laura Borea

DATA | MARZO 2020



REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATORE/RESP. TECNICO
LUGLIO 2022	AGGIORNAMENTO PREZZI		
OTTOBRE 2025	REVISIONE PROGETTO		
MARZO 2026	INTEGRAZIONE		

## DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE

### Premessa

La presente relazione viene resa nell'ambito del progetto strutturale dei locali tecnici del sistema depurativo, i quali saranno destinati ad accogliere le apparecchiature elettromeccaniche, i quadri elettrici, depositi e servizi connessi alla gestione dell'impianto.

Il progetto prevede la realizzazione di n. 2 locali tecnici, di identiche dimensioni e caratteristiche, da realizzare nel medesimo sito d'impianto alla loc. Piè delle Vigne del Comune di San Gregorio Magno (Sa) (part. 576 del foglio 36). Essendo il copro di fabbrica il medesimo per i due locali tecnici, così come il sito d'installazione (uguali caratteristiche geologico-tecniche), le verifiche strutturali eseguite ai sensi delle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018) sono riferite ad un unico manufatto. Per la disposizione planimetrica dei corpi di fabbrica si rinvia agli elaborati grafici di progetto.

### Localizzazione.

Comune : SAN GREGORIO MAGNO  
Provincia : SALERNO  
Indirizzo : LOC. PIE' DELLE VIGNE

- Dati Catastali -

Foglio di mappa : 36  
Particella : 576

## Tipologia della costruzione.

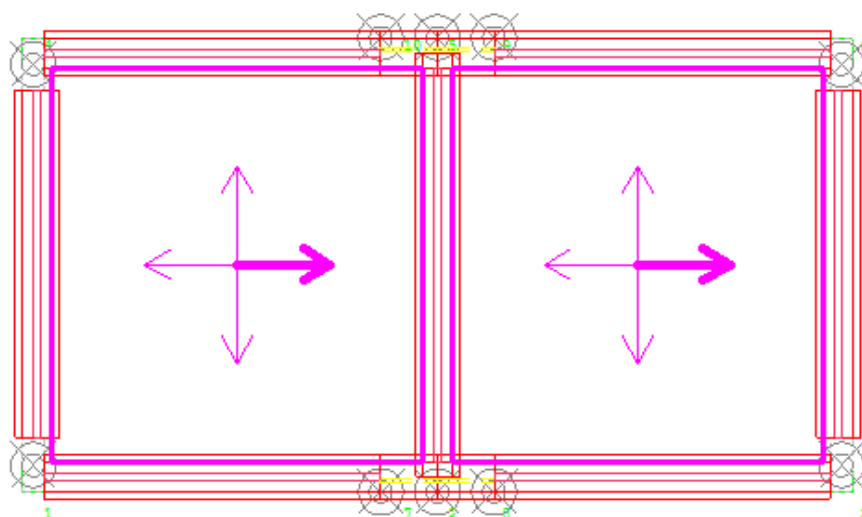
La costruzione oggetto della relazione rientra nella tipologia definita come:

Tipologia Struttura : Edifici con struttura in cemento armato  
Tipologia Edificio : Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti  
Modalità di Collasso : Strutture a telaio e miste equivalenti a telai

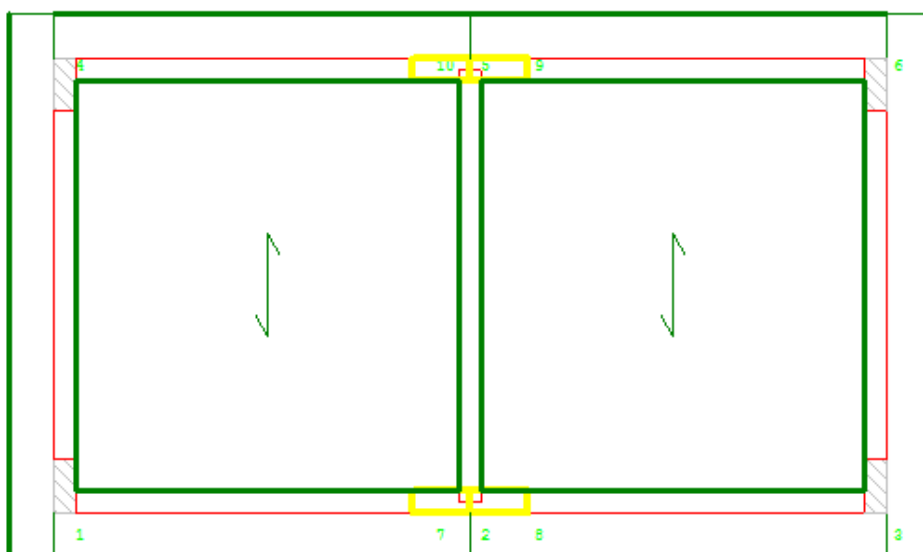
## Descrizione geometrica.

Larghezza costruzione : 10.70 m  
Lunghezza costruzione : 6.00 m  
Altezza costruzione : 3.70 m (misurata dallo spiccato delle fondazioni)

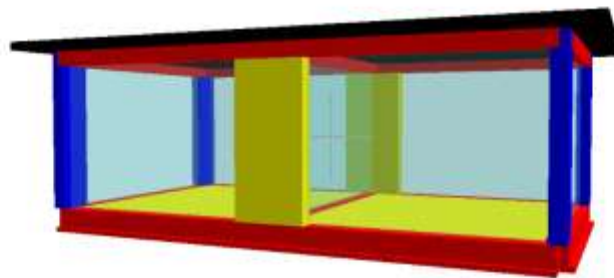
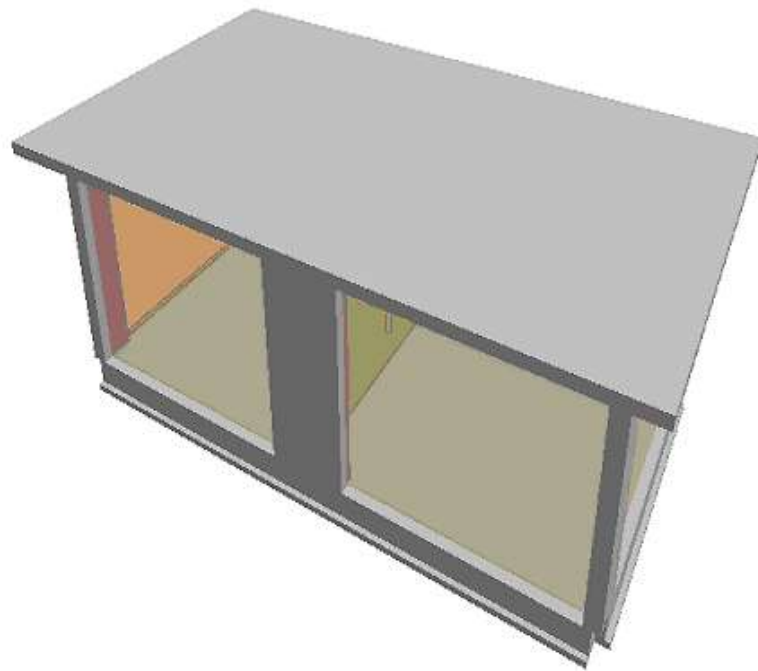
- Livelli -  
**piano terra**



**copertura piana**



- Assonometrie -



## Caratteristiche geologiche.

Dalla Relazione Geologica allegata, si riporta il seguente andamento stratigrafico del terreno:

### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Filo : Filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : Nome della colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Pos. Piano Posa : Posizione del piano di posa rispetto all'estradosso dell'elemento di fondazione;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.

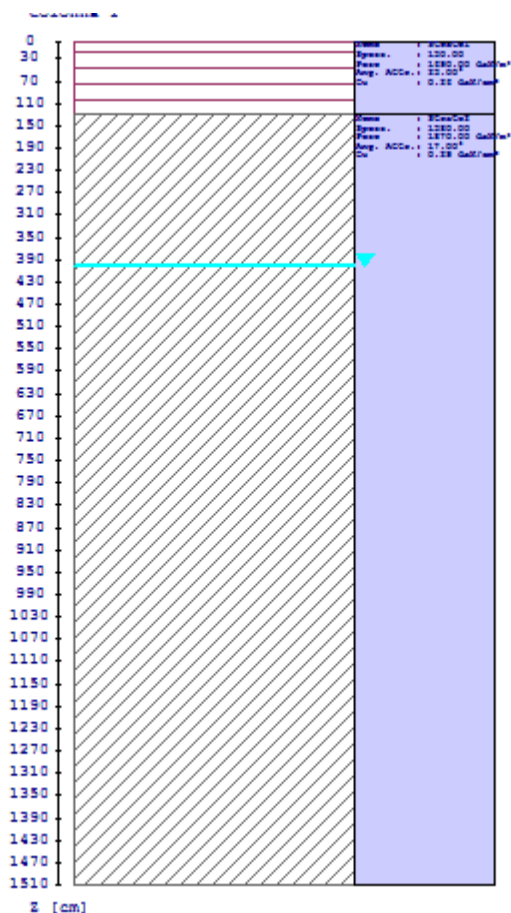
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Pos. Piano Posa [cm]	No. Strati
1	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
2	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
3	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
4	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
5	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
6	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
7	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
8	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
9	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2
10	Colonna 1	Fondazione	Presente	400.00	-40.00	2
	Colonna 1	1	Presente	400.00	-40.00	2

### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : Nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : Nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff.	NSPT	Qc [daN/c m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/c m <sup>2</sup> ]	E [daN/c m <sup>2</sup> ]	G [daN/c m <sup>2</sup> ]	$\nu_t$ [°]	E <sub>ed</sub> [daN/c m <sup>2</sup> ]	OCR
---------	--------	-------------	----------------------------	-----------	------	----------------------------	------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------	---	-----

				[daN/m <sup>3</sup> ]										
<b>Colonna 1</b>	Strato1	130.00	1690.00	690.00	10.0 0	15.00	23.00	0.10	0.26	1616.00	621.00	0.33	2175.00	1.00
	Strato2	1380.0 0	1870.00	870.00	-	-	17.00	0.10	0.29	2448.00	941.00	0.33	3295.00	1.00



## Normative di Riferimento.

Tutte le operazioni illustrate nel proseguo, relative all'analisi della struttura ed alle verifiche sugli elementi sono state effettuate in piena conformità alle seguenti norme:

Norme Tecniche C.N.R. 10011:

'Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.'

Norme C.N.R. 10024:

'Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.'

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003:

'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.'

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:

'Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003.'

Norma UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2:

'Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici'

Norma UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:

'Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.'

Norma UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8:

'Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali.'

D.M. 17/01/2018:

'Norme tecniche per le costruzioni.'

## **Descrizione modello strutturale.**

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Il metodo degli elementi finiti consiste nel sostituire il modello continuo della struttura con un modello discreto equivalente e di approssimare la funzione di spostamento con polinomio algebrico, definito in regioni (dette appunto elementi finiti) che sono delle funzioni interpolanti il valore di spostamento definito in punti discreti (detti nodi).

Gli elementi finiti utilizzabili ai fini della corretta modellazione della struttura verranno descritti di seguito.

Il modello di calcolo può essere articolato sulla base dell'ipotesi di impalcato rigido, in funzione della reale presenza di solai continui atti ad irrigidire tutto l'impalcato.

Tale ipotesi viene realizzata attraverso l'introduzione di adeguate relazioni cinematiche

tra i gradi di libertà dei nodi costituenti l'impalcato stesso.

Il metodo di calcolo adottato, le combinazioni di carico, e le procedure di verifica saranno descritte di seguito.

### **Riferimento globale e locale.**

La struttura viene definita utilizzando una terna di assi cartesiani formanti un sistema di riferimento levogiro, unico per tutti gli elementi e chiamato "globale". Localmente esiste un'ulteriore sistema di riferimento, detto appunto "locale", utile alla definizione delle caratteristiche di rigidezza dei singoli elementi.

I due sistemi di riferimento sono correlati da una matrice, detta di rotazione.

### **Modellazione geometrica della struttura.**

Il modello geometrico (mesh) della struttura è basato sull'utilizzo dei seguenti elementi:

#### **- Nodi**

Si definiscono nodi, entità geometriche determinate tramite le tre coordinate nel riferimento globale.

I nodi, nello spazio tridimensionale, posseggono tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.

Essi sono posizionati in modo da definire gli estremi degli elementi finiti e, di regola, in ogni discontinuità strutturale, di carico, di caratteristiche meccaniche, di campo di spostamento.

#### **- Vincoli e Molle**

I gradi di libertà possono essere vincolati, bloccando il cinematismo nella direzione voluta o assegnando "molle" applicate ai nodi tramite valori di rigidezza finiti.

Un vincolo assegna a priori un valore di spostamento nullo, e quindi la variabile corrispondente viene eliminata.

#### **- Vincoli interni**

Tali vincoli servono a definire le modalità di trasmissione degli sforzi dall'elemento finito ai nodi. Ciò viene associato al concetto di trasferimento della rigidezza.

Generalmente l'elemento considerato è rigidamente connesso ai nodi che lo definiscono, in modo da bloccare tutti i gradi di libertà relativi. E' possibile, comunque "rilasciare" le caratteristiche delle sollecitazioni, in modo da svincolare i gradi di libertà corrispondenti. Nel caso particolare, il modello utilizzato consente di svincolare le tre rotazioni intorno agli assi locali dell'asta.

#### *- Aste*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo delimitate da due nodi (i nodi di estremità).

Per questi elementi generalmente la funzione interpolante è quella del modello analitico per cui la mesh non influisce sensibilmente sulla convergenza.

Le aste sono dotate di rigidità assiale, flessionale, e a taglio, secondo il modello classico della trave inflessa di Eulero- Bernoulli.

Alla singola asta è possibile associare una sezione costante per tutta la sua lunghezza.

#### *- Asta su suolo elastico*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo, di definizione simile alle aste. Sono utili a modellare travi di fondazione, considerate poggianti su suolo alla Winkler, e reagenti sia rispetto alle componenti traslazionali di cinematisimo, sia rotazionali.

#### *- Lastra-Piastra*

Si tratta di elementi finiti bidimensionali, definiti da tre o quattro nodi, posti ai vertici rispettivamente di un triangolo o di un quadrilatero irregolare. La geometria reale dell'elemento viene ricondotta ad un triangolo rettangolo (elemento a tre nodi) o ad un quadrato definito nella trattazione isoparametrica.

L'elemento lastra-piastra non ha rigidità per la rotazione intorno all'asse perpendicolare al suo piano e viene trattato secondo la teoria di Mindlin-Reissner. Nel modello considerato si tiene conto dell'accoppiamento tra azioni flessionali e membranali.

#### *- Forze e coppie concentrate*

Per la risoluzione statica della struttura, tutti i carichi applicati agli elementi vengono trasferiti ai nodi. Ciò avviene in automatico per il peso delle aste, delle piastre, delle pareti, dei pannelli di carico presenti sulle aste e per la distribuzione di carico applicate

agli elementi bidimensionali.

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di forze e coppie ai nodi.

Le forze sono dirette lungo le tre direzioni del sistema di riferimento globale ed in entrambi i versi per ogni direzione. Le coppie concentrate sono riferite ai tre assi del riferimento globale, in entrambi i versi di rotazione di ciascun asse.

#### *- Carichi distribuiti*

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di carichi ripartiti sulle aste e di distribuzione di carico su piastre e pareti.

I carichi ripartiti sulle aste possono essere riferite sia al riferimento globale, sia al riferimento locale, lungo le tre direzioni ed in entrambe i versi. E' possibile anche introdurre carichi distribuiti torcenti agenti intorno all'asse dell'asta ed in entrambe i versi di rotazione.

Tutti i tipi di carico ripartito devono avere forma trapezia.

Sugli elementi bidimensionali, che fanno parte della mesh di piastre e pareti, è possibile assegnare una distribuzione uniforme, avente le caratteristiche di una pressione diretta ortogonalmente all'elemento.

#### *- Pannelli di carico*

Il pannello di carico è un concetto legato alla reale distribuzione di carichi gravanti sulle aste. Ne fanno parte: solai, balconi, scale.

Da tali pannelli, di forma irregolare come definiti dalla geometria dell'input, si passa alla quantificazione dei carichi trapezoidali ripartiti sulle aste. Per meglio simulare l'effetto dei pannelli, vengono generati in modo automatico anche dei carichi ripartiti torcenti, anch'essi di forma trapezia, relativi ai carichi distribuiti equivalenti al pannello.

#### *- Sezioni*

Le sezioni assegnabili alle aste sono definite attraverso le caratteristiche geometrico-elastiche, i moduli di resistenza plastici (sezioni in acciaio) ed il materiale.

### **Materiali.**

I materiali, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, sono considerati omogenei ed isotropi e sono definiti dalle seguenti caratteristiche: peso per unità di volume, modulo elastico, coefficiente di Poisson, coefficiente di dilatazione, e tutte le caratteristiche meccaniche, riepilogate in seguito, utili alle verifiche strutturali dettate dalla normativa.



## Matrici di calcolo della struttura.

Dalla discretizzazione geometrica della struttura vengono definite le matrici utili a studiare il comportamento globale della struttura in esame.

### - Matrice di rigidezza

Tale matrice viene costruita partendo dalla matrice di rigidezza espressa nel sistema di riferimento locale dell'elemento considerato. Attraverso un'operazione di trasformazione, mediante la matrice di rotazione, viene riferita al sistema di riferimento globale. L'ultima operazione consiste nell'"assemblaggio" delle singole matrici di ogni elemento, in modo da formare un'unica matrice relativa all'intera struttura.

### - Matrice delle masse

La generazione della matrice globale è del tutto analoga a quella sopra descritta per la matrice di rigidezza. La matrice delle masse è di tipo "consistent" e considera l'effettiva distribuzione delle masse della struttura. Come definito dalla normativa, alle masse relative ai carichi permanenti, viene aggiunta un'aliquota delle masse equivalenti ai carichi d'esercizio.

### - Caratteristiche dei nodi -

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.  
Coordinate : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano.  
Imp. : impalcato di appartenenza del nodo.  
Slave : nodo dipendente da un nodo MASTER definito nella tabella specifica;  
Vincoli : eventuali vincoli esterni del nodo in ognuna delle 6 direzioni:  
x : direzione X rispetto al sistema di riferimento globale;  
y : direzione Y rispetto al sistema di riferimento globale;  
z : direzione Z rispetto al sistema di riferimento globale;  
Rx : rotazione attorno all'asse X del sistema di riferimento globale;  
Ry : rotazione attorno all'asse Y del sistema di riferimento globale;  
Rz : rotazione attorno all'asse Z del sistema di riferimento globale;

Inoltre:

np : non presenza di vincoli;  
p : valore infinito della rigidezza;  
Kt : valore finito delle rigidezze traslazionali da leggere nella tabella specifica;  
Kr : valore finito delle rigidezze rotazionali da leggere nella tabella specifica;

Masse Nodali:

M : valore della massa traslazionale  
Mlx : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse X  
Mly : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Y  
Mlz : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Z

Nodo	Coordinate [cm]			Impalcato	Slave	Vincoli						Masse Nodali			
	x	y	z			x	y	z	Rx	Ry	Rz	M [daNM]	Mlx [daNM*cm <sup>2</sup> ]	Mly [daNM*cm <sup>2</sup> ]	Mlz [daNM*cm <sup>2</sup> ]
1	15.0	35.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
2	550.0	0.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1085.0	35.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
4	15.0	565.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

5	550.0	600.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1085.0	565.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
7	475.0	0.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
8	625.0	0.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
9	625.0	600.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
10	475.0	600.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
11	15.0	35.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
12	550.0	0.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1085.0	35.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
14	15.0	565.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
15	550.0	600.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
16	1085.0	565.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
17	475.0	0.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
18	625.0	0.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
19	625.0	600.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
20	475.0	600.0	370.0	copertura piana	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
21	15.0	123.3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
22	15.0	211.7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
23	15.0	300.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
24	15.0	388.3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
25	15.0	476.7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
26	107.0	572.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
27	199.0	579.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
28	291.0	586.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
29	383.0	593.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
30	550.0	500.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
31	550.0	400.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
32	550.0	300.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
33	550.0	200.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
34	550.0	100.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
35	383.0	7.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
36	291.0	14.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
37	199.0	21.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
38	107.0	28.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
39	717.0	593.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

40	809. 0	586. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
41	901. 0	579. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
42	993. 0	572. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
43	1085. .0	476. 7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
44	1085. .0	388. 3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
45	1085. .0	300. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
46	1085. .0	211. 7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
47	1085. .0	123. 3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
48	993. 0	28.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
49	901. 0	21.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
50	809. 0	14.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
51	717. 0	7.0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
52	475. 0	0.0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
53	475. 0	0.0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
54	475. 0	0.0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
55	550. 0	0.0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
56	550. 0	0.0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
57	550. 0	0.0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
58	625. 0	0.0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
59	625. 0	0.0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
60	625. 0	0.0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
61	550. 0	600. 0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
62	550. 0	600. 0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
63	550. 0	600. 0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
64	625. 0	600. 0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
65	625. 0	600. 0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
66	625. 0	600. 0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
67	475. 0	600. 0	277. 5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
68	475. 0	600. 0	185. 0	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
69	475. 0	600. 0	92.5	copertura piana	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
70	104. 7	119. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
71	194. 7	114. 9	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
72	284. 7	110. 7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
73	374. 7	106. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
74	464. 7	102. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

75	463. 2	202. 3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
76	464. 2	301. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
77	465. 6	400. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
78	467. 0	499. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
79	104. 8	209. 9	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
80	194. 7	208. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
81	284. 6	206. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
82	374. 4	204. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
83	375. 5	301. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
84	377. 1	398. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
85	378. 8	495. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
86	105. 3	300. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
87	195. 6	300. 9	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
88	285. 8	301. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
89	287. 1	396. 2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
90	288. 6	491. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
91	105. 9	391. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
92	196. 6	393. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
93	197. 6	486. 3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
94	106. 3	481. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
95	636. 7	102. 1	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
96	725. 6	106. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
97	815. 1	110. 3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
98	904. 8	114. 6	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
99	994. 7	119. 0	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
100	995. 3	209. 8	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
101	994. 9	300. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
102	994. 3	390. 9	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
103	993. 6	481. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
104	638. 6	201. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
105	727. 4	203. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
106	816. 4	205. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
107	905. 5	207. 7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
108	905. 2	300. 5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
109	903. 9	393. 4	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

110	902.5	486.2	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
111	638.6	300.1	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
112	727.1	300.3	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
113	815.8	300.5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
114	814.5	395.5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
115	811.9	490.7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
116	637.7	398.7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
117	725.5	397.5	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
118	722.9	494.8	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
119	634.7	498.7	0.0	piano terra	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella dei Nodi Master:

Nodo	Tipo Nodo	Coordinate [cm]		
		x	y	z
M1	Impalcato Rigido	550.00	300.00	370.00

#### - Caratteristiche delle aste -

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura ed in modo particolare la colonna:

Asta : numerazione dell'asta  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta  
 Nodo In. : nodo iniziale dell'asta  
 Nodo Fin. : nodo finale dell'asta  
 Tipo : funzione dell'asta  
 Sez. : sezione trasversale associata all'asta come da 3.4  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta  
 Imp. : impalcato di appartenenza dell'asta

Asta	Fili	Nodo In.	Nodo Fin.	Tipo	Sez.	L [cm]	Imp.	Vincoli interni											
								Estremo In.						Estremo Fin.					
								Spo X	Spo Y	Spo Z	Rot X	Rot Y	Rot Z	Spo X	Spo Y	Spo Z	Rot X	Rot Y	Rot Z
1	4, 1	4	25	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	4, 1	25	24	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	4, 1	24	23	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	4, 1	23	22	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	4, 1	22	21	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	4, 1	21	1	Trave Fond.	1	88.33	piano terra	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



30	8, 3	48	3	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
31	4, 10	4	26	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
32	4, 10	26	27	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
33	4, 10	27	28	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
34	4, 10	28	29	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
35	4, 10	29	10	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
36	5, 9	5	9	Trave Fond.	1	75.00	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
37	10, 5	10	5	Trave Fond.	1	75.00	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
38	9, 6	9	39	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
39	9, 6	39	40	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
40	9, 6	40	41	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
41	9, 6	41	42	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
42	9, 6	42	6	Trave Fond.	1	92.27	pia no terr a	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
43	1, 4	11	14	Trave Elev.	2	530.00	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
44	1, 7	11	17	Trave Elev.	2	461.33	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
45	2, 5	12	15	Trave Elev.	2	600.00	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
46	7, 2	17	12	Trave Elev.	2	75.00	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
47	2, 8	12	18	Trave Elev.	2	75.00	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
48	3, 6	13	16	Trave Elev.	2	530.00	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
49	8, 3	18	13	Trave Elev.	2	461.33	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
50	4, 10	14	20	Trave Elev.	2	461.33	cop ertu ra pia na	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0
51	5, 9	15	19	Trave Elev.	2	75.00	cop ertu ra	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0





Nell'ambito del progetto, per sviluppare i calcoli strutturali, si è fatto riferimento ai parametri tecnici dei seguenti materiali divisi per categoria di appartenenza:

#### a - Calcestruzzo

Nome	Classe	Rck [daN/cm <sup>2</sup> ]	v	ps [daN/cm <sup>2</sup> ]	αt [1/°C]	Ec [daN/cm <sup>2</sup> ]	FC	γm,c	Ect/Ec	fck [daN/cm <sup>2</sup> ]	fcd SLV [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctd SLV [daN/cm <sup>2</sup> ]	fcd SLD [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctd SLD [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctk,0.05 [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctm [daN/cm <sup>2</sup> ]	εc2 [‰]	εcu2 [‰]
Cls1	C25/30	300	0.15	2500.00	1.0E-005	314758.06	1.00	1.50	0.50	250.00	141.67	11.97	212.50	17.95	17.95	25.65	2.00	3.50

#### b - Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γm	γE	FC	Es [daN/cm <sup>2</sup> ]	fyk [daN/cm <sup>2</sup> ]	ftk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd SLV [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd SLD [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd SLE [daN/cm <sup>2</sup> ]	k	εud [‰]
Barre1	B450C	1.15	-	1.00	2100000.00	4500.00	5400.00	3913.04	4500.00	3913.04	1.00	10.00

### Vita nominale.

La vita nominale della costruzione è posta pari a **100** (Grandi Opere). La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

### Classe d'uso e di duttilità.

In base alla vita utile definita precedentemente, la costruzione viene classificata in **classe d'uso IV**.

Classe di duttilità : B

La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

### Stati limite e prestazioni attese di esercizio.

Le verifiche agli stati limite di salvaguardia della vita, scelte dal Committente e dal Progettista, da effettuare riguardano:

In riferimento alle verifiche agli stati limite di esercizio effettuate, si riportano i valori limite delle relative grandezze. La scelta è stata effettuata dal Committente e dal Progettista.

- Elementi in c.a. - Verifiche SLV

#### Travi

Flessione Composta

Taglio

#### Pilastrri

Flessioni Composte Rette

Taglio

## Pareti

## Platee

Flessione

Taglio

- Elementi in c.a. - Verifiche SLD

## Travi

Flessione Composta

Taglio

## Pilastri

Flessioni Composte Rette

Taglio

## Pareti

## Platee

Flessione

- Elementi in c.a. - Verifiche SLE

## Travi

TENSIONI DI ESERCIZIO		
Combinazione	fck	fyk
Caratteristica	0.60	0.80
Quasi permanente	0.45	0.80
DEFORMABILITA'		
Combinazione	Freccia max (f/l)	
Caratteristica	0.0020	
FESSURAZIONE		
Combinazione	Ampiezza massima della fessura [mm]	
Frequente	0.40	
Quasi permanente	0.30	

## Pilastri

TENSIONI DI ESERCIZIO		
Combinazione	fck	fyk
Caratteristica	0.60	0.80
Quasi permanente	0.45	0.80
FESSURAZIONE		
Combinazione	Ampiezza massima della fessura [mm]	
Quasi permanente		

## Platee

TENSIONI DI ESERCIZIO		
Combinazione	fck	fyk
Caratteristica	0.60	0.80
Quasi permanente	0.45	0.80
FESSURAZIONE		
Combinazione	Ampiezza massima della fessura [mm]	
Frequente	0.40	
Quasi permanente	0.30	

- Solai a trave continua - Verifiche SLV

BALCONE C.A.  
Presso-Tenso-Flessione  
Taglio

SOLAIO IN LATERO-CEMENTO  
Flessione Composta  
Taglio

- Solai a trave continua - Verifiche SLE

TENSIONI DI ESERCIZIO		
Combinazione	fck	fyk
Caratteristica	0.60	0.80
Quasi permanente	0.45	0.80
DEFORMABILITA'		
Combinazione	Freccia max (f/l)	
Caratteristica	0.002	
FESSURAZIONE		
Combinazione	Ampiezza massima della fessura [mm]	
Frequente	0.40	
Quasi permanente	0.30	

## Verifiche Geotecniche.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:  
L'approccio progettuale scelto è APPROCCIO 2.

- (punti 6.4.2.1 del DM 17/01/2018 e 6.4.3 per fondazioni su pali del DM 17/01/2018)

A1 + M1 + R3

Dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	$\gamma_{G1ns}$	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	$\gamma_{G2ns}$	1.5
VARIABILI	$\gamma_{Qi}$	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	$C_u$	1.0
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	1.0

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE R3
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$

Le verifiche eseguite verranno riassunte nella relazione geotecnica e sulle fondazioni allegata.

### Verifica a Stato Limite di Danno.

La verifica a stato limite di danno viene effettuata utilizzando, su scelta del Committente e del Progettista, il valore limite per ogni impalcato pari al 5 per mille.

La descrizione del tamponamento: Tamponamenti fragili.

### Verifica a Stato Limite di Operatività.

Per edifici con Tamponamenti fragili il controllo viene fatto tramite la seguente relazione:

$$dr < (2/3) \cdot 0.0050 \text{ h}$$

### Tipo di calcolo.

#### ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

Il calcolo risolutivo della struttura è stato effettuato utilizzando un sistema di equazioni lineari (di dimensioni pari ai gradi di libertà), secondo la relazione:

$$\underline{u} = [\underline{K}]^{-1} \underline{F}$$

dove:  $\underline{F}$  = vettore dei carichi risultanti applicate ai nodi;  
 $\underline{u}$  = vettore dei cinematismi nodali;  
 $[\underline{K}]$  = matrice di rigidezza globale.

Tale analisi è stata ripetuta per tutte le condizioni presenti sulla struttura, identificati dai vettori dei carichi relativi a:

- carichi permanenti;
- carichi d'esercizio;
- delta termico;
- torsioni accidentali;
- carichi utente;

L'analisi sismica nella componente orizzontale è basata sulla teoria ed i concetti propri dell'analisi modale.

L'analisi modale consente di determinare le oscillazioni libere della struttura discretizzata.

Tali modi di vibrare sono legati agli autovalori e autovettori del sistema dinamico generalizzato, che può essere riassunto in:

$$[K] \{a\} = \omega^2 [M] \{a\}$$

dove:  $[K]$  = matrice di rigidezza globale  
 $[M]$  = matrice delle masse globale  
 $\{a\}$  = autovettori (forme modali)  
 $\omega^2$  = autovalori del sistema generalizzato

La frequenza (f) dei modi di vibrare è calcolata come:

$$f = \omega / 2\pi$$

Il periodo (T) è calcolato come:

$$T = 1 / f$$

Utilizzando il vettore di trascinamento "d" (o di direzione di entrata del sisma) calcoliamo i "fattori di partecipazione modali"

( $\Gamma_i$ ):

$$\Gamma_i = \Phi_i^T [M] d$$

dove:  $\Phi_i$  = autovettori normalizzati relativi al modo i-esimo

Per ogni direzione del sisma vengono scelti i modi efficaci al raggiungimento del valore imposto dalla normativa (85%).

Il parametro di riferimento è il "fattore di partecipazione delle masse", la cui formulazione è:

$$\Lambda_{xi} = \Gamma_i^2 / M_{tot}$$

I cinematismi modali vengono calcolati come:

$$\underline{u} = \Gamma_i S_d(T_i) / \omega_i^2$$

dove:  $S_d(T_i)$  = ordinata spettro di risposta orizzontale o verticale.  
 $\omega^2$  = autovalore del modo i-esimo

Gli effetti relativi ai modi di vibrare, vengono combinati utilizzando la combinazione quadratica completa (CQC):

$$E = \sqrt{(\sum_i \sum_j \rho_{ij} E_i E_j)}$$

dove:  $\rho_{ij}$  =  $(8\xi^2 (1 + \beta_{ij}) \beta_{ij}^{3/2}) / ((1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \beta_{ij} (1 + \beta_{ij}^2) + 8\xi^2 \beta_{ij}^2)$  coefficiente di correlazione tra il modo i-esimo ed il modo j-esimo;  
 $\xi$  = coefficiente di smorzamento viscoso;  
 $\beta_{ij}$  = rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia di modi ( $f_i / f_j$ )  
 $E_i E_j$  = effetti considerati in valore assoluto.

La condizione "Torsione Accidentale" contiene il momento torcente generato dalla forza sismica di piano per il braccio pari al 5% della dimensione massima dell'ingombro in pianta nella direzione ortogonale a quella considerata.

## Teoria verifiche Stati Limite.

### - Elementi in C.A. -

Le Verifiche relative alle strutture in C.A. si possono riassumere, in funzione degli elementi considerati, nei seguenti tipi:

#### - Pilastri

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di:

- PressoTensoFlessione Deviata
- Taglio
- Stabilità
- Stato tensionale

#### - Travi

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Deformabilità
- Stato tensionale
- Fessurazione

#### - Travi di fondazione

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Stato tensionale
- Fessurazione

Le singole verifiche vengono descritte qui di seguito:

#### - Flessione composta deviata

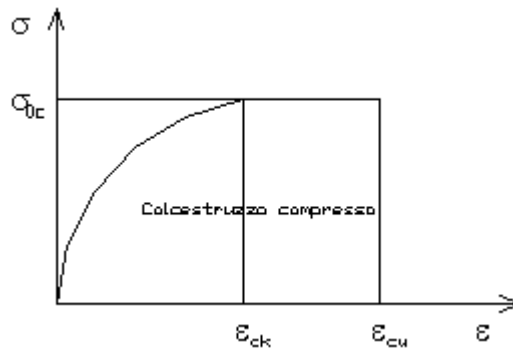
Le sollecitazioni che vengono considerate in tale verifica sono: Sforzo Normale, Momento Flettente X-Z, Momento Flettente X-Y.

La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione determinata dalla condizione considerata cade all'interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso le conoscenze del comportamento meccanico della sezione in esame, delle caratteristiche dei materiali di cui è composta ed in base ai coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguita:

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura.
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo.
3. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



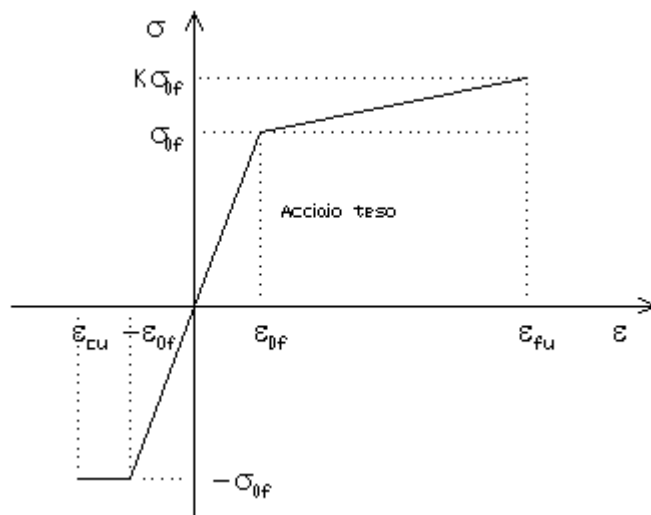
dove:  $\varepsilon_{ck}$  = deformazione caratteristica;  
 $\varepsilon_{cu}$  = deformazione ultima del calcestruzzo;  
 $\sigma_{0c}$  = resistenza di calcolo del calcestruzzo;

Le equazioni che descrivono il diagramma sono:

$$\varepsilon < \varepsilon_{ck} : \sigma(\varepsilon) = 1000 \cdot \sigma_{0c} \cdot \varepsilon \cdot (1 - 250 \cdot \varepsilon);$$

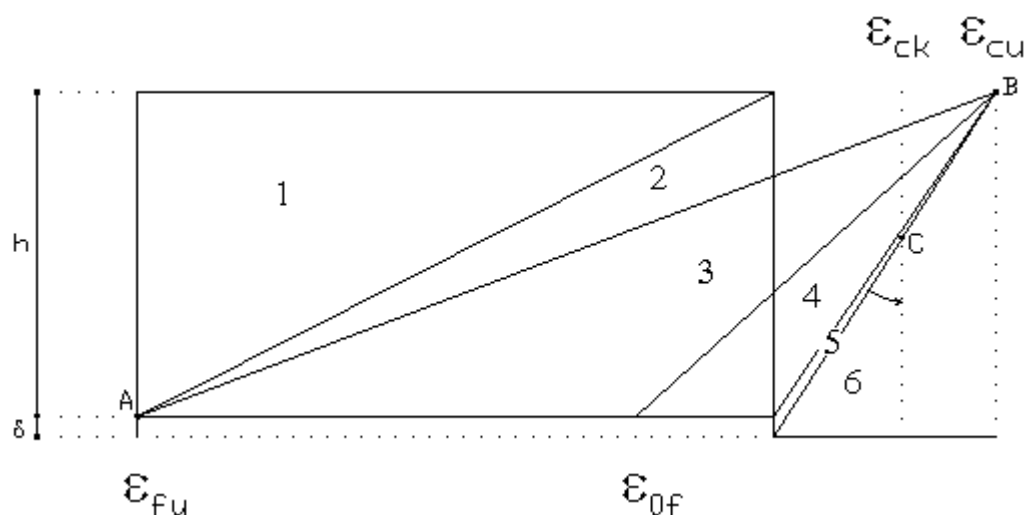
$$\varepsilon_{ck} < \varepsilon < \varepsilon_{cu} : s(\sigma) = \sigma_{0c};$$

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove:  $\varepsilon_{0f} = \sigma_{0f} / E$ ;  
 $E$  = Modulo di elasticità dell'acciaio;  
 $\sigma_{0f}$  = resistenza di calcolo dell'acciaio;  
 $k$  = rapporto di sovrarresistenza (se è pari ad 1 il comportamento è bilineare perfettamente plastico);  
 $f_{yk}$  = Resistenza caratteristica dell'acciaio  
 $\gamma_m$  = coefficiente di sicurezza dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{fu}$  = deformazione ultima dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{cu}$  = deformazione ultima del calcestruzzo;

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



**Campo 1 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{fu}$ . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da  $-\infty$  a 0.

E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

**Campo 2 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{fu}$  e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso ( $\epsilon_{cu}$ ) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a  $0.259h$ . La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 3 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 4 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 5 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da  $h$  ad  $h+d$ . L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

**Campo 6 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra  $\epsilon_{cu}$  e  $\epsilon_{ck}$ . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e  $-\infty$ . La distanza di (C) dal lembo superiore vale  $3h/7$ . La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

- Taglio

Il calcolo del taglio viene eseguito secondo il metodo di Ritter-Morsch.

Per gli elementi in cui è richiesta la verifica a taglio, e cioè quando:

$$V_{Sd} \leq \min[V_{Rsd}, V_{Rcd}]$$

dove:

$V_{Sd}$  : taglio sollecitante il calcolo;



$$V_{Rsd} = 0.9 d (A_{sw} / s) f_{yd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \sin \alpha;$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta);$$

d : altezza utile della sezione;

A<sub>sw</sub> : area dell'armatura trasversale;

s : passo dell'armatura trasversale;;

f<sub>yd</sub> : resistenza a snervamento dell'acciaio;

b<sub>w</sub> : larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

Il contributo delle armature a taglio è somma del contributo delle staffe e degli eventuali sagomati. In ogni caso l'aliquota massima che può essere affidata ai sagomati è il 50% dello sforzo di taglio massimo.

#### - Stato Tensionale

Tale verifica rientra nell'ambito della verifica di esercizio. Il calcolo delle tensioni si ottiene sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario, e cioè:

1. assunzione dei materiali elastico lineari;
2. conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi;
3. perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
4. resistenza nulla a trazione del calcestruzzo;

Inoltre può essere stabilito un coefficiente di omogeneizzazione diverso dal valore ordinario.

Le tensioni di esercizio si possono calcolare considerando le combinazioni di carico caratteristica, frequente e quasi permanente.

La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo con quelle limite dei materiali.

#### - Fessurazione

Poiché la fessurazione in strutture in cemento armato ordinario è quasi inevitabile, bisogna limitare tali entità in modo da non pregiudicare il corretto funzionamento della struttura.

La fessurazione può essere limitata assicurando un minimo di area di armatura longitudinale che può essere calcolata dalla seguente espressione:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} (A_{ct} / \sigma_s)$$

dove:

- A<sub>s</sub> : area di armatura nella zona tesa;
- k<sub>c</sub> : coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni nella sezione subito prima la fessurazione.
- Assume valore 0.4 per flessione senza compressione assiale, e 1 per trazione;
- k : coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi;
- f<sub>ct,eff</sub> : resistenza efficace a trazione della sezione al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure. In mancanza di dati si utilizza il valore di 3 N/mm<sup>2</sup>;
- A<sub>ct</sub> : area del calcestruzzo in zona tesa subito prima della fessurazione;
- σ<sub>s</sub> : massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura.

Il calcolo delle ampiezze delle fessure si effettua considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente espressione:

$$W_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm}$$

- W<sub>k</sub> : ampiezza di calcolo delle fessure;
- β : coefficiente di correlazione tra l'ampiezza media delle fessure e il valore di calcolo;
- s<sub>rm</sub> : distanza media finale tra le fessure;

$\varepsilon_{sm}$  : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening", del ritiro  
ecc.;

La quantità  $\varepsilon_{sm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2]$$

dove:

$\sigma_s$  : tensione dell'acciaio teso calcolata a sezione fessurata;

$E_s$  : modulo elastico dell'acciaio;

$\sigma_{sr}$  : tensione dell'acciaio teso calcolata nella sezione per una condizione di carico che induce alla prima fessurazione;

$\beta_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 0.5 per barre lisce e 1 per barre ad aderenza migliorata;

$\beta_2$  : coefficiente di durata dei carichi. Assume valore 0.5 per carichi di lunga durata o per molti cicli ripetuti e 1 per un singolo carico di breve durata.

La quantità  $s_{rm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 k_1 k_2 (\phi / \rho_r)$$

dove:

$k_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 1.6 per barre lisce e 0.8 per barre ad aderenza migliorata;

$k_2$  : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni. Assume valore 0.5 per flessione e 1 per trazione pura;

$\phi$  : diametro delle barre in mm. Se si utilizzano più diametri si utilizza il diametro medio.

La fessurazione causata dalle azioni tangenziali si considera contenuta in limiti accettabili se si adotta un passo delle staffe. Tale verifica non è necessaria in elementi in cui non è richiesta l'armatura a taglio.

#### - Verifiche a deformabilità

Per il calcolo della deformabilità di elementi inflessi si utilizza il metodo che pesa le curvature nelle due situazioni caratteristiche degli elementi in c.a. ("I" sezione integra; "II" sezione fessurata). A tale riguardo la curvatura in una generica sezione può essere valutata con la seguente relazione:

$$\theta = (1 - \zeta) \theta_I + \zeta \theta_{II}$$

dove  $\zeta$  rappresenta l'effetto irrigidente del calcestruzzo tra due fessure consecutive (tension stiffening):

$$\zeta = 1 - c(M_{cr}/M)^2$$

dove:

$c$  : pari a 1 per carichi permanenti;

$M_{cr}$  : momento di prima fessurazione;

$M$  : momento sollecitante.

Per calcolare la freccia di un elemento, si divide in "n" conci uguali e si calcola la curvatura di ogni concio  $\theta_i$  riferita alla coordinata  $x_i$ . La freccia relativa alla sezione  $x_j$  vale:

$$\delta_j = \varphi_A x_j - \sum (x_j - x_i) \theta_i \Delta x$$

dove:

$\varphi_A$  : rotazione dell'estremo iniziale dell'elemento;  
 $l$  : lunghezza dell'elemento;  
 $\Delta_x$  : lunghezza del concio.

- Verifica dei nodi

I nodi strutturali vengono verificati nei riguardi di:

- Compressione, mediante la seguente relazione:

$$V_{jbd} \leq \eta f_{cd} b_j h_{jc} \sqrt{(1 - v_d / \eta)}$$

dove:

$V_{jbd}$  : forza di taglio agente nel nodo  
 $\eta = \alpha_j (1 - f_{ck} / 250)$  con  $f_{ck}$  in MPa  
 $\alpha_j$  : coefficiente pari a 0.6 per nodi interni e 0.48 per nodi esterni  
 $b_j$  : larghezza del nodo  
 $h_{jc}$  : distanza tra le armature più esterne del pilastro  
 $v_d$  : forza assiale adimensionalizzata

- Trazione mediante le seguenti relazioni alternative:

$A_{sh} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} (A_{s1} + A_{s2}) f_{yd} (1 - 0.8 v_d)$  per nodi interni

$A_{sh} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} A_{s2} f_{yd} (1 - 0.8 v_d)$  per nodi esterni

dove:

$A_{sh}$  : area totale nel nodo  
 $f_{ywd}, f_{yd}$  : resistenza caratteristica a snervamento delle staffe e delle armature longitudinali  
 $\gamma_{Rd}$  : 1.2  
 $A_{s1}, A_{s2}$  : area armature superiore ed inferiore nel nodo

- Particolari prescrizioni nell'ambito della gerarchia delle resistenze

Al fine di garantire la gerarchia delle resistenze per le strutture in c.a. sono state considerate alcune prescrizioni aggiuntive per il calcolo delle sollecitazioni di calcolo.

Per le travi, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  vengono ottenute 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 plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari ad 1.20 per strutture in CD"A" e ad 1.00 per strutture in CD"B".

Per ciascuna direzione e ciascun verso di applicazione delle azioni sismiche, si devono proteggere i pilastri dalla plasticizzazione prematura adottando opportuni momenti flettenti di calcolo.

Tale condizione di consegue qualora, verificando che la resistenza complessiva delle travi amplificata del coefficiente  $\gamma_{Rd}$ , in accordo con la formula:

$$\sum M_{C,Rd} \geq \gamma_{Rd} \sum M_{b,Rd}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.30$  per le strutture in CD"A";

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per le strutture in CD"B";

$M_{C,Rd}$  è il momento resistente del generico pilastro convergente nel nodo, calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni.

$M_{b,Rd}$  è il momento resistente della generica trave convergente nel nodo.

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono sommando al contributo dovuto ai gravitazionali il contributo indotto dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti  $M_{C,Rd}$  nelle sezioni di estremità superiore ed inferiore secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rd}^{Sup} + M_{C,Rd}^{Inf}) / 1_p$$

## Combinazioni di carico adottate.

### Coefficienti di combinazione.

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di combinazione, dettati dalle normative, relativi agli stati limite ultimi ( $\Psi_{2i}$ ) e di danno ( $\Psi_{0i}$ ):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
piano terra	E - Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.0
copertura piana	E - Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.0

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.0

### Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di salvaguardia della vita essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Elementi della Struttura									
Combinazione	Condizione								
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidentale X	Torsione Accidentale Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi_0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi_0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi_0 \gamma Qns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi_0 \gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi_2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
U1	0.75
U2	1.50

Elementi di fondazione A1									
Combinazione	Condizione								
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidentale X	Torsione Accidentale Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0 \gamma Qns$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0 \gamma Qns$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2 \gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00

9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
U1	0.75
U2	1.50

### Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Danno

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di danno possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Elementi della Struttura									
Combinazione	Condizione								
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidentale e X	Torsione Accidentale e Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00

16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00

Elementi di fondazione A1									
Combinazione	Condizione								
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidentale e X	Torsione Accidentale e Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00

### Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Operatività

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di operatività possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Elementi della Struttura	
Combinazione	Condizione

	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidental e X	Torsione Accidental e Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00

Elementi di fondazione A1									
Combinazione	Condizione								
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$	Torsione Accidental e X	Torsione Accidental e Y	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	-1	0	-1	-0.30	0



14	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\Psi 2\gamma Qs$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

Elemento	SLV						SLD						SLO					
	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\gamma Qs$	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\gamma Qs$	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\gamma G1s$	$\gamma G2s$	$\gamma Qs$
Struttura	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

### Combinazioni per le verifiche allo Stato limite di esercizio

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di esercizio possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Combinazioni Caratteristiche:

Elementi della Struttura				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	1.00	-0.60
U5	1.00	1.00	0.70	-1.00
U6	1.00	1.00	0.70	-0.60

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
U1	0.50
U2	0.50
U3	1.00
U4	0.50
U5	0.50
U6	1.00

Elementi di fondazione A1				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$\Psi 0$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\gamma Qns$	$-\Psi 0$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$\gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 0$	$-\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	1.00	-0.60
U5	1.00	1.00	0.70	-1.00
U6	1.00	1.00	0.70	-0.60

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
U1	0.50
U2	0.50
U3	1.00
U4	0.50
U5	0.50
U6	1.00

Combinazioni Frequenti:

Elementi della Struttura				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1 \gamma Qns$	$\Psi 2 \gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1 \gamma Qns$	$-\Psi 2 \gamma Qns$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2 \gamma Qns$	$\Psi 1 \gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2 \gamma Qns$	$-\Psi 1 \gamma Qns$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
U1	0.20

Elementi di fondazione A1				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 1\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$
3	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 1\gamma Qns$
4	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 1\gamma Qns$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
U1	0.20

Combinazioni Quasi Permanenti:

Elementi della Struttura				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00

Elementi di fondazione A1				
Combinazione	Condizione			
	Car. perm. strutt. (Gk1)	Car. perm. non strutt. (Gk2)	Carichi d'esercizio (Qk)	$\Delta t$
1	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$\Psi 2\gamma Qns$
2	$\gamma G1ns$	$\gamma G2ns$	$\Psi 2\gamma Qns$	$-\Psi 2\gamma Qns$

Combinazione	Condizione
	Neve
1	0.00
2	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

SLE															
Elemento	Caratteristiche					Frequenti					Q. Permanenti				
	$\gamma Gns$	$\gamma Qns$	$\gamma I$	$\gamma EG$	$\gamma EQ$	$\gamma Gns$	$\gamma Qns$	$\gamma I$	$\gamma EG$	$\gamma EQ$	$\gamma Gns$	$\gamma Qns$	$\gamma I$	$\gamma EG$	$\gamma EQ$
Struttura	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

## Informazioni codici di calcolo.

Nome del software : FaTA e-version  
Versione del software : 35.0.0  
Produttore del software : Stacec. s.r.l.  
Indirizzo del produttore : C.so Umberto I, 358 - 89034 Bovalino (R.C.)

Descrizione : Il software 'FaTAe' è prodotto e distribuito da Stacec s.r.l. con sede in Bovalino (RC), e concesso in licenza al responsabile dei calcoli stessi. 'FaTAe' è un programma sviluppato specificatamente per la progettazione e la verifica di edifici multipiano ed industriali realizzati con elementi strutturali in C.A., in Acciaio, in legno lamellare e massiccio o in muratura. 'FaTAe' articola le operazioni di progetto secondo tre fasi distinte: 1) il preprocessore: fase di Input dove viene definita e modellata interamente la struttura; 2) il solutore: fase di elaborazione della struttura tramite un solutore agli elementi finiti; 3) il post-processor: fase di verifica degli elementi, di creazione degli elaborati grafici esecutivi e di redazione della relazione di calcolo.

## Responsabilità e Competenze.

Nel seguente quadro riepilogativo vengono riportate sinteticamente le responsabilità in merito alle scelte dei parametri definiti dalla normativa e riportate nella seguente relazione.

Argomento	Committe nte	Progettist a
Livelli di sicurezza	X	X
Modello di calcolo	X	X
Vita nominale e classe d'uso	X	X
Situazioni contingenti		X
Combinazioni di carico		X
Azioni di calcolo		X
Prestazioni in esercizio	X	X
Limiti di deformabilità	X	X
Valutazione azione termica		X
Modellazione dinamica int. Terreno-Struttura	X	X
Valutazione azioni antropiche		X
Piano delle indagini geotecniche		X
Termine di vita di servizio costr. esist.	X	
Verifiche strutturali	X	X

## Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Nell'ambito degli obblighi derivanti dall'applicazione della nuova normativa tecnica per le costruzioni, rientra anche l'onere di esprimere un giudizio motivato di accettabilità dei risultati conseguiti con l'impiego di specifico programma di calcolo dedicato. È superfluo ricordare che qualsiasi Programma di Calcolo strutturale è e resterà solo un grande mezzo di ausilio nel calcolo e che il dimensionamento di una struttura, sotto il profilo qualitativo e quantitativo, resta, come del resto è sempre stato, un onere del progettista strutturale. Pertanto la scelta a priori degli elementi resistenti della struttura è stata condotta dietro l'ausilio di esperienza e sensibilità specifiche, verificando, al completamento del calcolo automatico, la congruità delle scelte effettuate inizialmente, mediante il confronto fra le sollecitazioni previste in fase preventiva e quelle ottenute dall'elaborazioni con programma dedicato.

Con analoga metodologia si è proceduto al dimensionamento preventivo delle travi, considerando l'effettivo carico agente su una di esse, scelta fra le più caricate, e determinando il carico sempre con il metodo dell'Area di Influenza. A tal proposito si è scelto di studiare preventivamente una trave incastrata agli estremi del livello "copertura piana"

posta ai fili 2 e 5 della struttura e risolvendola con i metodi tradizionali codificati ormai da decenni su qualsiasi manuale tecnico. Le sollecitazioni così ottenute sono messe a confronto con quelle che il programma di calcolo, nella sua elaborazione generale, determina in relazione alla stessa natura dei carichi.

Analogamente è stato effettuato il dimensionamento del pilastro considerando i carichi relativi ai vari piani, associati alla forza sismica calcolata considerando le masse degli elementi soprastanti, e riferiti al periodo di vibrazione calcolato come descritto al punto 7.3.3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. A tal proposito si è scelto di studiare preventivamente il pilastro incastrato alla base posto al livello "copertura piana" al filo fisso 2 della struttura. Come per la trave, le sollecitazioni così ottenute sono messe a confronto con quelle che il programma di calcolo, nella sua elaborazione generale, determina in relazione alla stessa natura dei carichi.

## **CALCOLO SOLLECITAZIONI DI UNA TRAVE INCASTRATA AGLI ESTREMI**

Nella fase di predimensionamento si è presa in considerazione la trave a doppio incastro del piano "copertura piana" individuata dai Fili Fissi 2 e 5, come riportato nella carpenteria del solaio del piano "copertura piana", per la quale è stata condotta l'analisi dei carichi con il tradizionale metodo dell'area di influenza. Di seguito si riportano gli schemi statici e di carico della trave.

### **Analisi dei carichi trave (piano "copertura piana" Fili fissi 2-5)**

- Peso trave : 375.00daN/m

#### **Carichi ripartiti**

Carichi permanenti strutturali G1 : 375.00daN/m

Carichi permanenti non strutturali G2 : 75.00daN/m

Carichi d'esercizio Q : 90.00daN/m

#### **Coefficienti di combinazione**

Coefficiente  $\gamma_{G1}$  : 1.30

Coefficiente  $\gamma_{G2}$  : 1.50

Coefficiente  $\gamma_Q$  : 1.50

#### **Calcolo sollecitazioni**

Lunghezza trave : 5.40 m

- Taglio incastro :  $ql/2$

$$T_A = \gamma_{G1} \cdot T_{A(G1)} + \gamma_{G2} \cdot T_{A(G2)} + \gamma_Q \cdot T_{A(Q)} = 1.30 \cdot 1012.50 + 1.50 \cdot 202.50 + 1.50 \cdot 243.00 = 1984.50 \text{ daN}$$

#### **Sollecitazioni ricavate dal software**

- Taglio incastro

$$T_A = \gamma_{G1} \cdot T_{A(G1)} + \gamma_{G2} \cdot T_{A(G2)} + \gamma_Q \cdot T_{A(Q)} = 1.30 \cdot 1125.03 + 1.50 \cdot 225.03 + 1.50 \cdot 270.01 = 2205.10 \text{ daN}$$

#### **Differenze percentuali**

Taglio : 11.12 %

## **CALCOLO SOLLECITAZIONI DI UN PILASTRO INCASTRATO ALLA BASE E CON DOPPIO PENDOLO IN TESTA**

Nella fase di predimensionamento si è preso in considerazione un pilastro del piano "copertura piana" incastrato alla base e con un doppio pendolo in testa, posto al filo fisso 4, come riportato nella carpenteria del solaio del piano "copertura piana", per la quale è stata condotta l'analisi dei carichi con il tradizionale metodo dell'area di influenza. La forza sismica orizzontale è stata computata sulla base del periodo di vibrazione come descritto al punto 7.3.3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e riferita alla massa sismica della zona di influenza del pilastro. Di seguito si riportano gli schemi statici e di carico del pilastro.

### **Analisi dei carichi (Filo fisso 4)**

- Travi convergenti ai vari piani

Piano "copertura piana" : - 1 (Fili1-4) - 8 (Fili4-10)

- Pesì agenti ai vari piani
- Carichi area influenza piano: "copertura piana":
  - Carico totale da Peso proprio : 4841.02daN
  - Carico totale da Carico Permanente : 2520.00daN
  - Carico totale da Carico d'esercizio : 3295.50daN
  - Carico totale da Incidenza tramezzi : 0.00daN
  - Carico totale da Peso balaustra : 2262.50daN

- Pesì dei pilastri ai vari piani  
Colonna Piano "copertura piana" : 1942.50 daN

- Pesì car. perm. G1 ai vari piani  
Piano "copertura piana" : 4841.02 daN

- Pesì car. perm. G2 ai vari piani  
Piano "copertura piana" : 4782.50 daN

- Pesì car. ese. Q ai vari piani  
Piano "copertura piana" : 3295.50 daN

#### Altezza massima dell'edificio

Hedif : 3.70 m

#### Coefficiente C1

C1 : 0.050

#### Periodo di vibrazione fondamentale

T1 : 0.133 s

#### Spettro di calcolo SLD

qx : 2.00  
qy : 2.00  
Sd : 5.18 m/s<sup>2</sup>

#### Coefficienti destinazione $\psi_2$ uso ai vari piani

Piano "copertura piana" : 0.80

#### Forze orizzontali Fs ai vari piani

Piano "copertura piana" : 6476.26 daN

#### Coefficienti di combinazione

Coefficiente  $\gamma_{G1}$  : 1.30

Coefficiente  $\gamma_{G2}$  : 1.50

Coefficiente  $\gamma_Q$  : 1.50

#### Calcolo sollecitazioni

- Altezza colonna : 3.70 m
- Area sezione colonna : 0.21 m<sup>2</sup>

- Sforzo normale al piede:  $N_p = \gamma_{G1} \cdot \Sigma G1 + \gamma_{G2} \cdot \Sigma G2 + \gamma_Q \cdot \Sigma Q = 20935.58 \text{ daN}$

#### Sollecitazioni ricavate dal software

- Sforzo normale al piede

$$N_p = \gamma_{G1} \cdot N_{p(G1)} + \gamma_{G2} \cdot N_{p(G2)} + \gamma_Q \cdot N_{p(Q)} = 1.30 \cdot 7161.27 + 1.50 \cdot 6033.88 + 1.50 \cdot 3622.06 = 23793.56 \text{ daN}$$

#### Differenze percentuali

Sforzo normale : 13.65 %

## CONFRONTO DEL PERIODO DI VIBRAZIONE FONDAMENTALE DELLA STRUTTURE CON FORMULE SEMPLIFICATE.

Un semplice controllo che può essere effettuato con facilità è il confronto del periodo di vibrazione fondamentale calcolato dal software e quello calcolato con la seguente formula:

$$T1 = 2 \sqrt{d}$$

dove d è lo spostamento laterale elastico del punto più alto dell'edificio, espresso in metri, dovuto alla combinazione di carichi  $G1 + G2 + \sum \Psi Q_{kj}$  applicata nella direzione orizzontale.

Imp. Reale	G1 [daN]	G2 [daN]	$\Psi_2 \cdot Q_k$ [daN]	W (SLV-SLD) [daN]
0	83208.15	65954.10	31096.95	180259.20
1	52275.98	42329.46	22178.75	116784.19

### Direzione X

- Spostamento d laterale elastico del punto più alto dell'edificio : 0.00960 m
- Periodo T1 calcolato con la formula  $2 \sqrt{d}$  : 0.196 s
- Periodo di vibrazione fondamentale calcolato dal software : 0.033 s

### Direzione Y

- Spostamento d laterale elastico del punto più alto dell'edificio : 0.02290 m
- Periodo T1 calcolato con la formula  $2 \sqrt{d}$  : 0.303 s
- Periodo di vibrazione fondamentale calcolato dal software : 0.033 s

## GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

La differenza fra i valori determinati con il calcolo di predimensionamento e quelli determinati nel calcolo generale, sotto il profilo ingegneristico, è sempre accettabile in considerazione che il predimensionamento è stato condotto su singoli elementi monodimensionali, mentre, in realtà, il programma di elaborazione impiegato, considera la struttura in modo tridimensionale e modelli di calcolo più sofisticati, soprattutto in presenza di elementi bidimensionali quali parete o piastre. Inoltre tale situazione dà un giudizio positivo di congruità fra le scelte preventive operate e i risultati di calcolo generale.

Pertanto, alla luce di quanto esposto e dal confronto fra le sollecitazioni determinate dal calcolo preventivo di prima approssimazione e quelle calcolate dal programma di calcolo impiegato, lo scrivente progettista strutturale, con la presente

## D I C H I A R A

accettabili i risultati di calcolo della struttura in oggetto e ne assume la piena responsabilità prevista dalla vigente normativa.

## Riassunto dei Risultati.

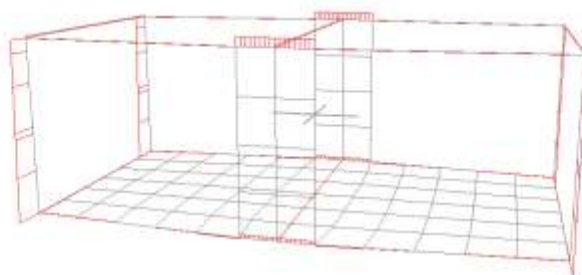
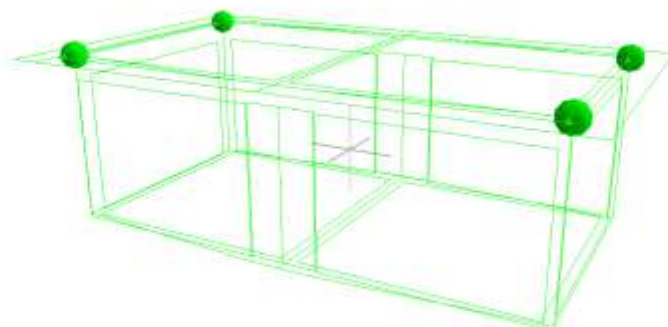
### Riassunto Risultati Verifiche.

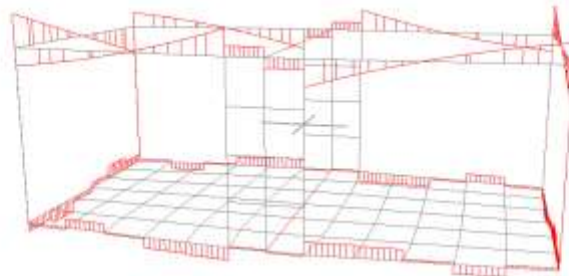
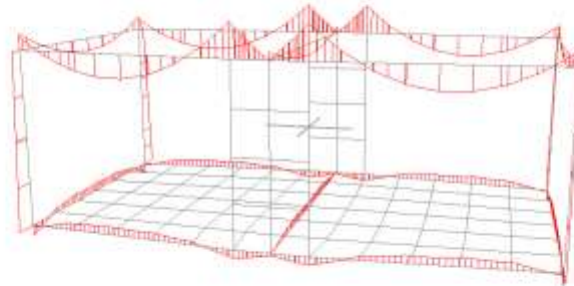
ELEMENTO	TIPO VERIFICA	COEFF. SIC. MIN	COEFF. SIC. MAX
<b>Travi in C.A.</b>	S.L.V. - Flessione Composta	1.07	26.42
	S.L.V. - Taglio	1.14	12.11
	S.L.D. - Flessione Composta	1.62	37.39
	S.L.D. - Taglio	2.11	15.89
	S.L.E. Caratteristica - Tensioni di esercizio	1.63	478.95
	S.L.E. Caratteristica - Deformabilità	4.97	20.00
	S.L.E. Frequente - Fessurazione	1.29	> 1000
	S.L.E. Quasi Permanente - Tensioni di esercizio	1.79	557.22
	S.L.E. Quasi Permanente - Fessurazione	1.01	> 1000
<b>Pilastri in C.A.</b>	S.L.V. - Flessioni Composte Rette	1.15	2.34
	S.L.V. - Taglio	2.32	9.53
	S.L.V. - Duttibilità (Dettagli)	1.09	1.09
	S.L.D. - Flessioni Composte Rette	2.12	3.55
	S.L.D. - Taglio	4.96	21.81
	S.L.E. Caratteristica - Tensioni di esercizio	4.03	5.07
	S.L.E. Quasi Permanente - Tensioni di esercizio	3.51	4.46
	S.L.V. - Flessione	1.04	1.04
<b>Platee</b>	S.L.V. - Taglio	1.05	1.05
	S.L.D. - Flessione	1.92	2.09
	S.L.E. Caratteristica - Tensioni di esercizio	2.51	6.56
	S.L.E. Frequente - Fessurazione	> 1000	> 1000
	S.L.E. Quasi Permanente - Tensioni di esercizio	2.66	5.23
	S.L.E. Quasi Permanente - Fessurazione	> 1000	> 1000
	S.L.V. - Presso-Tenso-Flessione	3.26	> 1000
	S.L.V. - Taglio	3.37	9.21
<b>Balcone in C.A.</b>	S.L.E. Caratteristica - Tensioni di Esercizio	4.96	> 1000
	S.L.E. Caratteristica - Deformabilità	20.00	20.00
	S.L.E. Frequente - Fessurazione	> 1000	> 1000
	S.L.E. Quasi Permanente - Tensioni di Esercizio	5.13	> 1000
	S.L.E. Quasi Permanente - Fessurazione	> 1000	> 1000
	S.L.V. - Flessione Composta	1.15	1.17
<b>Solaio in Latero Cemento</b>	S.L.V. - Taglio	1.74	1.74
	S.L.E. Caratteristica - Tensioni di Esercizio	1.46	2.67
	S.L.E. Caratteristica - Deformabilità	14.93	14.93
	S.L.E. Frequente - Fessurazione	3.80	3.93
	S.L.E. Quasi Permanente - Tensioni di Esercizio	1.29	3.10
	S.L.E. Quasi Permanente - Fessurazione	3.20	4.66

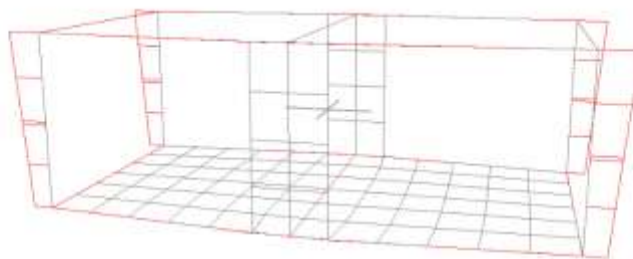
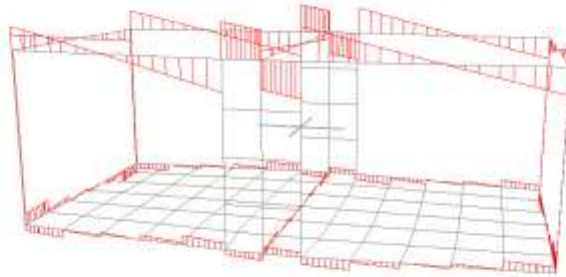


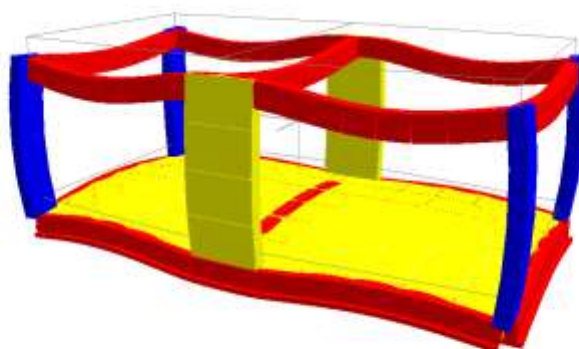
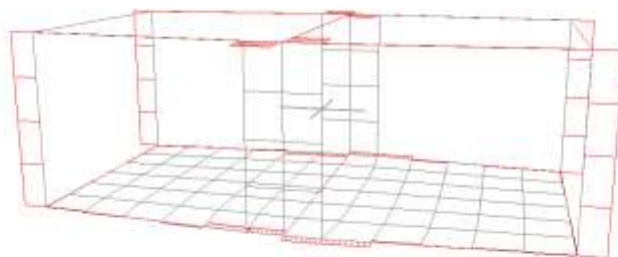
## ESITO GRAFICO DELLE VERIFICHE POSITIVE

Forma - Data Resistibile









## Descrizione geometrica.

Larghezza costruzione : 10.70 m  
Lunghezza costruzione : 6.00 m  
Altezza costruzione : 3.70 m (misurata dallo spiccato delle fondazioni)

## RELAZIONE GEOTECNICA

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori di:

Locale tecnico

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica allegata.

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA FONDAZIONI:

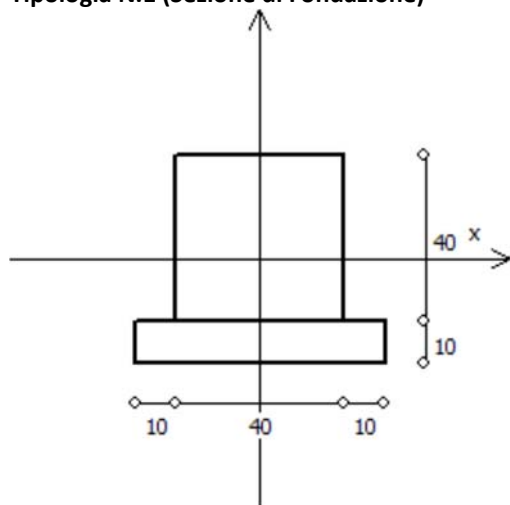
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da platee di fondazione e da un reticolo di travi rovesce.

### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: travi rovesce, platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

#### Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



A = 1600 cm<sup>2</sup>  
Jx = 213333 cm<sup>4</sup>

Jy = 213333 cm<sup>4</sup>  
 Jt = 318293 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = Cls1  
 Peso = 400 daN/ml

#### Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta : numerazione dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;  
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;  
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;  
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	4, 1	4	25	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
2	4, 1	25	24	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
3	4, 1	24	23	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
4	4, 1	23	22	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
5	4, 1	22	21	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
6	4, 1	21	1	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
7	1, 7	1	38	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
8	1, 7	38	37	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
9	1, 7	37	36	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
10	1, 7	36	35	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
11	1, 7	35	7	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
12	5, 2	5	30	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
13	5, 2	30	31	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
14	5, 2	31	32	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
15	5, 2	32	33	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
16	5, 2	33	34	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
17	5, 2	34	2	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
18	7, 2	7	2	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
19	2, 8	2	8	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
20	6, 3	6	43	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
21	6, 3	43	44	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
22	6, 3	44	45	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
23	6, 3	45	46	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
24	6, 3	46	47	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
25	6, 3	47	3	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
26	8, 3	8	51	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
27	8, 3	51	50	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
28	8, 3	50	49	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
29	8, 3	49	48	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
30	8, 3	48	3	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
31	4, 10	4	26	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
32	4, 10	26	27	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
33	4, 10	27	28	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
34	4, 10	28	29	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
35	4, 10	29	10	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
36	5, 9	5	9	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
37	10, 5	10	5	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
38	9, 6	9	39	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
39	9, 6	39	40	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
40	9, 6	40	41	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
41	9, 6	41	42	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
42	9, 6	42	6	1	92.27	piano terra	0.00	0.00

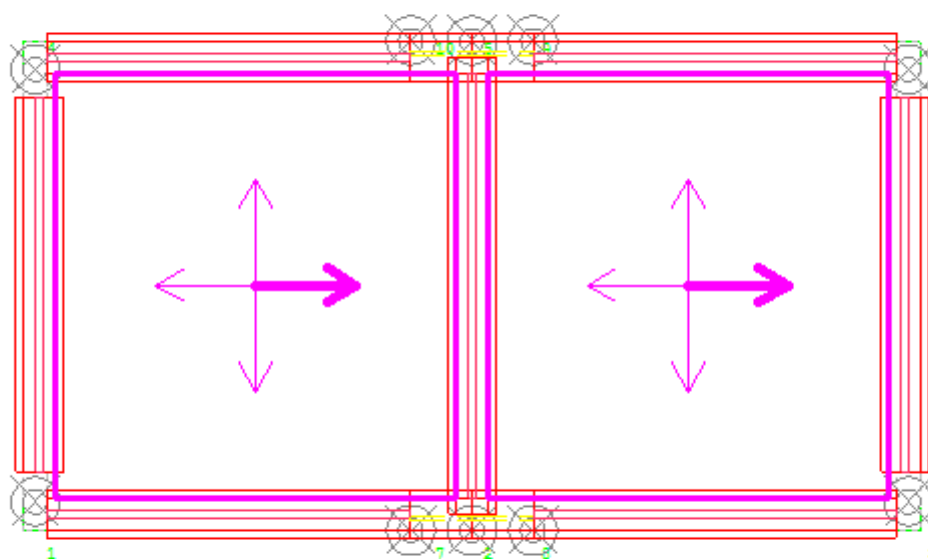
### Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm³]	KwT [daN/cm³]
1	piano terra	1, 4, 10, 5, 2, 7	40	14.23	10.84
2	piano terra	5, 9, 6, 3, 8, 2	40	14.23	10.84

### Piante fondazioni.

piano terra



### **Problemi geotecnici e scelte tipologiche.**

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

### **Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.**

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

### **Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.**

#### **- Caratteristiche litostratigrafiche**

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
1	Colonna 1	Strato1	Strato1
		Strato2	Arenaria

#### **- Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione**

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### **Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:**

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
Falda : Presenza della falda;  
Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
------	---------	-----------	-------	---------------------	----------------------	------------	-----



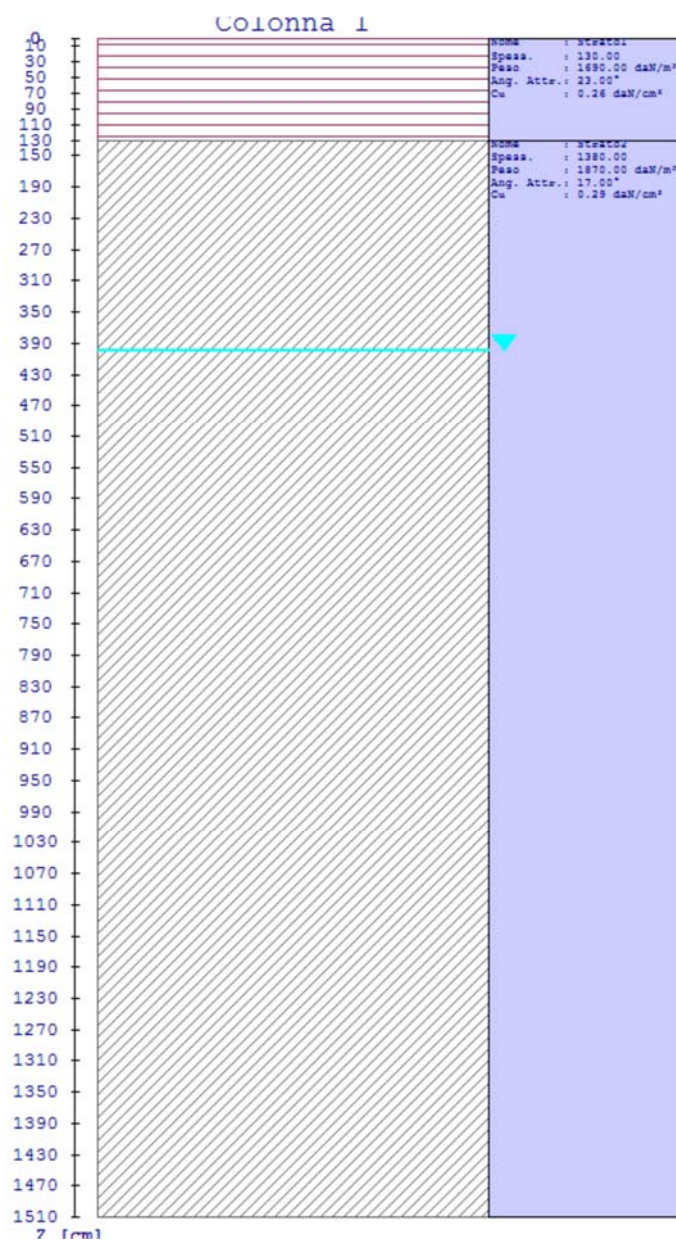
1	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
2	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
3	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
4	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
5	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
6	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
7	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
8	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
9	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
10	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 $E_{ed}$  : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
Colonna 1	Strato1	130.0	1690.0	690.0	10	15.00	23.0	0.10	0.26	1616.00	621.00	0.33	2175.00	1.00
	Strato2	1380.0	1870.0	870.0	-	-	17.0	0.10	0.29	2448.00	941.00	0.33	3295.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



#### - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: C

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove  $K_v$  è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e  $w$  è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Il valore del coefficiente  $k_v$  relativo alla direzione verticale è stato calcolato con riferimento ai dati geologico-geotecnici forniti utilizzando la formula di Vesic (1961), particolarmente adatta per modellare l'interazione con il terreno considerato come mezzo elastico continuo:

$$k_v = (0.65 E_s) / [B (1 - \nu_s^2)] [(E_s B^4) / (E I)]^{1/12}$$

Il modello "alla Winkler" viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento mediante il coefficiente  $k_o$  relativo alla direzione orizzontale, calcolato con riferimento ai dati geologico-geotecnici forniti, utilizzando le formule di Gazetas (1985). Le formule sono state utilizzate per calcolare il rapporto  $\alpha$  tra modulo di reazione orizzontale e verticale.:

$$\alpha = K_{GazO} / K_{GazV}$$

$$K_{GazO} = K_{hBasic} I_{hShape} I_{hdepth} I_{hsidewall}$$

$$K_{hBasic} = G_s L_F / (2 - \nu)$$

$$I_{hShape} = 2 + 2.5 (A_b / L_F^2)^{0.85}$$

$$I_{hdepth} = 1 + 0.15 (2 D_F / B_F)^{0.50}$$

$$I_{hsidewall} = 1 + 0.52 [(8 h A_s) / (B_F L_F^2)]^{0.50}$$

$$K_{GazV} = K_{vBasic} I_{vShape} I_{vdepth} I_{vsidewall}$$

$$K_{vBasic} = G_s L_F / (1 - \nu)$$

$$I_{vShape} = 0.73 + 1.54 (A_b / L_F^2)^{0.75}$$

$$I_{vdepth} = 1 + (2 D_F / B_F) [1 + (4/3) (A_b / L_F^2)]$$

$$I_{vsidewall} = 1 + 0.19 (A_s / A_b)^{0.67}$$

dove:

$E_s$  : Modulo di deformazione del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);

$\nu_s$  : Modulo di Poisson del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);

$G_s$  : Modulo di taglio del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);

$B$  : base della singola trave di fondazione (per platee si assume come valore 1 m);

$E$  : Modulo elastico dell'elemento di fondazione;

$I$  : Momento d'inerzia dell'elemento di fondazione;

$L_F$  : Dimensione massima dell'ingombro in pianta dell'intera fondazione;

$B_F$  : Dimensione minima dell'ingombro in pianta dell'intera fondazione;  
 $A_b$  : Area in pianta dell'intera fondazione;  
 $A_s$  : Area laterale in pianta dell'intera fondazione;  
 $h$  : 0.5 volte l'altezza media della fondazione;

Per l'applicazione delle formule di Gazetas è stata considerata l'intera fondazione della struttura. I parametri geologico-geotecnici sono calcolati considerando tutti gli strati posti al di sotto della fondazione contenuti in un volume significativo, considerato di profondità pari a 2 volte l'altezza massima dell'intera fondazione della struttura.

Le travi rovesce di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito di tipo BEAM vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali diffuse atte a simulare l'iterazione terreno-fondazione.

In pratica viene aggiunto alla matrice di rigidità elastica dell'asta il contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematismi unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio).

La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi.

Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

#### **Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite.**

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi degli stati limite previsti dalla Normativa ed eseguite sono:

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche EQU: L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. La verifica a ribaltamento consiste nel valutare l'eventuale perdita di equilibrio della struttura, considerata come corpo rigido, determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

**Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.**

#### TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = \gamma_2' \cdot d_w / B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + z_c (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q \cdot 0.5 \cdot B' \cdot [\gamma_2' + (\gamma_2 - \gamma_2')]$$

Dove:  $B' = B - 2 \cdot e_B$

$B$  è il lato minore della fondazione.

$e_B$  è l'eccentricità del carico lungo  $B$ .

$D$  è la profondità del piano di posa della fondazione.

$\gamma_1$  è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2$  è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2'$  è il peso del terreno immerso sotto il piano di posa.

$c$  è la coesione del terreno.

$q$  è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

$d_w$  è la profondità della falda acquifera.

#### Fattori di portanza Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sa	Sv	Sc	Sa	Sv	Sc	Sa	Sv	Sc	Sa	Sv

Fattori di profondità													
			A1						A2				

			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy

Fattori di inclinazione del piano di posa														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By

Fattori di inclinazione del piano campagna														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy

Fattori di inclinazione dei carichi														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	

### Fattori di portanza Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy

Fattori di profondità														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy

Fattori di inclinazione del piano di posa														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By

Fattori di inclinazione del piano campagna														
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy

Fattori di inclinazione dei carichi														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	

### Fattori di portanza Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	12.79	5.06	1.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	12.79	5.06	1.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.36	1.29	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.36	1.29	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	0.93	0.63	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	0.93	0.63	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	0.01	0.13	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	0.01	0.13	-	-	-	-	-	-

#### Fattori di portanza Platee. SLD

Platea : numero della platea;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	12.79	5.06	1.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	12.79	5.06	1.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.36	1.29	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.36	1.29	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly	lc	lq	ly
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	0.93	0.63	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	0.93	0.63	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	0.01	0.13	-	-	-	-	-	-
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	0.01	0.13	-	-	-	-	-	-

#### VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 delle N.T.C. e 6.4.3 per fondazioni su pali)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	$\gamma_{G1ns}$	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	$\gamma_{G2ns}$	1.5
VARIABILI	$\gamma_{Qi}$	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	$C_u$	1.0
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	1.0

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENT E PARZIALE R3
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.

### Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
Asta : numerazione interna dell'asta;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;  
A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
B : larghezza piano di appoggio;  
D : profondità del piano di posa;  
X : ascissa di verifica;  
qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
S : Coefficiente di sicurezza;  
Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

### Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
Asta : numerazione interna dell'asta;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;  
A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
B : larghezza piano di appoggio;  
D : profondità del piano di posa;  
X : ascissa di verifica;  
qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
S : Coefficiente di sicurezza;  
Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

### Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
D : profondità del piano di posa;  
qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
S : Coefficiente di sicurezza;  
Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	90.00	3.97	3.57	1.11	V
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	90.00	3.97	3.56	1.12	V

### Platee. SLD

Platea : numero della platea;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
D : profondità del piano di posa;

$q_{limd}$  : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 $S$  : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

		Combinazione A1 - Lt				
Platea	Fili	D [cm]	$q_{limd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	90.00	3.97	3.42	1.16	V
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	90.00	3.97	3.41	1.16	V

## VERIFICA A SCORRIMENTO.

### TEORIA DI CALCOLO

La verifica allo scorrimento sul piano di posa delle fondazione della struttura in oggetto consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti che intervengono nel problema. La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari ad 1.1.

La verifica a scorrimento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali. Considerando inoltre i dati geometrici delle strutture di fondazione, i dati geologici ed i parametri geotecnici, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punti 6.4.2.1 e 7.11.5.3.1 delle N.T.C.) si valutano le azioni resistenti allo scorrimento.

Si definisce  $V_d$  la risultante delle forze agenti e  $R_d$  la risultante delle forze resistenti, entrambi agenti in direzione parallela al piano di posa. Il valore di calcolo di  $R_d$  è ottenuto dalla relazione:

$$R_d = N \cdot \tan(\delta) + \text{Aderenza} \cdot \text{Area di base} + \%Sp \cdot Sp$$

dove:

N	= risultante delle azioni normali al piano di posa;
$\delta$	= angolo di attrito tra l'intradosso delle fondazioni ed il piano di posa delle stesse;
Aderenza	= adesione tra fondazione-terreno su tutta l'area di base;
Area di base	= area di base di tutte le fondazioni superficiali;
%Sp	= percentuale di spinta passiva considerata pari a 50%;
sp	= spinta passiva discorde al sisma considerato;

Dati:

- Parametri

PARAMETRO	VALORE ASSUNTO PER IL PARAMETRO
Angolo di attrito $\delta$ [°]	24.00
Adesione drenata $Ad$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	0.10
Adesione non drenata $And$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	0.00

- Coefficienti parziali  $\gamma_i$  dei carichi verticali

$\gamma_i$	VALORE ASSUNTO $\gamma_i$
$\gamma_{G1}$	0.90
$\gamma_{G2}$	0.90
$\gamma_Q$	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A SCORRIMENTO

Direzione	$V_d$ [KN]	Area Totale [m <sup>2</sup> ]	N [KN]	Sp [KN]	Aderenza [daN/cm <sup>2</sup> ]	Attrito [°]	$R_d$ [KN]	S	Esito
Sisma X+	1370.46	66.18	2193.91	0.00	0.10	24.00	1638.60	1.20	V
Sisma X-	1370.46	66.18	2193.91	0.00	0.10	24.00	1638.60	1.20	V
Sisma Y+	1370.38	66.18	2193.91	0.00	0.10	24.00	1638.60	1.20	V
Sisma Y-	1370.38	66.18	2193.91	0.00	0.10	24.00	1638.60	1.20	V

## EQU - VERIFICA A RIBALTAMENTO.

### TEORIA DI CALCOLO

La verifica a ribaltamento consiste nel valutare lo stato limite di equilibrio come corpo rigido della struttura determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti rispetto a quelle ribaltanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari ad 1.0 dato del rapporto tra  $(M_{stab}/\gamma_R)$  e  $M_{Rib}$ .

La verifica a ribaltamento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punto 2.6.1 delle N.T.C.).

Il momento ribaltante totale  $M_{Rib}$  è definito come:

$$M_{Rib} = V_d \cdot bra.V_d + S_a \cdot bra.S_a$$

dove:

$V_d$  = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;  
 $bra.V_d$  = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;  
 $S_a$  = risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;  
 $bra.S_a$  = braccio risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Il momento stabilizzante totale  $M_{stab}$  è definito come:

$$M_{stab} = N \cdot bra.N + \%SpPass \cdot Sp \cdot bra.Sp$$

dove:

$N$  = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;  
 $bra.N$  = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;  
 $\%SpPass$  = percentuale della spinta passiva considerata nei contributi delle azioni stabilizzanti pari a 50%;  
 $sp$  = risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;  
 $bra.Sp$  = braccio risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Dati:

- Coefficienti parziali  $\gamma_i$  dei carichi verticali

$\gamma_i$	VALORE ASSUNTO $\gamma_i$
$\gamma_{G1}$	0.90
$\gamma_{G2}$	0.00
$\gamma_Q$	0.00

- Punti di rotazione

Direzione	Ascissa punto di rotazione [cm]	Quota [cm]
Sisma X+	0.00	0.00
Sisma X-	0.00	0.00
Sisma Y+	0.00	0.00
Sisma Y-	0.00	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A RIBALTAMENTO

Direzione	N [kN]	Bra.N [m]	V <sub>d</sub> [kN]	Bra.V <sub>d</sub> [m]	Sp [kN]	Bra.Sp [m]	S <sub>a</sub> [kN]	Bra.S <sub>a</sub> [m]	M <sub>Rib</sub> [kNm]	M <sub>stab</sub> [kNm]	S	Esito
Sisma X+	1219.36	5.49	1370.46	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.81	6695.14	3.39	V
Sisma X-	1219.36	5.49	1370.46	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.81	6695.14	3.39	V
Sisma Y+	1219.36	3.00	1370.38	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.70	3658.07	1.85	V
Sisma Y-	1219.36	3.00	1370.38	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.70	3658.07	1.85	V

### Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 delle N.T.C.) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio, quasi permanente

#### Platee.

Platea : numero sella platea;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
Comb. : tipo inviluppo;  
Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;  
Istant. : cedimento istantaneo;  
Consol. : cedimento di consolidamento;  
Tot. : cedimento totale;  
Diff. : cedimento differenziale;  
Lim. : cedimento limite ( $4\text{‰} \times \text{Dist.}$ );  
S : Coefficiente di sicurezza;  
Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Max			Min			Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
				Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]				
1	1, 4, 10, 5, 2, 7	Q. Perm.	379.7	-0.3323	-0.0342	-0.3665	-0.0141	-0.0083	-0.0224	0.3442	1.5188	4.41	V
2	5, 9, 6, 3, 8, 2	Q. Perm.	378.1	-0.3303	-0.0340	-0.3643	-0.0142	-0.0083	-0.0225	0.3418	1.5125	4.43	V

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

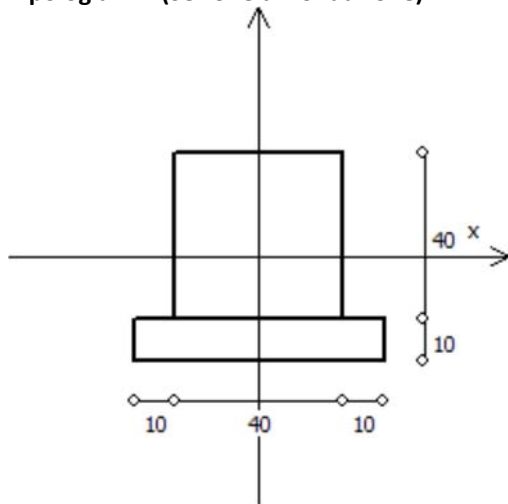
### Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: travi rovesce, platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

#### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

##### Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



A	= 1600 cm <sup>2</sup>
Jx	= 213333 cm <sup>4</sup>
Jy	= 213333 cm <sup>4</sup>
Jt	= 318293 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 400 daN/ml

#### Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta	: numerazione dell'asta;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene l'asta;
Nodo Iniziale	: nodo iniziale dell'asta;
Nodo Finale	: nodo finale dell'asta;
SEZIONE	: sezione trasversale associata all'asta;
L	: lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
Impalcato	: impalcato di appartenenza dell'asta;
KwN	: modulo di Winkler normale;
KwT	: modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	4, 1	4	25	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
2	4, 1	25	24	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
3	4, 1	24	23	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
4	4, 1	23	22	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
5	4, 1	22	21	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
6	4, 1	21	1	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
7	1, 7	1	38	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
8	1, 7	38	37	1	92.27	piano terra	0.00	0.00



9	1, 7	37	36	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
10	1, 7	36	35	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
11	1, 7	35	7	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
12	5, 2	5	30	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
13	5, 2	30	31	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
14	5, 2	31	32	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
15	5, 2	32	33	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
16	5, 2	33	34	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
17	5, 2	34	2	1	100.00	piano terra	0.00	0.00
18	7, 2	7	2	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
19	2, 8	2	8	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
20	6, 3	6	43	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
21	6, 3	43	44	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
22	6, 3	44	45	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
23	6, 3	45	46	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
24	6, 3	46	47	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
25	6, 3	47	3	1	88.33	piano terra	0.00	0.00
26	8, 3	8	51	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
27	8, 3	51	50	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
28	8, 3	50	49	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
29	8, 3	49	48	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
30	8, 3	48	3	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
31	4, 10	4	26	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
32	4, 10	26	27	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
33	4, 10	27	28	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
34	4, 10	28	29	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
35	4, 10	29	10	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
36	5, 9	5	9	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
37	10, 5	10	5	1	75.00	piano terra	0.00	0.00
38	9, 6	9	39	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
39	9, 6	39	40	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
40	9, 6	40	41	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
41	9, 6	41	42	1	92.27	piano terra	0.00	0.00
42	9, 6	42	6	1	92.27	piano terra	0.00	0.00

#### Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm³]	KwT [daN/cm³]
1	piano terra	1, 4, 10, 5, 2, 7	40	14.23	10.84
2	piano terra	5, 9, 6, 3, 8, 2	40	14.23	10.84

## Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.

X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.

Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 36.II

Tensioni Terreno				
	SLU	SLE		
		Caratteristiche	Frequenti	Quasi Permanenti
Piastra	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	3.57(17) *	1.77(5) *	1.70(1) *	1.66(1) *
2	3.56(14)	1.76(5)	1.69(1)	1.65(1)

\* valore massimo.

## Descrizione del suolo di fondazione.

### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;

Colonna : nome della colonna stratigrafica;

Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;

Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
1	Colonna 1	Strato1	Strato1
		Strato2	Arenaria

### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;

Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;

Falda : Presenza della falda;

Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);

Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;

No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.

RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
2	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
3	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
4	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
5	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
6	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
7	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-

8	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
9	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-
10	Colonna 1	piano terra	Presente	400.00	-40.00	2	-

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 $E_{ed}$  : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
Colonna 1	Strato1	130.0	1690.0	690.0	10	15.00	23.0	0.10	0.26	1616.00	621.00	0.33	2175.00	1.00
	Strato2	1380.0	1870.0	870.0	-	-	17.0	0.10	0.29	2448.00	941.00	0.33	3295.00	1.00

#### - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: C

#### Scelta del tipo di fondazioni.

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

#### Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Travi di fondazione	Capacità portante SLU-SLV	-	0.00
	Capacità portante SLD	-	0.00
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	-	0.00
Platee di fondazione	Capacità Portante SLU-SLV	1.11	1.12
	Capacità Portante SLD	1.16	1.16
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	4.41	4.43
ANALISI GLOBALI			
Verifica Scorrimento Fond. Superficiali		1.20	1.20
Verifica Ribaltamento		1.85	3.39

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

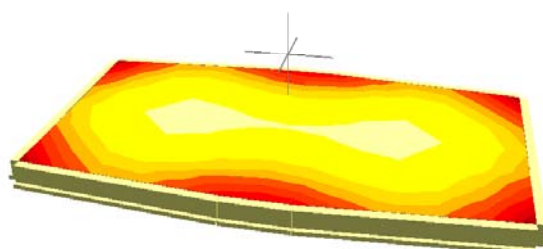
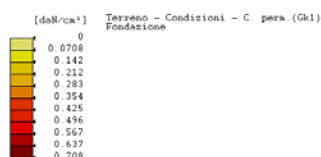
Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

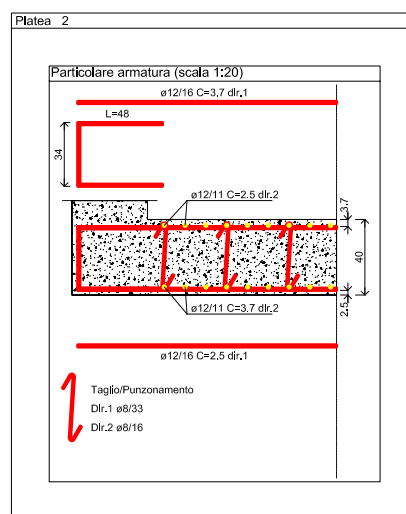
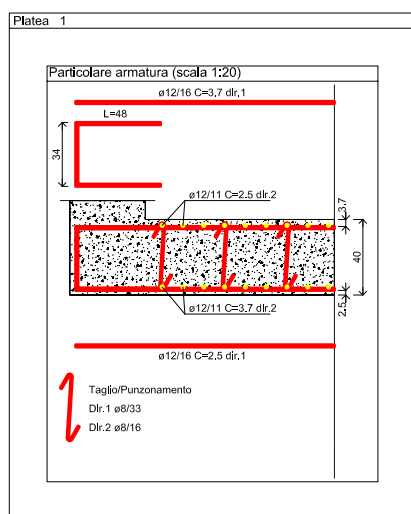
I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.





Platea 1												
Armatura a flessione												
Regione	Direzione 1						Direzione 2					
	Es-tradosso		In-tradosso		Es-tradosso		In-tradosso					
	e(mm)	L(cm)	Cop(cm)	Passo(cm)	Cop(cm)	Passo(cm)	e(mm)	L(cm)	Cop(cm)	Passo(cm)	Cop(cm)	Passo(cm)
Platea	12	631	3,7	16	2,5	16	12	661	2,5	11	3,7	1

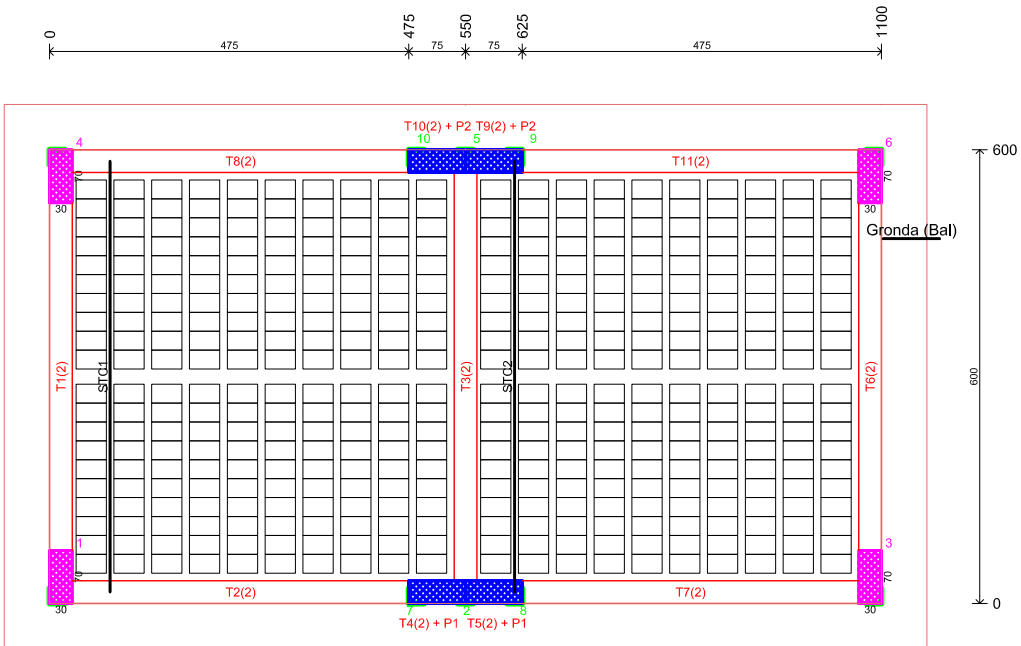
Armatura a taglio/punzonamento			
Regione	e(mm)	Interasse 1(cm)	Interasse 2(cm)
Platea	8	33	16

Platea 2													
Armatura a flessione													
Regione	Direzione 1				Direzione 2				Direzione 2				
	Estradosso		Intradosso		Estradosso		Intradosso		Estradosso		Intradosso		
	e[mm]	Licm	Cop[cm]	Passo[cm]	e[mm]	Licm	Cop[cm]	Passo[cm]	e[mm]	Licm	Cop[cm]	Passo[cm]	
Platea	12	631	3,7	16	25,5	16	12	661	2,5	11	3,7	1	

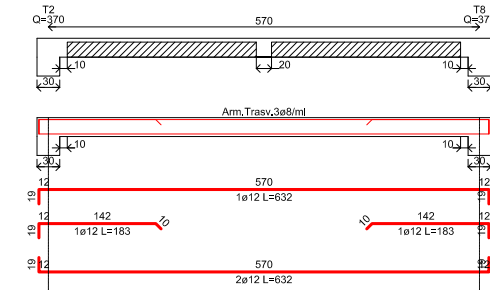
  

Armatura a taglio/punzonamento				
Regione	e[mm]	Interrase 1[cm]	Interrase 2[cm]	
Platea	8	33	16	

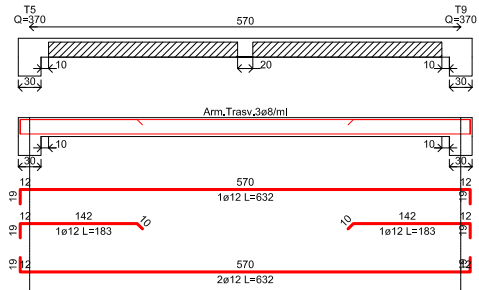
Carpenteria Copertura piana (Scala 1:50)



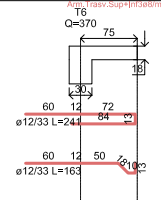
Schema STC1 Tipo 1



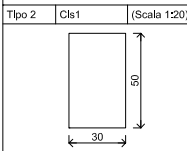
Schema STC2 Tipo 1



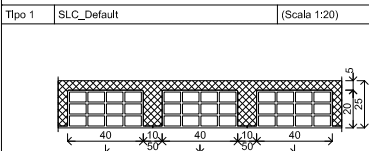
### Schema Bal



Sezioni usate



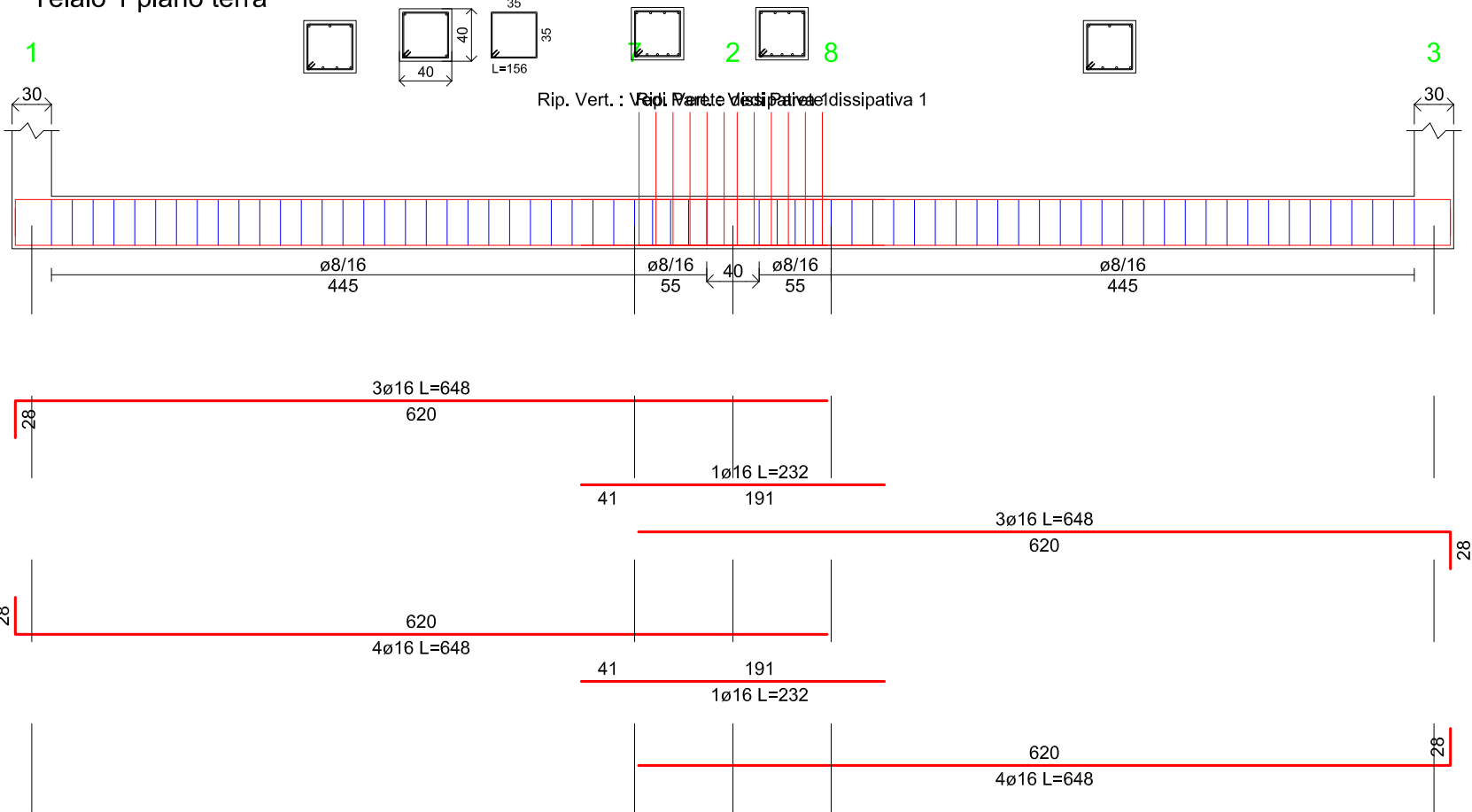
Sezioni usate



TELAI DI FONDAZIONE

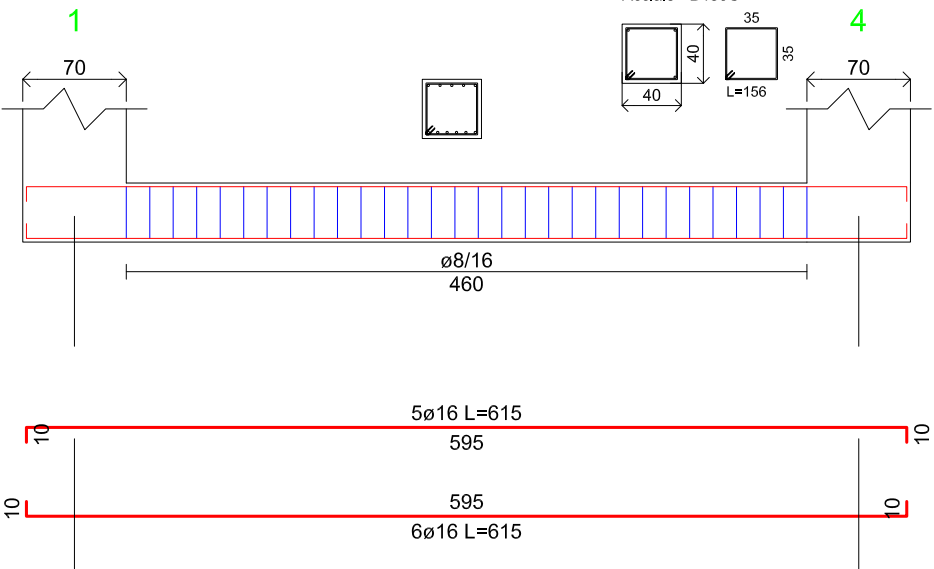
Telaio 1 piano terra

Campata 1-7,7-2,2-8  
8-3  
Cls =C25/30  
Acciaio =B450C



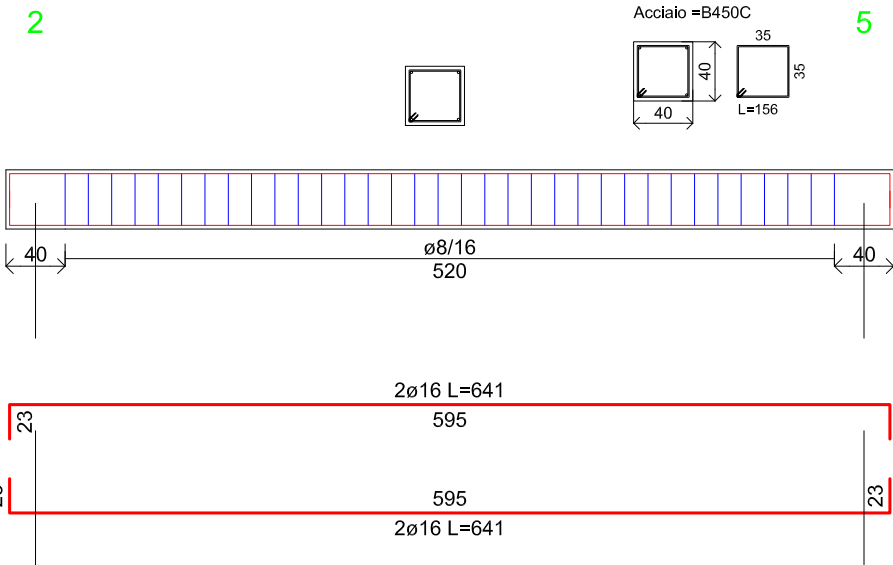
Telaio 3 piano terra

Campata 1-4  
Cls =C25/30  
Acciaio =B450C



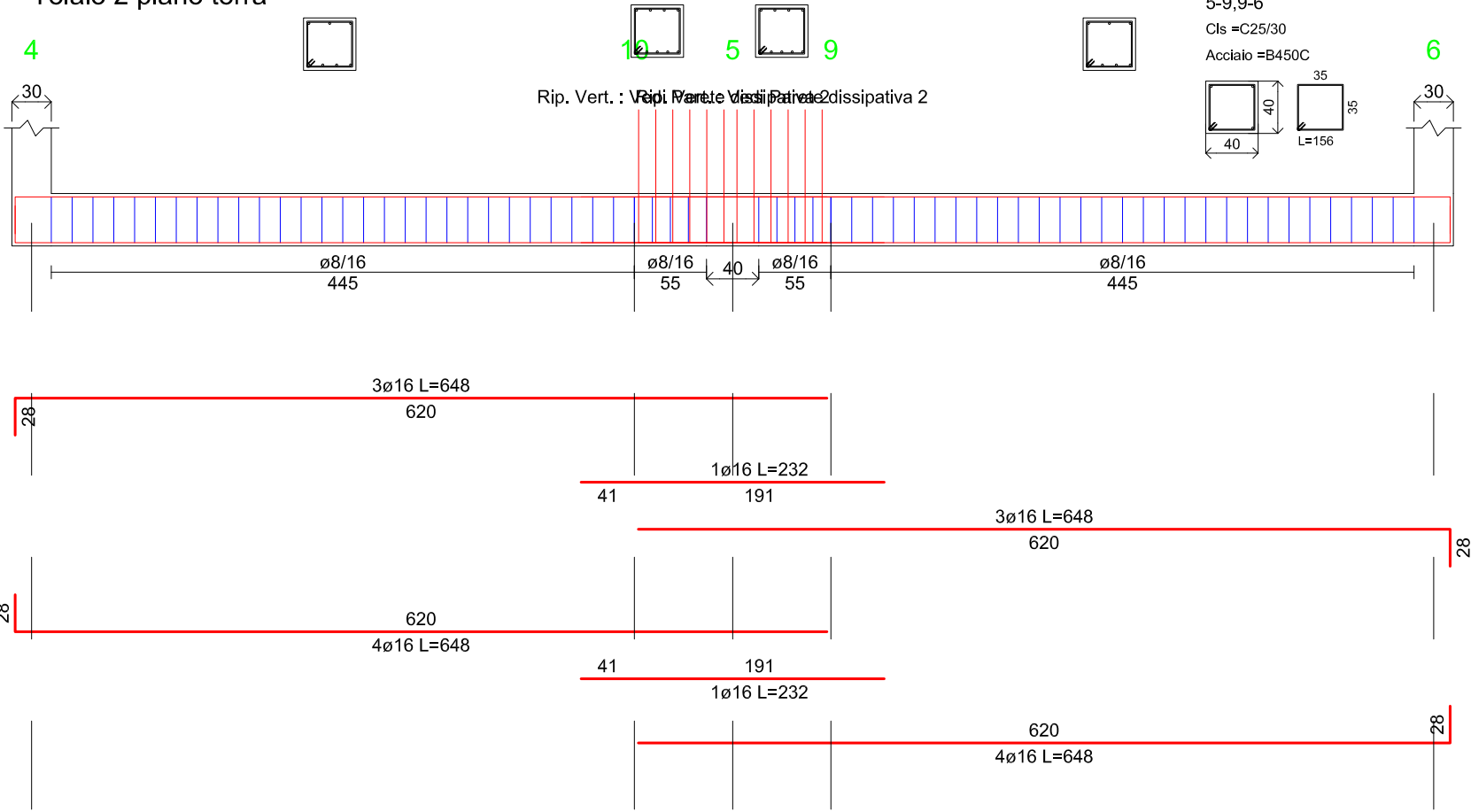
Telaio 4 piano terra

Campata 2-5  
Cls =C25/30  
Acciaio =B450C



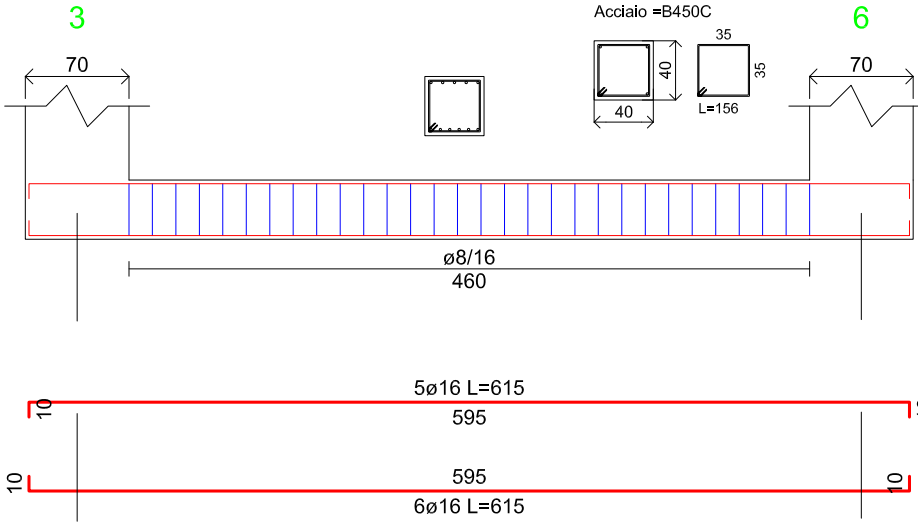
Telaio 2 piano terra

Campata 4-10,10-5  
5-9,9-6  
Cls =C25/30  
Acciaio =B450C



Telaio 5 piano terra

Campata 3-6  
Cls =C25/30  
Acciaio =B450C



# TELA DI COPERTURA

## Telaio 1 copertura piana

1  
Q=370

7  
Q=370

2  
Q=370

8  
Q=370

Campata 1-7,7-2,2-8  
8-3

Cls =C25/30

Acciaio =B450C

3  
Q=370

Campata 1-4  
Cls =C25/30

Acciaio =B450C

25

### Telaio 3 copertura piana

1  
Q=370

4  
Q=370

Telaio 5 copertura piana

3  
Q=370

6  
Q=370

Technical drawing of a reinforced concrete beam cross-section and longitudinal section.

**Cross-section (Top):** Shows a rectangular beam with a central void. The void is labeled  $\emptyset 8/11$  with a width of 50. The total width of the beam is 70. The void is also labeled  $\emptyset 8/20$  with a width of 360. The total length of the beam is 595.

**Longitudinal section (Bottom):** Shows the beam's profile with reinforcement bars. The total length is 595. The reinforcement bars are labeled as follows:

- Top bars:  $3\emptyset 16 L=615$  (total length 595),  $3\emptyset 16 L=293$  (length 275), and  $3\emptyset 16 L=293$  (length 275).
- Bottom bars:  $2\emptyset 12 L=595$  (total length 595),  $1\emptyset 16 L=293$  (length 275), and  $1\emptyset 16 L=231$  (length 213).

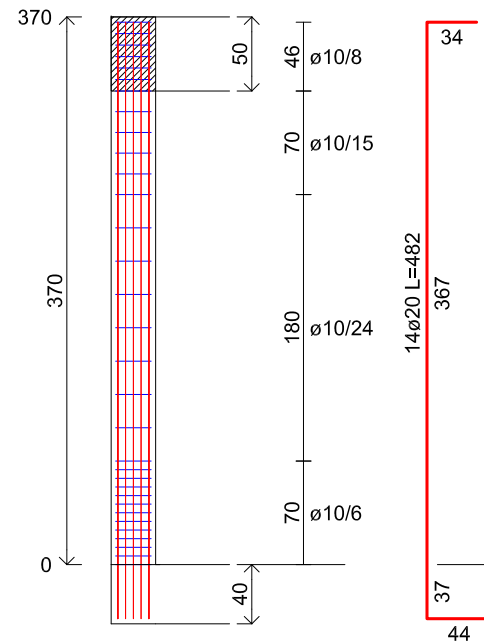
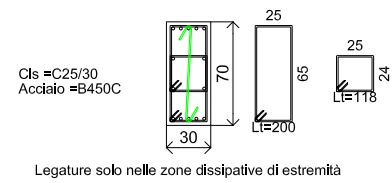
The drawing includes various dimension lines and labels for reinforcement bars, including  $\emptyset 8/11$ ,  $\emptyset 8/20$ ,  $\emptyset 16$ , and  $\emptyset 12$ .



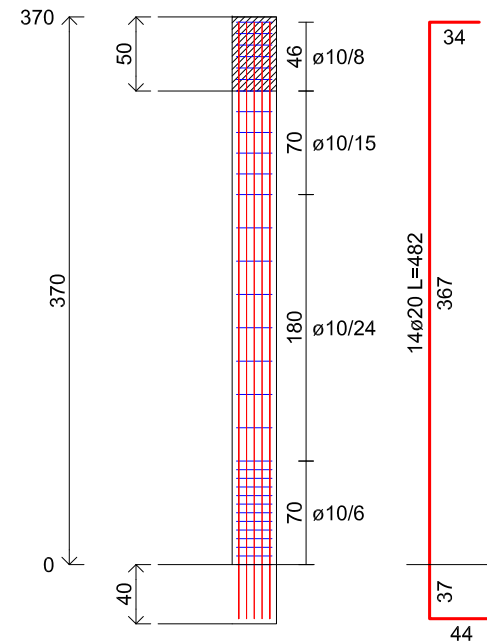
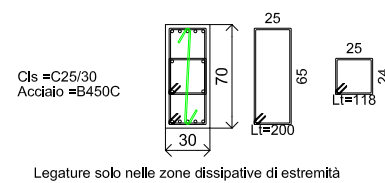


## PILASTRI

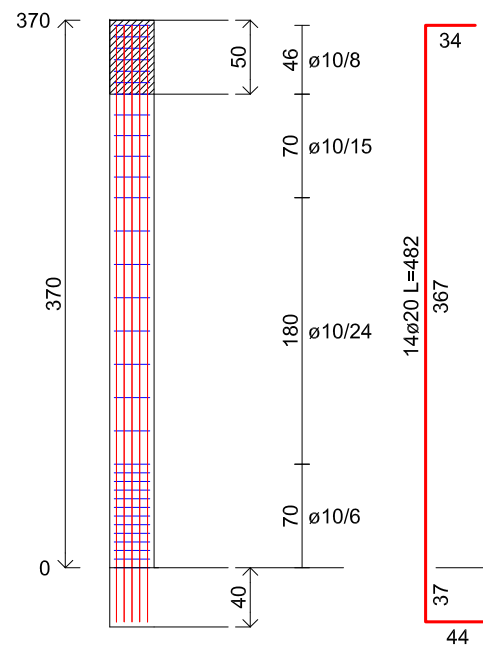
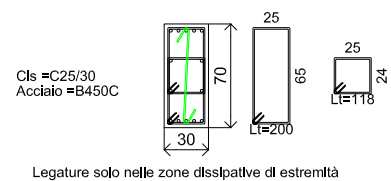
Pilastrata 1



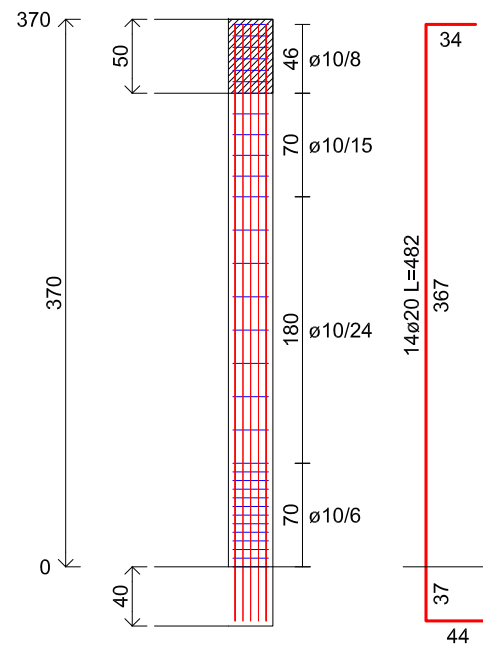
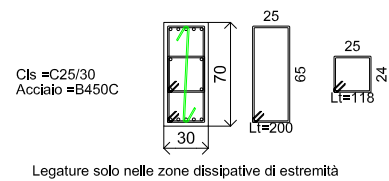
### Pilastrata 3



## Pilastrata 4



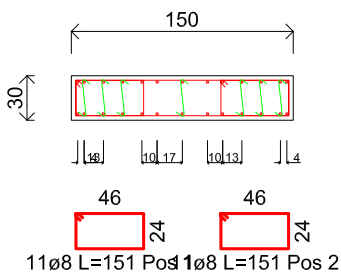
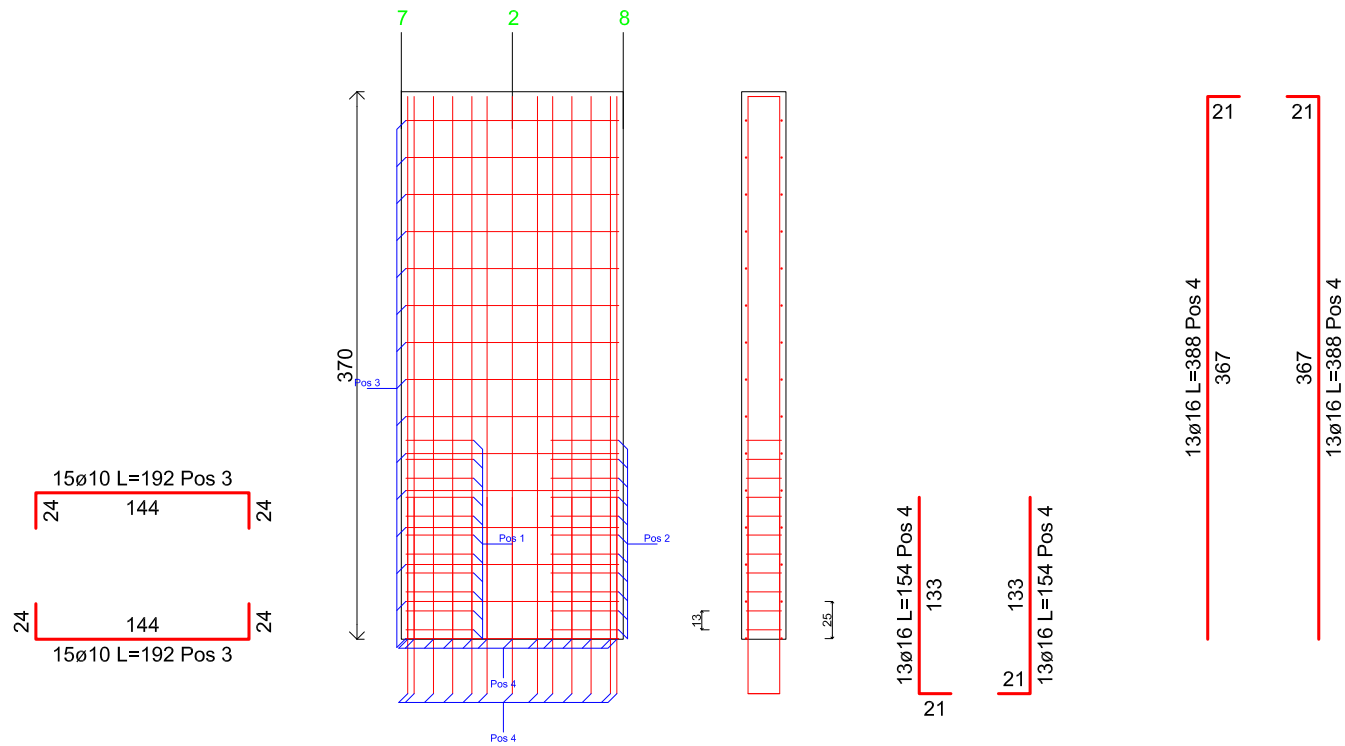
Pilastrata 6



<b>PILASTRI:</b> 1-3-4-6 <b>(fili)</b>		<b>copertura piana</b>	
<b>Materiali</b> Cls =C25/30 Acciaio =B450C	<b>STAFFE</b> ø10/ 6 cm Da Q= 0 a Q= 70 ø10/24 cm Da Q= 70 a Q= 250 ø10/15 cm Da Q= 250 a Q= 320 ø10/ 8 cm Da Q= 320 a Q= 370	<b>STAFFE TIPO</b> 1 ø10 ( 24x 64 L= 196 ) 1 ø10 ( 24x 24 L= 116 )	<b>LEGATURE</b> 1ø10 (nelle zone critiche)
<b>PIEDE (Q=0)</b>		<b>TESTA (Q=370)</b>	
Diritti: ○ 14ø20		Copriferro=2.5    Diritti: ○ 14ø20	
Scala 1:20			

PARETI IN C.A.

Parete Dissipativa 1   copertura piana   Fili Fissi 7-2-8

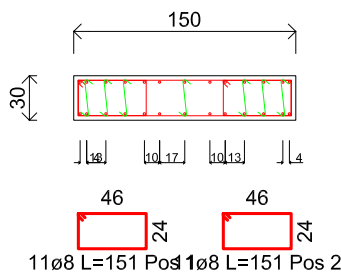
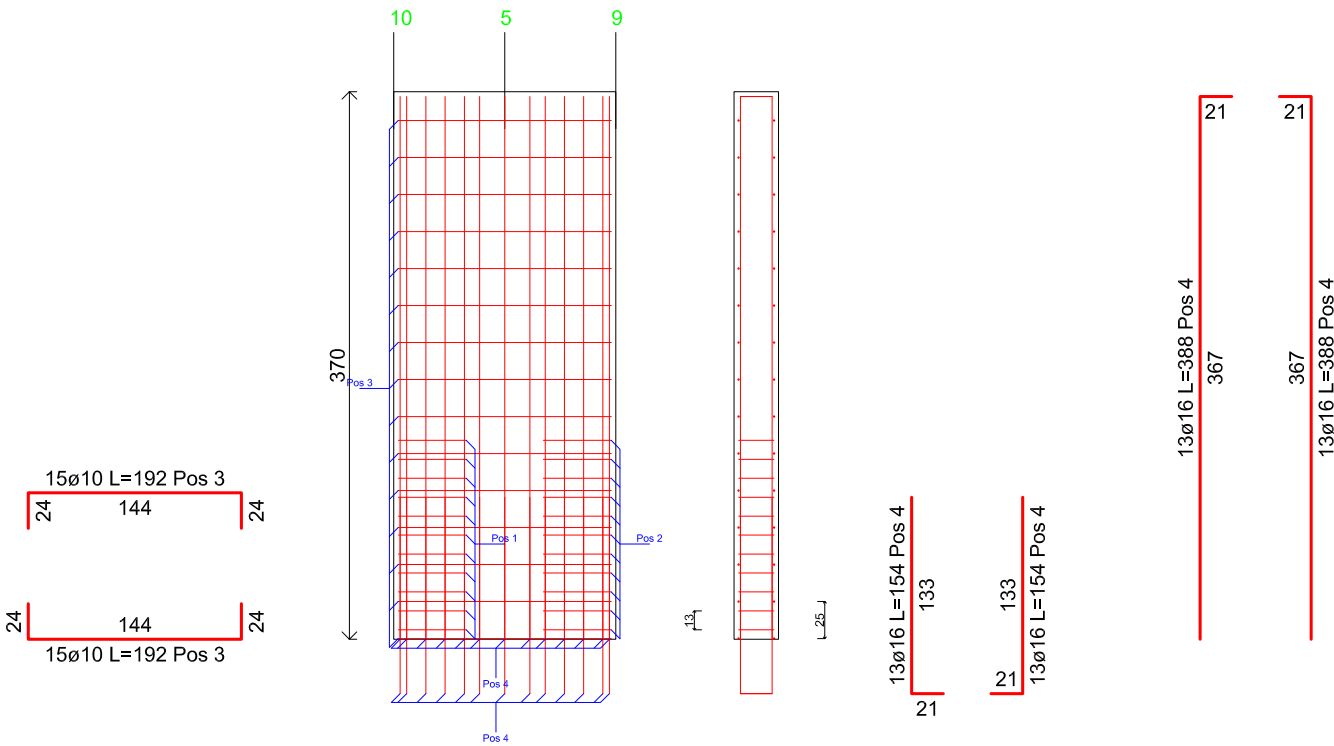


Materiali	
Cls	C25/30
Acciaio	B450C

Armature			
TIPO	ø	Passo	Pos
Oriz.	10	25	3
Oriz. Inf.	8	13	1, 2
Vert. Z.C.	16	13	4
Vert. Z.N.C.	16	17	4

LEGATURE			
Zona	ø	Passo Oriz	Passo Vert
Non Conf	8	26	25
Conf	8	13	13

Parete Dissipativa 2   copertura piana   Fili Fissi 10-5-9



Materiali	
Cls	C25/30
Acciaio	B450C

Armature			
TIPO	ø	Passo	Pos
Oriz.	10	25	3
Oriz. Inf.	8	13	1, 2
Vert. Z.C.	16	13	4
Vert. Z.N.C.	16	17	4

LEGATURE			
Zona	ø	Passo Oriz	Passo Vert
Non Conf	8	26	25
Conf	8	13	13