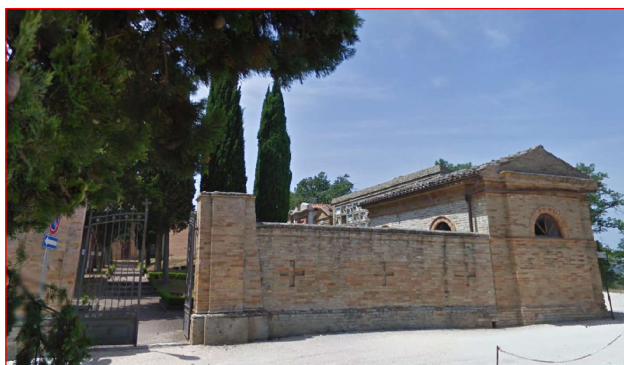




Amministrazione Comunale di Massa Fermana

Comune di Massa Fermana (FM)

**AMPLIAMENTO CIVICO CIMITERO  
PRIMO STRALCIO  
VIA MONTE STALIO - LOC. MADONNETTA**



**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**PROGETTO STRUTTURALE**

**RELAZIONE SULLE FONDAZIONI CORPI A-B**

Progettisti :

- ARCH. CLAUDIO AGOSTINELLI

- ING. ANDREA SCHIAVONI

Collaboratore:

-ING. FEDERICO SABBATINI

FASC. N.

**02-ST-RF-1**

DATA

Luglio 2018

## SOMMARIO

1. Generalità .....	2
2. Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi:.....	4
3. Calcolo del Sistema fondazione .....	4
4. Verifiche della sicurezza e delle prestazioni:.....	5
6. Verifiche GEO - Verifica dello S.L.U di tipo Geotecnico ( resistenza verticale ed orizzontale) .....	7
7. Verifiche GEO - Verifica a LIQUEFAZIONE.....	9
8. Verifiche GEO - Verifica dello S.L.E – CALCOLO DEI CEDIMENTI .....	9
9. Verifica dei pali di fondazione .....	10
10. Risultati delle analisi e loro commento.....	10

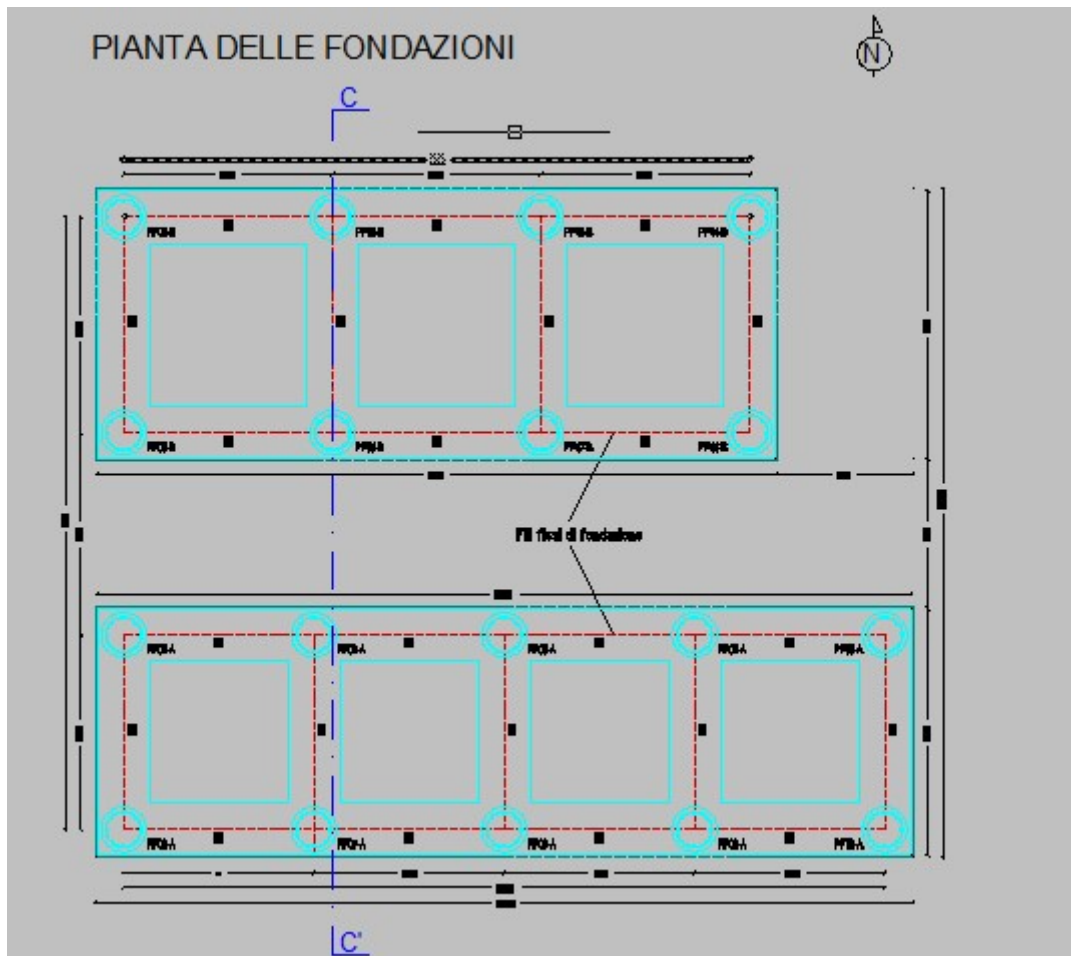
## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

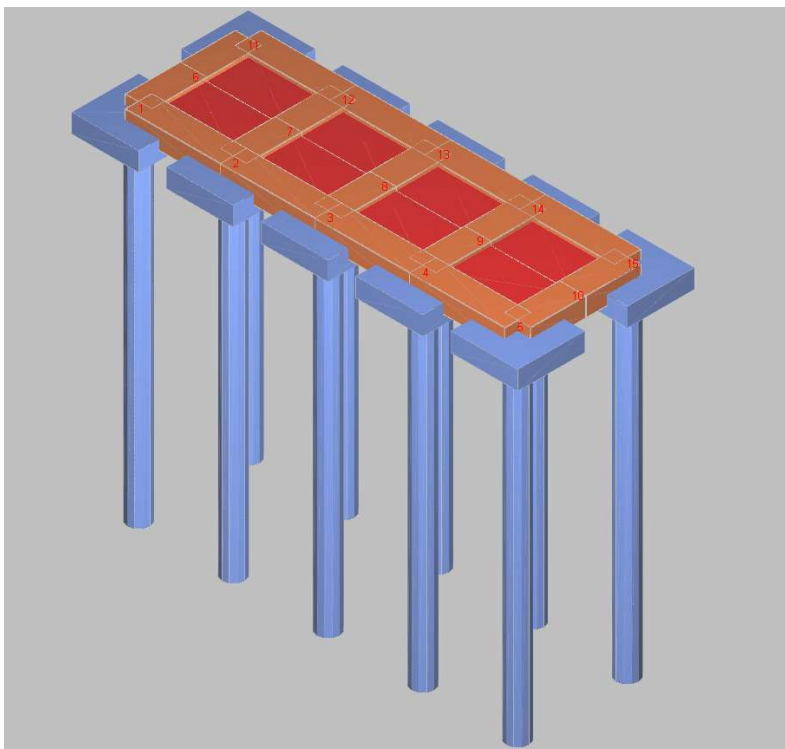
(NTC 2018 CAP. 6 e CIRCOLARE 617/2009 punto C6.2.2.5)

### 1. Generalità

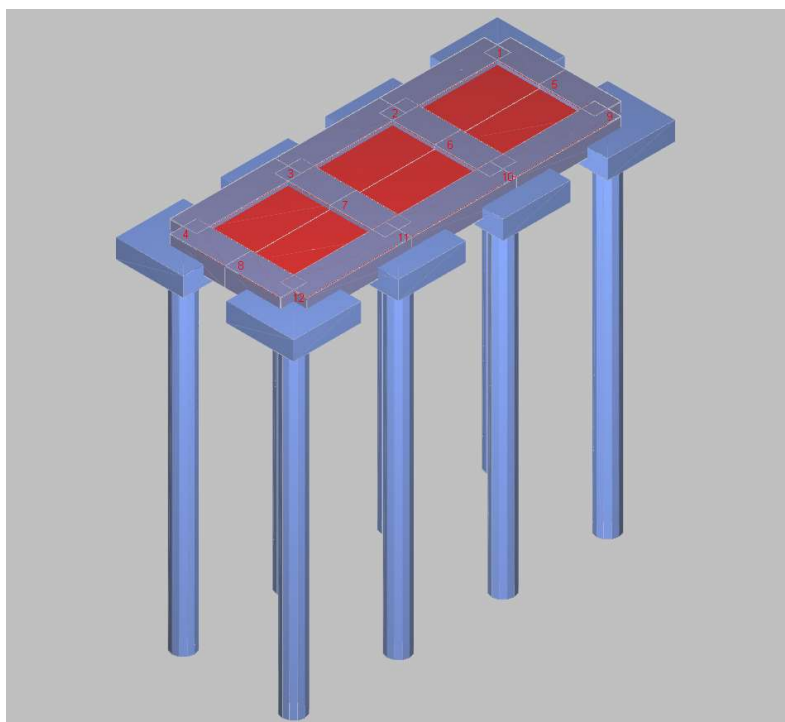
Le fondazioni dei manufatti saranno realizzate con pali delle dimensioni  $\varnothing 60$  Collegati da travi 50X70

#### CARPENTERIA FONDAZIONI





Schema generale delle fondazioni corpo A



Schema generale delle fondazioni corpo B

## **2. Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi:**

Per quanto riguarda l'interazione suolo-struttura è stato modellato il sistema attraverso travi di fondazioni con funzioni di collegamento e pali profondi della lunghezza di m 7,50 .

Per la rigidezza verticale e quella orizzontale si fa riferimento alle verifiche allegate :

## **3. Calcolo del Sistema fondazione**

La struttura di fondazione viene concepita come un modello bi-dimensionale 2D con il graticcio di connesse ai pali

Elementi resistenti:	Travi di collegamento e pali di fondazioni
Vincoli alla base:	libero

#### **4. Verifiche della sicurezza e delle prestazioni:**

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

Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalla N.T.C, nei confronti di tutti gli STATI LIMITE ULTIMI (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche relative al solo stato Limite di Salvaguardia (SLV); mentre per quanto riguarda la verifica nei confronti di tutti gli STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE), essa risulta soddisfatta quando siano rispettate le verifiche relative al solo stato Limite di Danno (SLD) e allo stato Limite di Operatività (SLO).

Le verifiche della sicurezza in fondazione dell'edificio da realizzare sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa 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;*

Per il nostro caso le verifiche saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
- collasso per carico limite dell' insieme fondazione-terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;
- liquefazione
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
- raggiungimento della resistenza pali di fondazione

Le verifiche nei riguardi degli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti che possono compromettere la funzionalità dell'opera.

Le verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle Tab. 6.4.II, 6.4.III e 6.4.IV del D.M. 14/01/2018, per seguendo l'approccio 2:

##### Approccio 2:

- Combinazione unica:  $(A1+M1+R3)$ .

La verifica di resistenza del terreno interagente con la struttura viene condotta con l'Approccio 2 con la combinazione Unica  $A1+M1+R3$ .

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.III - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica a partire dai risultati di prove di carico statico su pali pilota

Numero di prove di carico	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_1$	1,40	1,30	1,20	1,10	1,0
$\xi_2$	1,40	1,20	1,05	1,00	1,0

n.b. nel caso in esame non sono stati eseguite prove di carico su pali pilota

- (b) Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  (o  $R_{t,k}$ ) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate  $R_{c,cal}$  ( $R_{t,cal}$ ) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.3]$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.4]$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale  $\gamma_T$  per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

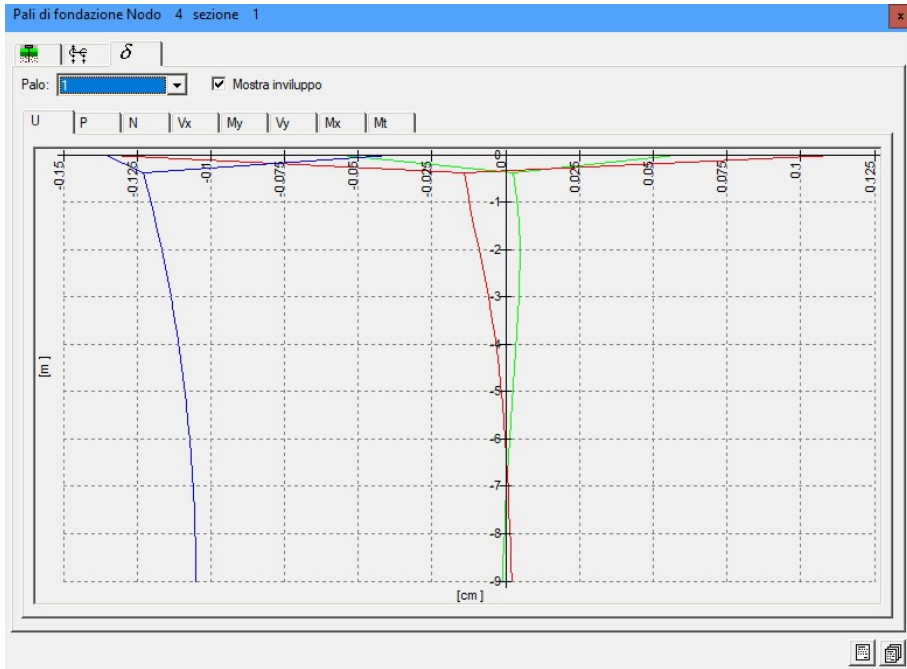
EFFETTO DI GRUPPO SULLE PORTATE - protocollo di Converse Labarre									
m	numero di file di pali	1	E	fattore di efficienza	0.91				
n	numero di pali per fila	3	N	numero pali totali	3				
i	interasse fra i pali	2.7	[m]						
PORTATA TOTALE LIMITE DI GRUPPO			2,411.63	[kN]	PORTATA PALO SINGOLO LIMITE		803.88	[kN]	
PORTATA TOTALE CARATTERISTICA DI GRUPPO			1,629.48	[kN]	PORTATA PALO SINGOLO CARATTERISTICA		543.16	[kN]	
PORTATA TOTALE DI PROGETTO DI GRUPPO			1,295.17	[kN]	PORTATA PALO SINGOLO DI PROGETTO		431.72	[kN]	

RELAZIONE SULLE FONDAZIONI



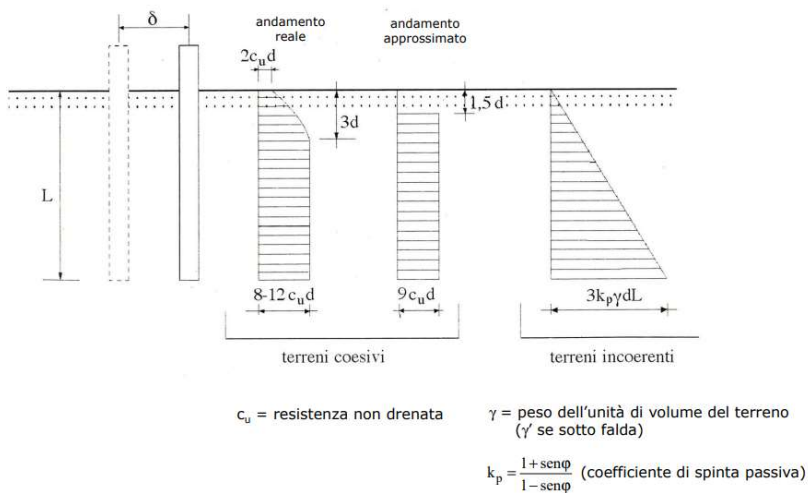
## AMPLIAMENTO CIVICO CIMITERO MASSA FERMANA – RELAZIONE FONDAZIONI CORPO A - B

Per la resistenza laterale del terreno si riporta il grafico della deformazione di un palo generico



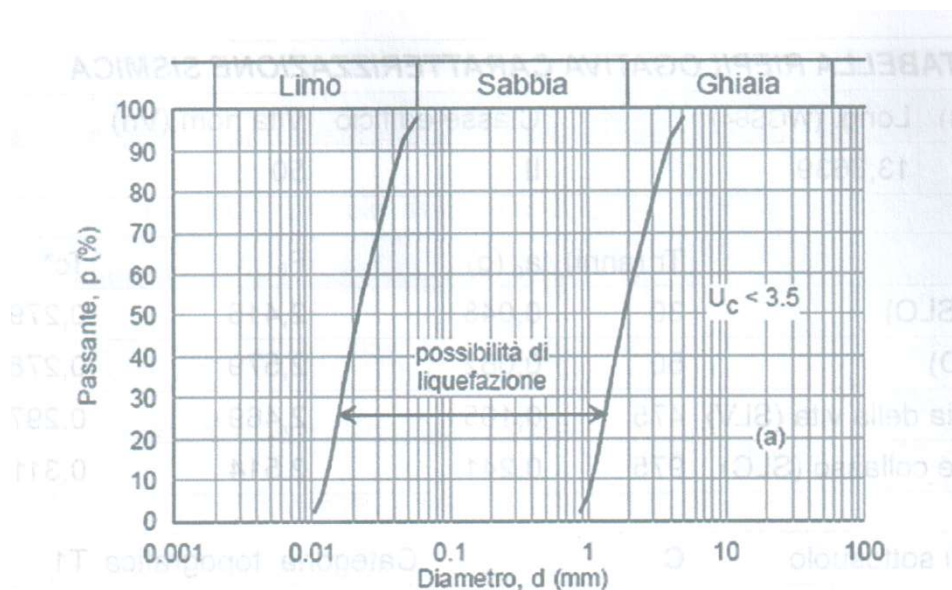
Si rileva che lo spostamento laterale non supera 0,15 cm in testa considerando un  $K_h$  medio costante di 2,00 kg/cm<sup>3</sup>. Pertanto la pressione massima laterale sarà pari a  $0,15 \times 2,00 = 0,3$  kg/cm<sup>2</sup> valore assolutamente trascurabile ed inferiore al  $R_p$  laterale ridotta del  $\gamma$  pari ad 1,3.

Utilizzando la teoria di Broms che indica un valore di resistenza per terreni incoerenti pari a :



Si ottiene un valore massimo di pressione pari a :  $3 k_p \gamma d L = 680$  kN/m<sup>2</sup> = 6,80 kg/cm<sup>2</sup>  
 $6,80 / 1,3 = 5.24$  kg/cm<sup>2</sup> <<<  $p_{max} = 0,3$  kg/cm<sup>2</sup> ( tra l'altro determinato in testa )

## 7. Verifiche GEO - Verifica a LIQUEFAZIONE

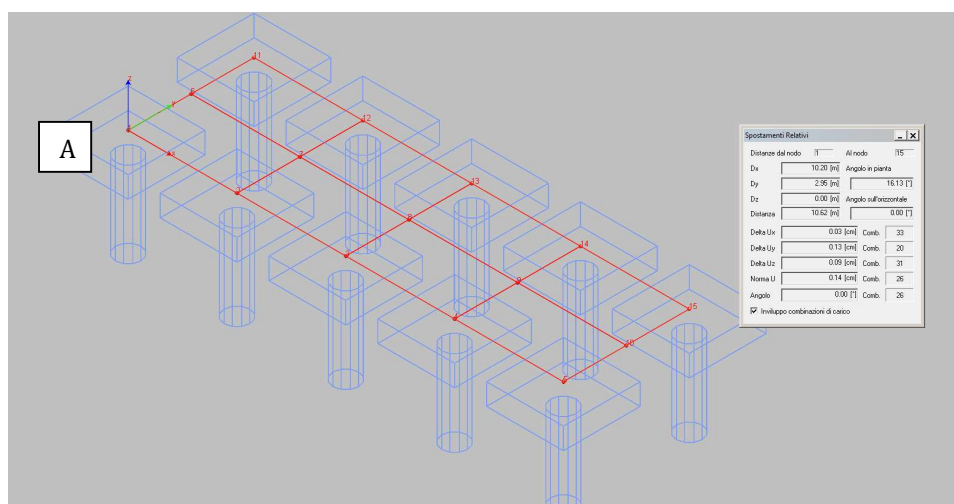


Per l'area in esame si esclude il rischio di liquefazione data l'assenza di falda acquifera e l'alta densità relativa delle sabbie testate con prove in situ ( vedi relazione geologica allegata )

## 8. Verifiche GEO - Verifica dello S.L.E – CALCOLO DEI CEDIMENTI

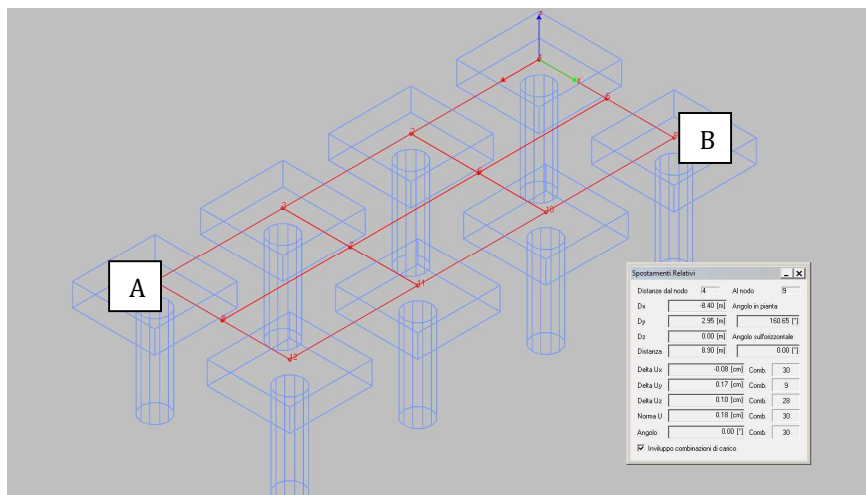
Gli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il programma di calcolo stima i cedimenti immediati,

**CORPO A TRA I NODI 1 E 15**



Il cedimento differenziale risulta pari a : 0,14 cm su di una lunghezza di cm 1062 ( rapporto >>> 250 )

CORPO B TRA I NODI 4 E 9



Il cedimento differenziale risulta pari a : 0,18 cm su di una lunghezza di cm 890 ( rapporto >>> 250 )

## 9. Verifica dei pali di fondazione

Verifiche STR - Verifica dello S.L.U strutturale di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali , si rimanda al fascicolo di verifica dei pali di fondazione.

## 10. Risultati delle analisi e loro commento

Dalle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte ne risulta che i valori di verifica sono accettabili pertanto il progetto proposto è realizzabile.

Si prescrive che:

- in corso d'opera si deve riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale , in tal senso durante le operazioni di scavo dovranno essere previste indagini integrative con utilizzo delle maestranze specializzate .
- la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione.