



***Città di Marsala***

Medaglia d'oro al Valore Civile

# COMUNE DI MARSALA

(Provincia di Trapani)

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MINIEOLICO DA REALIZZARSI NELL'AREA DELL'AUTOPARCO COMUNALE DEL COMUNE DI MARSALA

Livello Progettazione : PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE: Settore LL.PP. - Comune di Marsala  
Responsabile Unico del Procedimento  
Dir. Settore LL.PP.  
ing. Luigi Palmeri

PROGETTISTA: Resp-Area edilizia privata  
Ing. G. Giacalone

N° Tav.

**R3**

ELABORATO : RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA :

DATA : 02/12/2013

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



## ***Città di Marsala***

Medaglia d'oro al Valore Civile

**Progetto per la realizzazione di un impianto minieolico da realizzarsi nell'area dell'Autoparco Comunale del Comune di Marsala.**

**Committente: Comune di Marsala**

**Oggetto: Relazione di calcolo**

**Progettista: Ing. G. Giacalone**

## Sommario

RELAZIONE GENERALE .....	3
RELAZIONE DI CALCOLO .....	10
VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ.....	18
PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO .....	18
<u>TABULATO DI CALCOLO</u> .....	19

## **RELAZIONE GENERALE**

Il sottoscritto nella qualità di progettista delle strutture ed il Comune di Marsala nella qualità di committente, al fine di adempiere agli obblighi previsti dal D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i., dichiarano sotto la propria responsabilità quanto riportato nella presente relazione generale.

### **- DESCRIZIONE GENERALE OPERA**

Plinto di fondazione palo eolico.

### **- NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

- • D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- • Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

## **PRESTAZIONI ATTESE – CLASSE DELLA COSTRUZIONE - VITA ESERCIZIO - MODELLI DI CALCOLO – TOLLERANZE – DURABILITÀ - PROCEDURE QUALITÀ E MANUTENZIONE**

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (**SLD**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.
- Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

### **COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto

definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

## AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

<b>Stati Limite <math>P_{VR}</math>:</b>		<b>Probabilità di superamento nel periodo di riferimento <math>V_R</math></b>
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%

	SLC	5%
--	-----	----

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 14 gennaio 2008 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale
- Classe d'Uso;
- Categoria del suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione

Tali valori sono stati utilizzati da apposita procedura informatizzata sviluppata dalla STS s.r.l., che, a partire dalle coordinate del sito oggetto di intervento, fornisce i parametri di pericolosità sismica da considerare ai fini del calcolo strutturale, riportati nei tabulati di calcolo.

Si è inoltre concordato le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla *neve, dal vento e dalla temperatura* secondo quanto previsto al cap. 3 del DM 14.01.08 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

## **DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI VARIABILI DOVUTO ALLE AZIONI ANTROPICHE**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 14.01.2008 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2008. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento; in particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

## MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14.01.2008 ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici



- analisi dinamica modale con spettri di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica
- analisi degli effetti del 2° ordine quando significativi
- verifiche sezionali agli s.l.u. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elastoplastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio
- verifiche plastiche per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e tensionali per quelle di classe 3
- verifiche tensionali per le sezioni in legno
- analisi statica non lineare (push Over), quando specificato, nelle elaborazioni numeriche allegate

**Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 14.01.08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.**

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

## **TOLLERANZE**

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
- Per dimensioni  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm
- Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm
- Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

## **DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si

utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” DM 14.01.2008. e relative Istruzioni.

## RELAZIONE DI CALCOLO

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- • D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- • Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "*Nuove norme tecniche per le costruzioni*" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

- **REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 14.01.2008)**

- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

- **MISURA DELLA SICUREZZA**

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

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

- **CRITERI ADOTTATI PER LA SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA**

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

In particolare le travi ed i pilastri sono schematizzati con elementi trave a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite.

Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Gli elementi finiti a due nodi possono essere utilizzati in analisi di **tipo non lineare** potendo modellare non linearità sia di tipo geometrico che meccanico con i seguenti modelli :

1. Matrice geometrica per gli effetti del II° ordine
2. Non linearità meccanica per comportamento assiale solo resistente a trazione o compressione
3. Non linearità meccanica di tipo elasto-plastica con modellazione a plasticità concentrata e duttilità limitata con controllo della capacità rotazionale ultima delle cerniere plastiche.  
*Tale modellazione viene utilizzata per effettuare le analisi sismiche di tipo **PUSHOVER** con le modalità previste dal D.M. 14/01/2008 e s.m.i.*

Per gli elementi strutturali bidimensionali quali pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche viene utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo **shell** che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra).

Tale elemento finito di tipo isoparametrico viene modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM.

Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipenderà quindi dalla forma e densità della MESH, si ricorda che il calcolo agli elementi finiti è per sua natura un calcolo approssimato.

Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

La precisione nel calcolo delle tensioni è inferiore a quella ottenuta nel calcolo degli spostamenti, inoltre è fortemente dipendente dalla mesh.

Le verifiche saranno effettuate sia direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio, mentre per le azioni dovute al sisma ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica, sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Nel modello vengono tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

La presenza di eventuali orizzontamenti sono tenuti in conto o con vincoli cinematici rigidi o modellando la soletta con elementi SHELL.

L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare tenendo conto eventualmente degli effetti del secondo ordine.

Le sollecitazioni derivanti dalle azioni sismiche possono essere ottenute sia da analisi statiche equivalenti che da analisi dinamiche modali.

Nel caso si debba verificare la capacità della struttura progettata od di una esistente a resistere al sisma, o si debba verificare l'effettiva duttilità strutturale si provvederà ad effettuare una analisi statica di tipo non lineare (PUSHOVER).

I vincoli tra i vari elementi strutturali e con il terreno sono modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale, in particolare per le connessioni tra aste in acciaio o legno.

Il modello di calcolo può tenere in conto o meno dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazione superficiali con elementi plinto, trave o piastra su suolo elastico alla Winkler.

Nel caso di fondazioni profonde i pali vengono modellati sia per le azioni verticali che trasversali modellando il terreno alla Winkler in funzione del modulo di reazione orizzontale.

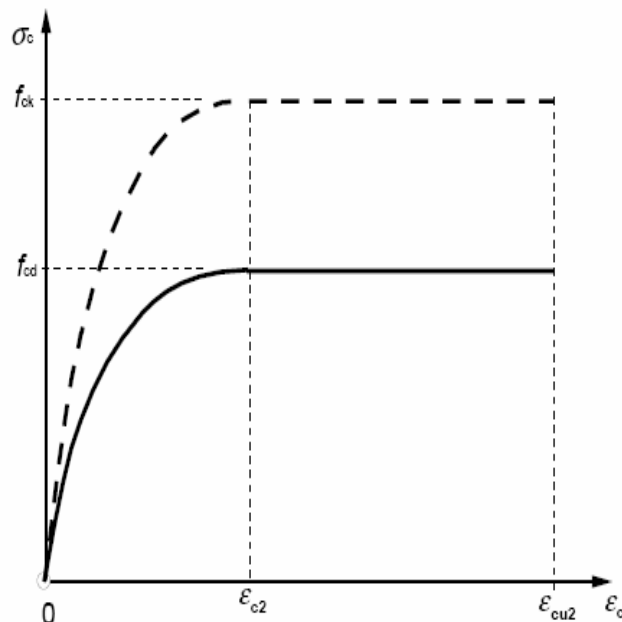
Nel caso delle strutture isolate alla base gli isolatori vengono modellati come elementi a due nodi a comportamento elasto-viscoso deformabili sia a taglio che assialmente.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi non lineari di tipo PUSHOVER possono essere di tipo elastoplastico - incrudente a duttilità limitata, elasto-fragile, elastoplastico a compressione e fragile a trazione.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:

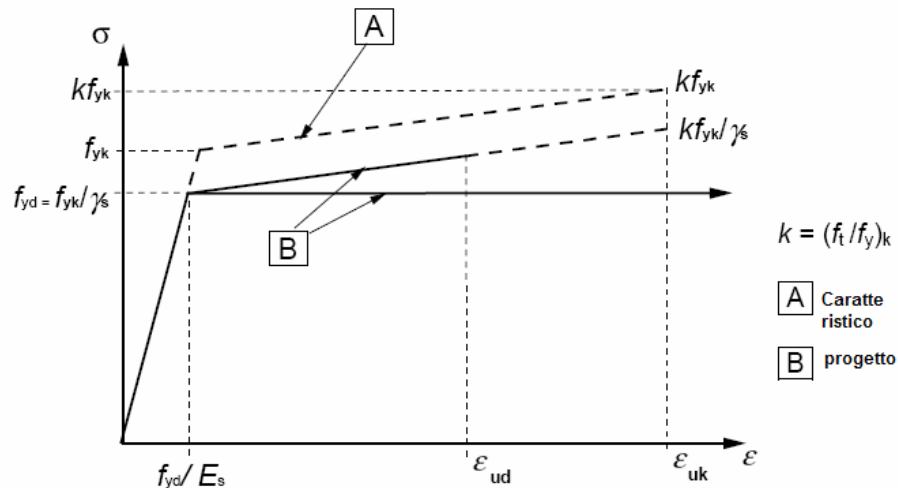
- **LEGAME PARABOLA RETTANGOLO PER IL CALCESTRUZZO**



**Legame costitutivo di progetto del calcestruzzo**

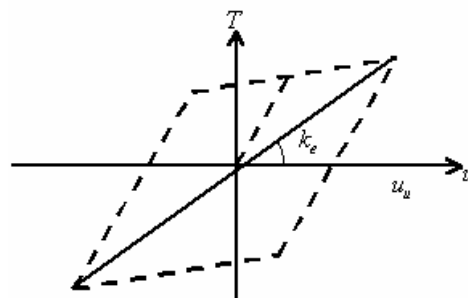
*Il valore  $\varepsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.*

**- LEGAME ELASTICO PREFETTAMENTE PLASTICO O INCRUDENTE O DUTTILITA' LIMITATA PER L'ACCIAIO**



**Legame costitutivo di progetto acciaio per c.a.**

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4
- legame elastico lineare per le sezioni in legno
- legame elasto-viscoso per gli isolatori



**Legame costitutivo isolatori**

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

## • COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2008; queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7(2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3)
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine(2.5.4)
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5):
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6):

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

### **Per le combinazioni sismiche:**

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle NTC 2008

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\Psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

## • **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

### **AZIONE SISMICA**

Ai fini delle NTC 2008 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle NTC, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

### **AZIONI DOVUTE AL VENTO**

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del DM 14.01.08 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617.



Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

### **AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA**

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali. La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

le temperature dell'aria esterne § 3.5.2, dell'aria interna § 3.5.3 e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali § 3.5.4 viene assunta in conformità ai dettami delle NTC 2008.

### **NEVE**

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (3.3.7)$$

dove:  $q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, fornito al § 3.4.5;

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], fornito al § 3.4.2 delle NTC per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.3;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4.

### **AZIONI ECCEZIONALI**

Le azioni eccezionali, che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni ed urti, solo in taluni casi vanno considerate nella progettazione, quando ciò è richiesto da specifiche esigenze strutturali, la resistenza al fuoco, verrà determinata sulla base delle indicazioni di cui al § 3.6.1 delle NTC.

## **AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI**

In generale sulle pareti del cantinato, se questo è presente, agiscono le spinte del terreno. In sede di valutazione di tali carichi, se non c'è grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica, si adotterà una o più tipologie di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

## **CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI**

Come previsto al punto **10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008** l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Si allega alla presente i test sui casi prova forniti dalla S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti. La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

## **VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ**

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

## **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 14.01.2008.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.

## **TABULATO DI CALCOLO**

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi ad una fondazione realizzata su plinti.

- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

- **CODIFICA TIPOLOGIE**

<i>CODICE</i>	<i>TIPOLOGIA</i>
1	monopalo
2	bipalo
3	triangolare a tre pali
4	triangolare a quattro pali di cui uno centrale
5	rettangolare a quattro pali
6	rettangolare a cinque pali di cui uno centrale
7	pentagonale a cinque pali
8	pentagonale a sei pali di cui uno centrale
9	rettangolare a sei pali
10	esagonale a sei pali
11	esagonale a sei pali di cui uno centrale
12	rettangolare a nove pali
13	rettangolare diretto

- **CALCOLO PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI**

I plinti rettangolari diretti sono ipotizzati a comportamento perfettamente rigido per quanto riguarda il calcolo delle pressioni di contatto con il terreno, che quindi hanno un andamento linearmente variabile. Il terreno è simulato come una superficie reagente in maniera elastica lineare a compressione (modello di *Winkler*) e non reagente a trazione. La distribuzione e l'entità degli sforzi sul terreno  $\bar{S}$  quindi funzione dell'eccentricità risultante di tutti gli sforzi che scaricano in fondazione, compreso il peso proprio del plinto.

Il calcolo dell'armatura del plinto è svolto con procedure semplificate, sufficientemente valide in quanto i plinti di fondazione sono abbastanza tozzi da potere ricondurre il comportamento a piastra a quello di quattro mensole indipendenti incastrate al piede del pilastro, essendo tale schema in vantaggio di sicurezza rispetto a quello più esatto di piastra.

L'armatura del grigliato di base è ottenuta dal calcolo a flessione semplice delle singole mensole, caricate dalla pressione del terreno che scaturisce dalla combinazione di carico più gravosa.

La verifica a taglio viene effettuata sempre sulle stesse mensole, su una sezione di riferimento distante dal filo del pilastro di un tratto pari alla metà dell'altezza massima del plinto. La soddisfazione di tale verifica implica automaticamente la soddisfazione della verifica a punzonamento.

Se la lunghezza della mensola di verifica è inferiore a 1,5 volte l'altezza massima del plinto, essa si suppone sufficientemente tozza da non richiedere alcuna verifica a taglio, mentre la verifica dell'armatura di base viene effettuata con lo schema semplificato di puntone e tirante.

## **LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI**

- TIPOLOGIE PLINTI DIRETTI**

<i>Tipologia</i>	:	<i>Numero che identifica le caratteristiche generali del plinto: forma e numero di eventuali pali</i>
<b>Tipo</b>	:	<i>Numero di archivio di un particolare plinto appartenente ad una certa tipologia</i>
<b>Dim.A</b>	:	<i>Dimensione dell'impronta del plinto lungo la direzione Y del sistema di riferimento locale</i>
<b>Dim.B</b>	:	<i>Dimensione dell'impronta del plinto lungo la direzione X del sistema di riferimento locale</i>
<b>Dim.b</b>	:	<i>Dimensione lungo la direzione X del riferimento locale, della sagoma superiore orizzontale del plinto</i>
<b>Dim.a</b>	:	<i>Dimensione lungo la direzione Y del riferimento locale, della sagoma superiore orizzontale del plinto</i>
<b>H min</b>	:	<i>Altezza minima del plinto con rastremazione</i>
<b>H max</b>	:	<i>Altezza massima del plinto</i>
<i>Magr.</i>	:	<i>Spessore e sporgenza del magrone di base</i>
<i>Bicc.</i>	:	<i>Numero di archivio dell'eventuale innesto a bicchiere</i>

- COORDINATE FILI FISSI**

<i>Filo</i>	:	<i>Numero del filo fisso</i>
<b>Ascissa</b>	:	<i>Ascissa</i>
<b>Ordinata</b>	:	<i>Ordinata</i>

- QUOTE DI PIANO E DI FONDAZIONE**

<b>Quota</b>	: Numero della quota
<b>Altezza</b>	: Altezza misurata dallo spiccato della fondazione più bassa
<b>Tipologia</b>	: Le possibilità sono due:  <i>"Piano sismico", ovvero rigido, nel senso che tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di connessione rigida.</i>  <i>"Interpiano", ovvero deformabile, in quanto i nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti</i>

## • PILASTRI

<b>Filo</b>	: Numero del filo fisso in pianta su cui insiste il pilastro
<b>Sez.</b>	: Numero di archivio della sezione del pilastro
<b>Tipologia</b>	: Descrive le seguenti grandezze:  a) la forma attraverso le seguenti sigle:  <div style="text-align: center;"> <p>"Rett." = rettangolare  "a T"; "a I"; "a C"  "Circ." = circolare  "Polig." = poligonale</p> </div> b) gli ingombri in X ed Y nel sistema di riferimento locale della sezione. Nel caso di sezioni rettangolari questi ingombri coincidono con base ed altezza
<b>Magrone</b>	: Larghezza del magrone di fondazione. Se presente individua ai fini del calcolo un'asta su suolo alla Winkler
<b>Ang.</b>	: Angolo di rotazione della sezione. L'angolo e' positivo se antiorario
<b>Cod.</b>	: Individua il posizionamento del filo fisso nella sezione. Per la sezione rettangolare valgono i seguenti codici di spigolo:
	<i>Il codice zero, che è inizialmente associato al centro pilastro, permette anche degli scostamenti imposti esplicitamente del filo fisso dal centro del pilastro</i>
<b>dx</b>	: Scostamento filo fisso - centro pilastro lungo l'asse X in pianta
<b>dy</b>	: Scostamento filo fisso - centro pilastro lungo l'asse Y in pianta
<b>Crit.</b>	: Criterio di progetto utilizzato per la verifica della sezione del pilastro

- GEOMETRIA PLINTI**

<i>Filo</i>	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
<b>Quota</b>	: <i>Altezza del piano di posa del plinto</i>
<b>Tipolog</b>	: <i>Tipologia del plinto (vedi relazione generale).</i>
<b>Tipo</b>	: <i>Numero di archivio del tipo relativo alla tipologia assegnata</i>
<b>Ecc.X</b>	: <i>Eccentricità misurata lungo la direzione X del sistema di riferimento locale del plinto, del centro del rettangolo massimo di ingombro della sezione del pilastro, rispetto al baricentro della sezione di impronta del plinto</i>
<b>Ecc.Y</b>	: <i>Eccentricità misurata lungo la direzione Y del sistema di riferimento locale del plinto, del centro del rettangolo massimo di ingombro della sezione del pilastro, rispetto al baricentro della sezione di impronta del plinto</i>
<b>Rotaz.</b>	: <i>Rotazione degli assi di riferimento locali del plinto rispetto a quelli della sezione del pilastro, positiva se in senso orario</i>
<b>Zona</b>	: <i>Numero della zona di terreno con particolare stratigrafia su cui è posizionato il plinto</i>

- SCARICHI IN FONDAZIONE**

<i>Filo</i>	: <i>Numero del filo fisso</i>
<b>Quota</b>	: <i>Quota alla quale si trova il plinto</i>
<b>Condizione di Carico</b>	: <i>Descrizione della condizione di carico alla quale si riferiscono gli scarichi</i>
<b>N</b>	: <i>Carico verticale, positivo se rivolto verso il basso</i>
<b>M<sub>x</sub></b>	: <i>Momento flettente con asse vettore parallelo all'asse X del sistema di riferimento globale</i>
<b>M<sub>y</sub></b>	: <i>Momento flettente con asse vettore parallelo all'asse Y del sistema di riferimento globale</i>
<b>T<sub>x</sub></b>	: <i>Componente lungo la direzione dell'asse X del sistema di riferimento globale del carico orizzontale</i>
<b>T<sub>y</sub></b>	: <i>Componente lungo la direzione dell'asse Y del sistema di riferimento globale del carico orizzontale</i>
<b>M<sub>t</sub></b>	: <i>Momento con asse vettore parallelo all'asse Z del sistema di riferimento globale</i>

- VERIFICHE PLINTI**

<i>Filo N.</i>	: <b>Filo fisso di riferimento</b>
<b>Dir</b>	: Direzione dell'asse delle mensole teoriche di calcolo
<b>Cmb fle</b>	: Combinazione di carico più gravosa a flessione
<b>Msdu</b>	: Momento flettente di calcolo della sezione d'attacco della mensola
<b>Af</b>	: Area dell'armatura inferiore
<b>Af'</b>	: Area dell'armatura superiore
<b>eps cls</b>	: Deformazione massima del calcestruzzo moltiplicata per 10000
<b>eps acc.</b>	: Deformazione massima dell'acciaio moltiplicata per 10000
<b>Asse neut.</b>	: Rapporto tra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione
<b>Cmb tag</b>	: Combinazione di carico più gravosa a taglio. La eventuale assenza di tale valore e di quelli seguenti indica che non è stata effettuata la verifica a taglio poiché il plinto si considera tozzo
<b>Vsdu</b>	: Sforzo di taglio di calcolo della sezione di riferimento per la verifica
<i>Vrdu</i>	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo
<b>At</b>	: Area dei ferri piegati necessari ad assorbire lo sforzo di taglio
$\sigma_t$	: Tensione massima di contatto con il terreno (dato presente solo per i plinti diretti)
<b>Verifica</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza
<b>Cmb sli</b>	: Combinazione di carico più gravosa a slittamento. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
<b>F sli</b>	: Carico orizzontale complessivo agente alla base del plinto
<b>N vert</b>	: Carico verticale complessivo agente alla base del plinto
<b>F res</b>	: Sforzo massimo resistente allo slittamento
<b>Coeff sli</b>	: Coefficiente di sicurezza minimo allo slittamento

- VERIFICHE STATI LIMITE DI ESERCIZIO PLINTI**



**Filo N.** : **Filo fisso di riferimento**

**Tipo Comb** : **Tipo di combinazione di carico**

**Dir** : **Direzione dell'asse delle mensole teoriche di calcolo**

**Cmb ese** : **Combinazione di carico più gravosa, tra quelle del tipo considerato**

**M** : **Momento flettente di calcolo della sezione d'attacco della mensola**

**Dist.** : **Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio**

**W ese** : **Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio**

**W max** : **Ampiezza massima limite tra le fessure**

$\sigma$  : **Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio**

$\sigma$  **c max** : **Tensione massima limite nel calcestruzzo**

$\sigma$  **f** : **Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio**

$\sigma$  **f max** : **Tensione massima limite nell'acciaio**

**Verifica** : **Indicazione soddisfacimento delle verifiche**

DATI GENERALI DI CALCOLO			
CRITERI DI CALCOLO PLINTI			
Copriferro minimo netto delle armature		2,0	cm
Percentuale minima di armatura in zona tesa		0,00	%
Tipo di superficie interna del bicchiere			LISCIA
CRITERI DI CALCOLO PALI			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di			Benabeng
Percentuale minima di armatura totale		0,30	%
Fattore di vincolo in testa al palo (0=incastro; 1=cerniera)			0,00
Copriferro minimo netto delle staffe		2,00	cm
VERIFICHE EFFETTUATE CON IL METODO DEGLI EUROCODICI			
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00		1,25
Peso Specifico	1,00		1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00		1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00		1,40
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Su Pali Infissi		
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			2,30
Scorrimento			1,10
Resist. alla Base			1,15
Resist. Lat. a Compr.			1,15
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30
Fattore di correlazione CSI per il calcolo di Rk pali			1,00

CARATTERISTICHE MATERIALI			
CARATTERISTICHE DEL CEMENTO ARMATO			
Classe Calcestruzzo	C20/25	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	129,7 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq

**CARATTERISTICHE MATERIALI****CARATTERISTICHE DEL CEMENTO ARMATO**

Tens. Max. CLS 'rcd'	106,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	20,00	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	35,00	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200	kg/mc

**CARATTERISTICHE MATERIALE DEI PALI**

Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	129,7	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	106,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	20,00	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	35,00	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc			

**ARCHIVIO PLINTI DIRETTI****PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI**

Tipologia N.ro	Tipo N.ro	Dim.A (cm)	Dim.B (cm)	Dim.b (cm)	Dim.a (cm)	H min. (cm)	H max (cm)	Magr. (cm)	Bicc. N.ro
13	1	250	250	150	150	100	150	10	0

**CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE**

STRATO SUPERFICIALE							COLONNA STRATIGRAFICA						
Crit. N.ro	Affond. cm	Ricopr. kg/cm2	Falda m	Fi Grd	Ades. Kg/cm2	Strato N.ro	Descrizione	Spess. m	Fi Grd	Fi' Grd	C' Kg/cm2	Cu kg/cm2	Peso kg/mc
1	0,00	0,00		15,0	0,00	1	PRIMO STRATO PRIMO STRATO	5,0 10,0	33,0 27,0	22,0 18,0	0,00 0,10	0,00 0,00	1800 2000
2	0,00	0,00		15,0	0,00	1		10,0	35,0	35,0	0,00	0,00	1800

**COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI**

Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	5,00	5,00				

**QUOTE PIANI SISMICI ED INTERPIANI**

Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Reg.Tamp. XY	Alt.	Quota N.ro	Altezza m	Tipologia	Reg.Tamp. XY	Alt.
0	0,00	Piano Terra			1	2,00	Interpiano	NO	NO
2	6,60	Interpiano	SI	NO	3	12,30	Interpiano	SI	NO
4	18,00	Interpiano	SI	NO					

**PILASTRI IN ACCIAIO QUOTA 2 m**

Filo N.ro	Sez. N.ro	Tipologia	Ang. (Grd)	dx (cm)	dy (cm)	Crit. N.ro	Tipo Elemento ai fini sismici
1	1933	TUBO 820*10	0,00	0,00	0,00	101	SismoResist.

**PILASTRI IN ACCIAIO QUOTA 6.6 m**

Filo N.ro	Sez. N.ro	Tipologia	Ang. (Grd)	dx (cm)	dy (cm)	Crit. N.ro	Tipo Elemento ai fini sismici
1	1933	TUBO 820*10	0,00	0,00	0,00	101	SismoResist.

**PILASTRI IN ACCIAIO QUOTA 12.3 m**

Filo N.ro	Sez. N.ro	Tipologia	Ang. (Grd)	dx (cm)	dy (cm)	Crit. N.ro	Tipo Elemento ai fini sismici
1	1934	TUBO 630*8	0,00	0,00	0,00	101	SismoResist.

**PILASTRI IN ACCIAIO QUOTA 18 m**

Filo N.ro	Sez. N.ro	Tipologia	Ang. (Grd)	dx (cm)	dy (cm)	Crit. N.ro	Tipo Elemento ai fini sismici
1	1935	TUBO 426*8	0,00	0,00	0,00	101	SismoResist.

**DATI DI INPUT PLINTI****GEOMETRIA PLINTI**

Filo N.ro	Quota (m)	Tipolog N.ro	Tipo N.ro	Ecc.X (cm)	Ecc.Y (cm)	Rotaz. (grd)	Zona N.ro
1	0,00	13	1	0	0	0	1

**COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO STRUTTURALE	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,30	1,30	1,30
PERMAN.NON STRUTTURALE	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,30	1,50	1,30
MASSE CONC. DIR. 0	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
MASSE CONC. DIR. 90	0,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARICO TERMICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	-0,90	-1,50

**COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A2**

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO STRUTTURALE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,00	1,30
PERMAN.NON STRUTTURALE	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,30	1,30	1,30
MASSE CONC. DIR. 0	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
MASSE CONC. DIR. 90	0,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARICO TERMICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,50	-0,90	-1,50

**COMBINAZIONI RARE - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1	2	3	4
PESO STRUTTURALE	1,00	1,00	1,00	1,00
PERMAN.NON STRUTTURALE	1,00	1,00	1,00	1,00
MASSE CONC. DIR. 0	0,00	0,00	0,00	0,00
MASSE CONC. DIR. 90	0,00	0,00	0,00	0,00
CARICO TERMICO	0,60	1,00	-0,60	-1,00

**COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1	2	3
PESO STRUTTURALE	1,00	1,00	1,00
PERMAN.NON STRUTTURALE	1,00	1,00	1,00
MASSE CONC. DIR. 0	0,00	0,00	0,00
MASSE CONC. DIR. 90	0,00	0,00	0,00
CARICO TERMICO	0,00	0,50	-0,50

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
PESO STRUTTURALE	1,00
PERMAN.NON STRUTTURALE	1,00
MASSE CONC. DIR. 0	0,00
MASSE CONC. DIR. 90	0,00
CARICO TERMICO	0,00

**SCARICHI SUI PLINTI****SCARICHI IN FONDAZIONE**

Filo N.ro	Quota (m)	Condizione di Carico	N (Kg)	Mx (Kgm)	My (Kgm)	Tx (Kg)	Ty (Kg)	Mt (Kgm)
1	0,00	PESO PROPRIO	2488	0	0	0	0	0
		SOVRACCARICO PERMAN.	2000	21500	9000	500	0	0
		MASSE CONC. DIR. 0	0	0	2507	158	0	0
		MASSE CONC. DIR. 90	0	-2507	0	0	158	0
		CARICO TERMICO	0	0	0	0	0	0

**VERIFICHE PLINTI DIRETTI****PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI**

Filo N.	Dir	Cmb fle	Msdv Kgm	Af cmq	Af' cmq	eps cls %	eps acc.%	Asse neut.	Cmb tag	Vsdv Kg	Vrdv Kg	At cmq	$\sigma_t$ Kg/cmq	Verifica
1	X	1	8338	1,6	0,9	0	0	0,037					3,47	OK
	Y	1	24189	0,8	1,3	0	0	0,027						

**VERIFICHE PLINTI DIRETTI****VERIFICA A SLITTAMENTO**

Filo N.	Cmb sli	F sli Kg	N vert Kg	F res Kg	Coeff sli	Verifica
1	2	726	25217	6143	8,46	ok

**VERIFICHE PLINTI DIRETTI**

STATI LIMITE DI ESERCIZIO PLINTI												
Filo N.	Tipo Comb	Dir	Cmb ese	M Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	$\sigma_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_c$ max Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f$ max Kg/cm <sup>2</sup>	Verifica
1	Rara X	X	1	5186				3,0	119,0	151	3600	OK
	Rara Y	Y	1	12865				5,0	119,0	370	3600	OK
	Freq X	X	1	5186	10	0,01	0,30					OK
	Freq Y	Y	1	12865	15	0,04	0,30					OK
	Perm X	X	1	5186	10	0,01	0,20	3,0	92,0			OK
	Perm Y	Y	1	12865	15	0,04	0,20	5,0	92,0			OK

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.1										
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm <sup>2</sup>	N Kg	M Kgm	T Kg	Spост. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1	1	100	2,0	13764	35475	0	4,17	0,8	
		2	200	2,0	11921	32752	-4945	2,25	0,4	
		3	300	3,8	3877	25125	-9605	0,87	0,3	
		4	400	5,7	0	14340	-11228	0,10	0,1	
		5	500	8,5	0	4341	-7941	0,84	0,7	
		6	600	8,5	0	0	0	1,49	1,3	

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2										
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm <sup>2</sup>	N Kg	M Kgm	T Kg	Spост. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1	1	100	2,0	10588	23185	-148	2,72	0,5	
		2	200	2,0	8744	21382	-3250	1,46	0,3	
		3	300	3,8	701	16389	-6277	0,56	0,2	
		4	400	5,7	0	9349	-7325	0,07	0,0	
		5	500	8,5	0	2829	-5176	0,55	0,5	
		6	600	8,5	0	0	0	0,97	0,8	

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.3										
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm <sup>2</sup>	N Kg	M Kgm	T Kg	Spост. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1	1	100	2,0	10588	24249	148	2,87	0,6	
		2	200	2,0	8744	22428	-3352	1,55	0,3	
		3	300	3,8	701	17227	-6566	0,60	0,2	
		4	400	5,7	0	9842	-7697	0,07	0,0	
		5	500	8,5	0	2982	-5452	0,57	0,5	
		6	600	8,5	0	0	0	1,02	0,9	

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.4										
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm <sup>2</sup>	N Kg	M Kgm	T Kg	Spост. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>	
1	1	1	100	2,0	10588	23185	-148	2,72	0,5	
		2	200	2,0	8744	21382	-3250	1,46	0,3	
		3	300	3,8	701	16389	-6277	0,56	0,2	
		4	400	5,7	0	9349	-7325	0,07	0,0	
		5	500	8,5	0	2829	-5176	0,55	0,5	
		6	600	8,5	0	0	0	0,97	0,8	

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.5										
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm <sup>2</sup>	N Kg	M Kgm	T Kg	Spост. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>	

N.	N.	N.	cm	Kg/cmc	Kg	Kgm	Kg	mm	Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	24249	148	2,87	0,6
		2	200	2,0	8744	22428	-3352	1,55	0,3
		3	300	3,8	701	17227	-6566	0,60	0,2
		4	400	5,7	0	9842	-7697	0,07	0,0
		5	500	8,5	0	2982	-5452	0,57	0,5
		6	600	8,5	0	0	0	1,02	0,9

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.6									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21877	-148	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	20091	-3126	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15354	-5921	0,52	0,2
		4	400	5,7	0	8738	-6866	0,07	0,0
		5	500	8,5	0	2639	-4833	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.7									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	25435	148	3,04	0,6
		2	200	2,0	8744	23591	-3468	1,65	0,3
		3	300	3,8	701	18156	-6889	0,64	0,2
		4	400	5,7	0	10388	-8109	0,07	0,0
		5	500	8,5	0	3150	-5758	0,60	0,5
		6	600	8,5	0	0	0	1,08	0,9

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.8									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21877	-148	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	20091	-3126	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15354	-5921	0,52	0,2
		4	400	5,7	0	8738	-6866	0,07	0,0
		5	500	8,5	0	2639	-4833	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.9									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	25435	148	3,04	0,6
		2	200	2,0	8744	23591	-3468	1,65	0,3
		3	300	3,8	701	18156	-6889	0,64	0,2
		4	400	5,7	0	10388	-8109	0,07	0,0
		5	500	8,5	0	3150	-5758	0,60	0,5
		6	600	8,5	0	0	0	1,08	0,9

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.10									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>q</sup>
1	1	1	100	2,0	13764	35475	0	4,17	0,8

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.10									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
		2	200	2,0	11921	32752	-4945	2,25	0,4
		3	300	3,8	3877	25125	-9605	0,87	0,3
		4	400	5,7	0	14340	-11228	0,10	0,1
		5	500	8,5	0	4341	-7941	0,84	0,7
		6	600	8,5	0	0	0	1,49	1,3

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.11									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	100	2,0	13764	30745	0	3,62	0,7
		2	200	2,0	11921	28385	-4286	1,95	0,4
		3	300	3,8	3877	21775	-8324	0,75	0,3
		4	400	5,7	0	12428	-9731	0,09	0,1
		5	500	8,5	0	3762	-6882	0,72	0,6
		6	600	8,5	0	0	0	1,29	1,1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.12									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	100	2,0	13764	35475	0	4,17	0,8
		2	200	2,0	11921	32752	-4945	2,25	0,4
		3	300	3,8	3877	25125	-9605	0,87	0,3
		4	400	5,7	0	14340	-11228	0,10	0,1
		5	500	8,5	0	4341	-7941	0,84	0,7
		6	600	8,5	0	0	0	1,49	1,3

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.13									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	100	2,0	13764	30745	0	3,62	0,7
		2	200	2,0	11921	28385	-4286	1,95	0,4
		3	300	3,8	3877	21775	-8324	0,75	0,3
		4	400	5,7	0	12428	-9731	0,09	0,1
		5	500	8,5	0	3762	-6882	0,72	0,6
		6	600	8,5	0	0	0	1,29	1,1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.1									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.2									

Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

#### SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara					N.3				
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

#### SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara					N.4				
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

#### SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente					N.1				
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

#### SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente					N.2				
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

#### SOLLECITAZIONI PALI

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente					N.3				
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>

SOLLECITAZIONI PALI									
SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.3									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

SOLLECITAZIONI PALI									
SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Quasi Permanenti N.1									
Plinto N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spont. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	100	2,0	10588	21500	0	2,53	0,5
		2	200	2,0	8744	19850	-2997	1,36	0,3
		3	300	3,8	701	15227	-5821	0,53	0,2
		4	400	5,7	0	8691	-6805	0,06	0,0
		5	500	8,5	0	2631	-4813	0,51	0,4
		6	600	8,5	0	0	0	0,90	0,8

MARSALA, 02/12/2013

Il Progettista