



Sede Legale: via ilioneo, 25 \_ 80124 \_ Napoli \_  
Sede Operativa: via antiniana, 2/a \_ 80078 \_ Pozzuoli Napoli \_  
P. Iva e C. F.: 05152711213 \_ CCIAA: 05152711213 \_ REA: 736565 \_  
mailto: info.4m @fastwebnet.it \_  
FAX: +39.081.1936.02.15 \_  
TEL: +39.081.570.56.95 / +39.081.762.56.95 \_

4M Engineering s.r.l.

---

## RELAZIONE DI CALCOLO



4M Engineering s.r.l.

---

## 1 GENERALITÀ.

Oggetto della presente relazione è il calcolo delle strutture fondali di una nuova torre ascensore da realizzare a ridosso del preesistente edificio scolastico ubicato nel comune di Torino alla via Aquileia (angolo C.so Sicilia).

Detta fondazione, costituita da un solettone in c.a. gettato in opera caratterizzato da uno spessore pari a cm 50.0 e da una sagoma in pianta di tipo rettangolare con dimensioni pari a m 2.60\*2.68, è sormontata da un setto, anch'esso in c.a. gettato in opera, di spessore ed altezza pari rispettivamente a cm 20.0 e m 1.30, idoneo a configurare la necessaria fossa ascensore.

All'interno di detta fossa ed all'estradosso del solettone sono fissati a mezzo di idonei ancoraggi gli elementi portanti del nuovo ascensore (pistone, ammortizzatori e guide), sulla sommità del setto, invece, in corrispondenza degli angoli, sono ancorati gli elementi portanti del castelletto in acciaio a protezione del nuovo ascensore.

La tipologia dei terreni direttamente interessati dalla nuova struttura fondale, è tale da comportare, nell'ipotesi che la fondazione sia di tipo diretto, costituita cioè dal solo solettone, cedimenti inaccettabili in rapporto all'esigenza di mantenere il livellamento delle soglie di sbarco della torre ascensore con i piani dell'edificio preesistente. Pertanto, in accordo con il Geologo Dott. Almo Olmi incaricato di condurre le necessarie indagini geologico-tecniche, sono stati disposti, in asse agli spigoli del setto sovrastante, micropali trivellati di diametro e lunghezza pari rispettivamente a mm 110 e m 11.5, armati con tubo in acciaio tipo N80-J con diametro e spessore pari rispettivamente a mm 73.0 e mm 5.0.

Detti micropali si attestano nel substrato roccioso rinvenuto alla profondità di m 9.0 per un tratto di lunghezza complessiva pari a circa m 2.50, quantità necessaria ad oltrepassare la parte superficiale di detto strato (cappellaccio) che presenta caratteristiche fisico-meccaniche scadenti.



4M Engineering s.r.l.

---

## **2 ANALISI DEI CARICHI.**

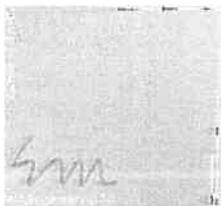
Le azioni che agiscono sulla struttura oggetto della presente relazione e ad essa trasmesse dalla parte in elevazione, sono dovute a vari fattori ed in particolare al sisma, al vento, alla neve, ai pesi propri e ai sovraccarichi permanenti ed accidentali.

L'entità di dette azioni sono state ricavate dalla relazione di calcolo delle strutture in elevazione fornita alla sottoscritta dal committente, e pertanto per una analisi di dette azioni si rimanda alla detta relazione.

## **3 MODELLO DI CALCOLO.**

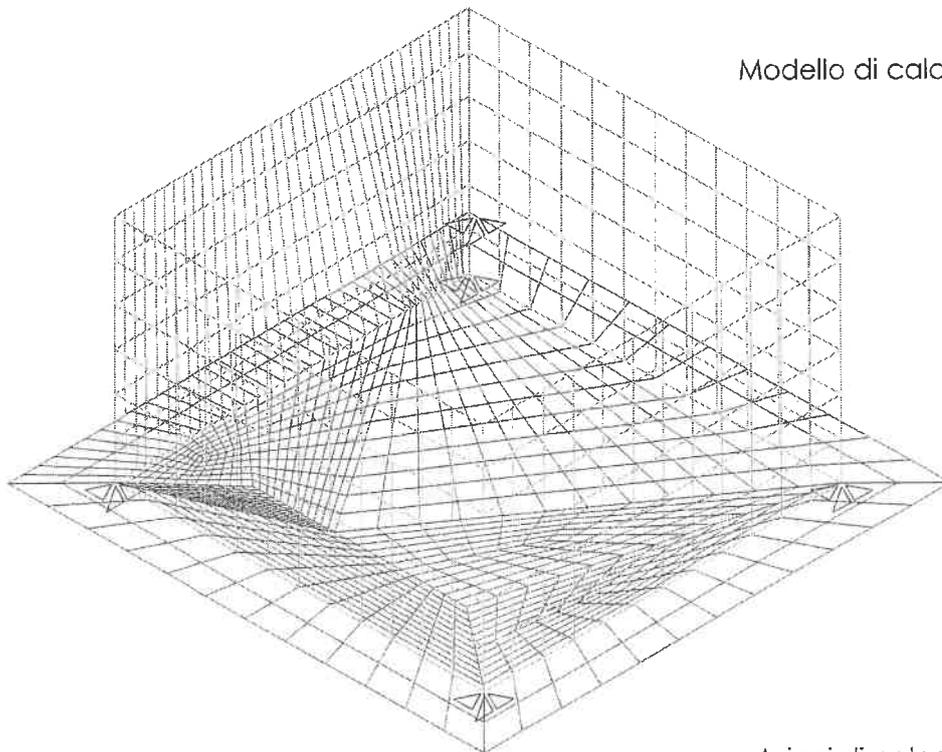
I calcoli di verifica per la struttura oggetto della presente relazione, sono stati condotti a mezzo del software SISMICAD (ver. 11.4) distribuito dalla CONCRETE s.p.a. del quale è riportata in seguito una breve descrizione.

Data la possibilità del software di schematizzare gli elementi monodimensionali a mezzo di elementi "frame" e quelli bidimensionali (piastre, pareti) attraverso elementi "shell", il modello di calcolo che ne deriva per la struttura oggetto della presente relazione è quello riportato nelle figure che seguono, in cui sono ben evidenti tutti gli elementi che la compongono e le azioni su di essi agenti. Nel modello di cui prima, la presenza dei micropali è schematizzata a mezzo di vincoli posti alla base del solettone.



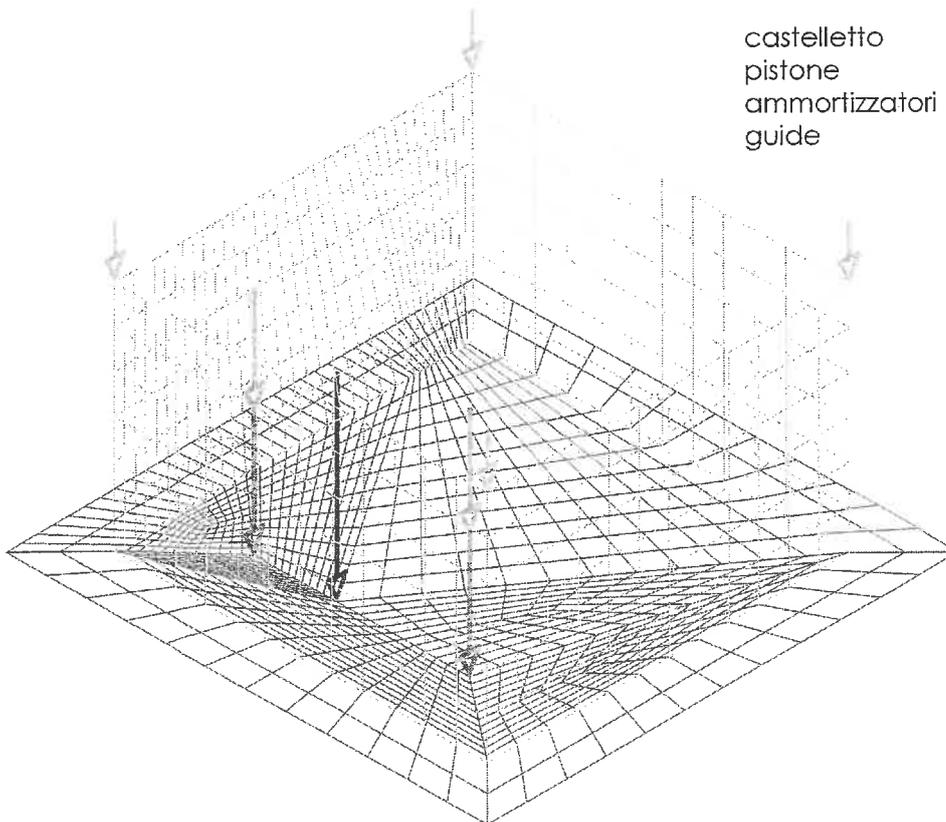
4M Engineering s.r.l.

Modello di calcolo



Azioni di calcolo:

- castelletto 
- pistone 
- ammortizzatori 
- guide 





4M Engineering s.r.l.

---

## 4 METODOLOGIA E MODELLAZIONE ASSUNTA NEL CALCOLO.

### 4.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA.

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale di tipo SAP fornito con il pacchetto.

Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi, e crea il file dati di input ai solutori; il solutore agli elementi finiti; un post processore che, a soluzione avvenuta, elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

#### 4.1.1 PRE-PROCESSORE: (INPUT).

È prevista una doppia possibilità di input: la geometria strutturale del manufatto (solai, pareti in c.a. ed in muratura, pilastri, travi, scale, plinti, piastre, pali e vincoli esterni) ed i carichi su di esso agenti (distribuiti su superfici, lungo linee o concentrati) possono essere introdotti da 'disegno' o da 'tastiera'.

Nel primo caso, disegnando le piante delle carpenterie di piano utilizzando AutoCAD, AutoCAD LT o IntelliCAD e la barra degli strumenti associata, il programma è in grado, con la sola lettura del file di disegno, di generare il modello matematico della struttura, sia geometrico che di carico, e scrivere i file di accesso al programma di calcolo prescelto. L'utente deve solo definire le piante statiche del manufatto, dopo adeguato predimensionamento degli elementi strutturali: le successive operazioni di individuazioni dei nodi, numerazione ed orientamento delle aste, formazione delle mesh di elementi shell per la



4M Engineering s.r.l.

---

schematizzazione delle pareti delle piastre e delle platee, creazione di piani rigidi o deformabili, individuazione di carichi e scrittura dei file per l'accesso al programma di calcolo vengono svolte completamente in automatico.

Nel secondo caso, invece, è possibile l'input da tastiera dei dati di geometria e carico. Non tutti gli elementi strutturali possono essere definiti attraverso tale metodo: esso è infatti progettato principalmente per essere utilizzato in operazioni di controllo e modifica dei dati al di fuori dell'ambiente di disegno.

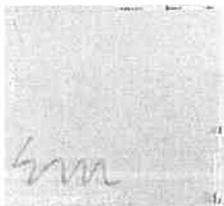
#### 4.1.2 SOLUTORE: (SOLVER).

È un programma per l'analisi numerica delle strutture condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti, che per la sua impostazione non è legato al programma SISMICAD, e può essere utilizzato autonomamente. Esso consente di soddisfare diverse esigenze, ed in particolare:

- dotare il programma ad elementi finiti di un file di input facilmente interpretabile;
- eseguire un'accurato controllo della correttezza dei dati prima di passare alla fase di soluzione vera e propria;
- l'introduzione modulare di nuovi elementi finiti senza modificare l'impianto generale del programma;
- la sostituzione degli elementi finiti esistenti con altri la cui formulazione derivi dai progressi scientifici nel campo dell'analisi numerica delle strutture;
- offrire le tecniche di soluzione e le formulazioni più aggiornate nel campo dell'analisi numerica;
- accogliere le prescrizioni di calcolo dettate dalla normativa vigente;
- costituire la base di un programma per la ricerca scientifica nel campo dell'analisi numerica.

Il programma SOLVER è inoltre dotato delle seguenti caratteristiche:

- analisi statica;
- analisi dinamica lineare e risposta allo spettro;
- analisi statica non lineare;
- analisi P-Delta;
- generazione di nodi su linee, su superfici spaziali e in domini tridimensionali;
- una varietà di vincoli esterni e mutui;
- un'ampia biblioteca di elementi finiti che include molle, travi, bielle, molle orientate, lastre, piastre, gusci e solidi tridimensionali;
- assegnazione dei dati in formato libero attraverso codici alfanumerici;
- accurato check in fase di lettura dati e in fase di elaborazione;
- grande capacità di soluzione legata solo alla memoria hardware posseduta dall'utente;
- algoritmi di soluzione stabili ed efficienti.



4M Engineering s.r.l.

---

#### 4.1.3 POST-PROCESSORE: (OUTPUT).

SISMICAD preleva i dati di sollecitazioni e spostamenti dai file prodotti dal solutore e crea propri database anche in formato ASCII, contenuti nella sottodirectory Dati-Data della directory di lavoro aventi estensione '.st'.

Per le strutture in c.a. SISMICAD prevede la possibilità di progettazione automatica di travi, pilastri e plinti sia superficiali che su pali. SISMICAD comprende, inoltre, procedure CAD per cemento armato che permettono di utilizzare lo strumento di puntamento per scegliere o correggere, con facilità e rapidità, forma e dimensione di tutte le armature metalliche dell'edificio. Le operazioni di dimensionamento o correzione delle armature di travi, pilastri, plinti, piastre, pali e pareti sono caratterizzate dalla possibilità di un continuo e totale controllo della situazione tensionale dell'elemento strutturale che si sta analizzando. Per le travi viene riportato a video l'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni agenti a cui sono sovrapposti quelli resistenti; è possibile conoscere in tempo reale le tensioni dei materiali in una qualsiasi sezione scelta. Per i pilastri vengono riportati i diagrammi delle tensioni massime del calcestruzzo e del ferro lungo le varie tese; per le piastre e le pareti è prevista la verifica locale. Per tutti gli elementi strutturali è prevista la creazione di file ASCII per la relazione di calcolo e per il computo metrico delle quantità. Di ogni elemento strutturale può essere prodotto un disegno esecutivo tramite la scrittura automatica di file di trasferimento (dxf). Sia i file di stampa che quelli di disegno vengono organizzati da procedure previste nel pacchetto per un loro agevole utilizzo.

#### 4.2 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione, nell'ordine, di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali



4M Engineering s.r.l.

---

e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano, con possibilità di collegamento inclinato a solai posti a quote diverse. Indipendentemente dal solutore utilizzato, i nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente, simulando in tal modo impalcati a rigidità finita.

I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad un nodo principale giacente nel piano dell'impalcato e coincidente generalmente con il baricentro delle masse; tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi verticali uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate, comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni eseguito dai solutori si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:



## 4M Engineering s.r.l.

---

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente; sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono suddivise in conci, nel numero minimo di 4, e i nodi vengono collegati al suolo da molle aventi rigidezza alla traslazione verticale ed a richiesta anche orizzontale;
- i plinti su suolo elastico costituiscono elementi puntiformi per la struttura rappresentati da molle aventi rigidezza alla traslazione verticale (ed a richiesta anche orizzontale) e rotazione intorno agli assi orizzontali di riferimento globali;
- i plinti su pali possono essere collegati ad aste su suolo elastico orizzontale e verticale che simulano la presenza del palo;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione, i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.
- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi menbranalni nelle zone di solaio.

Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, sia attraverso l'analisi statica che attraverso l'analisi modale con spettro di risposta, controllando, in accordo alle varie normative adottate, la percentuale delle masse eccitate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi, sono concentrate nel nodo principale di piano; altrimenti, vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso.

Nel caso di analisi sismica, vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

### **4.3 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO.**

Nel caso più generale, le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite in accordo al DM 9-1-1996, secondo Eurocodice 2, secondo ACI 318 o secondo NSR-98.

Le travi sono verificate a flessione retta e taglio; i pilastri, i pali ed i setti a pressoflessione deviata. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Per le verifiche delle



4M Engineering s.r.l.

---

platee (a flessione e punzonamento), è ammessa l'introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'Eurocodice, Appendice A.2.8.

Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica, distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare, il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume, per effetto dell'aderenza, una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile.

Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione.

#### **4.4 VERIFICA DELLE MEMBRATURE IN ACCIAIO.**

Le verifiche delle membrature in acciaio possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, Eurocodice 3 o secondo la normativa AISC (ASD o RLF). Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità. Queste ultime possono interessare superelementi, cioè membrature composte di più aste.

Le verifiche tengono conto della distinzione delle condizioni di carico in normali o eccezionali (I e II) previste dalle normative adottate.

#### **4.5 VERIFICHE DELLE MURATURE.**

Per le murature è prevista la verifica a schiacciamento eccentrico secondo il metodo delle tensioni ammissibili o agli stati limite, ai sensi del D.M. LL.PP 20-11-87 in caso di assenza di sisma. In presenza di sisma, le verifiche sono condotte sulla base della Circ. LL. PP. 30 luglio 1981 n.21745 e le direttive tecniche dei D.G.R. Umbria



4M Engineering s.r.l.

---

5180/98 e D.G.R. 2153/98 in attuazione L.61/98. In particolare, vengono svolte le verifiche a taglio, a ribaltamento ed a pressoflessione sia nel piano ortogonale che nel piano del maschio.

Vengono inoltre evidenziati i coefficienti richiesti dalla L.61/98.

La verifica a taglio viene condotta utilizzando un solutore POR per i maschi compresi tra due piani orizzontali dichiarati infinitamente rigidi in sede in input dei livelli. I carichi verticali si pensano centrati e le variazioni di sforzo normale dovute alle azioni sismiche sono prese in conto a scelta dell'utente. Nel caso si utilizzi un modello non lineare (ad esempio per la presenza di tiranti o di fondazioni non reagenti al sollevamento), i carichi verticali comprendono sempre anche il contributo delle azioni sismiche. Le azioni orizzontali prese in conto sono, per ogni piano, la somma delle forze sismiche agenti al di sopra del piano.

Ai fini della verifica POR, l'analisi del modello agli elementi finiti ha il solo scopo di determinare lo sforzo normale nei maschi murari. Gli effetti delle azioni orizzontali, infatti, vanno valutati con diverso solutore (POR). Ai maschi che non sono compresi tra piani rigidi, e quindi anche ai maschi che sostengono le falde, non può essere applicato un solutore POR. Per questi maschi le verifiche a taglio vengono eseguite, trascurando a favore di sicurezza il contributo della duttilità, a partire dai risultati dell'analisi elastica forniti dal modello ad elementi finiti. I carichi verticali sono pensati centrati. Sia nel caso lineare che nel non lineare, lo sforzo normale ed i tagli si ottengono, per ogni combinazione, sommando i contributi di tutte le condizioni di carico.

#### **4.6 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN LEGNO.**

Le verifiche delle aste in legno possono essere condotte con il metodo alle tensioni ammissibili nello spirito delle DIN 1052 o con il metodo agli stati limiti e secondo Eurocodice 5.



4M Engineering s.r.l.

---

#### 4.7 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE TRAVI AI PIANI E ALLE FALDE.

trave	numerazione della trave assegnata dal programma
asta sap	numerazione dell'asta nel solutore
filo	filo della sezione nella quale sono riportate le sollecitazioni
piano (falda)	piano (falda) della trave
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Tx	taglio nel piano orizzontale
Ty	taglio nel piano verticale
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse della trave
My	momento flettente nel piano ortogonale al precedente
Mt	momento torcente

#### 4.8 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE TRAVI TRA PIANI.

trave	numerazione della trave assegnata dal programma
asta sap	numerazione dell'asta nel solutore
filo	filo della sezione nella quale sono riportate le sollecitazioni
quota	quota della sezione nella quale sono riportate le sollecitazioni
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Ty	taglio nel piano verticale che contiene l'asse della trave
Tx	taglio nel piano ortogonale al precedente che contiene l'asse della trave
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse della trave
My	momento flettente nel piano ortogonale al precedente
Mt	momento torcente

#### 4.9 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DEI PILASTRI IN C.A..

pilastro	numerazione interna del programma
filo	filo del pilastro
asta sap	numerazione dell'asta nel solutore
quota	quota della sezione nella quale sono riportate le sollecitazioni
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Tx	taglio nella direzione dell'asse X generale
Ty	taglio nella direzione dell'asse Y generale
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y generale
My	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X generale
Mt	momento torcente

#### 4.10 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE COLONNE IN ACCIAIO.

colonna	numerazione interna del programma
filo	filo del pilastro
asta sap	numerazione dell'asta nel solutore



## 4M Engineering s.r.l.

---

quota	quota della sezione nella quale sono riportate le sollecitazioni
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Tx	taglio nella direzione dell'asse X locale
Ty	taglio nella direzione dell'asse Y locale
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y locale
My	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X locale
Mt	momento torcente

### 4.11 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE RETICOLARI.

retic.	numero della reticolare
filo	filo del pilastro
asta int.	numerazione dell'asta interna alla reticolare
asta sap	numerazione dell'asta nel solutore
nodo int.	numerazione del nodo interna alla reticolare
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Tx	taglio nella direzione dell'asse X locale
Ty	taglio nella direzione dell'asse Y locale
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y locale
My	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X locale
Mt	momento torcente

### 4.12 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. NELLE PARETI IN C.A..

inf.	sezione inferiore
sup.	sezione superiore
cond	condizione elementare di carico
N	sforzamento normale
Tx	taglio nella direzione dell'asse X generale
Ty	taglio nella direzione dell'asse Y generale
Tz	taglio nel piano ortogonale al precedente che contiene l'asse della trave
Mx	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse Y generale
My	momento flettente nel piano verticale che contiene l'asse X generale

### 4.13 SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE PARETI IN MURATURA.

Verifica a schiacciamento eccentrico

t	spessore del maschio
l	lunghezza del maschio
h	altezza del maschio
N	sforzamento normale
eb	eccentricità nel piano mediano del maschio
Fb	coefficiente di riduzione della resistenza per eccentricità nel piano mediano
dI	eccentricità dei maschi sovrastanti la sezione di verifica



Sede Legale: via ilioneo, 25 \_ 80124 \_ Napoli \_  
Sede Operativa: via antiniana, 2/a \_ 80078 \_ Pozzuoli\_Napoli \_  
P. Iva e C. F.: 05152711213 \_ CCIAA: 05152711213 \_ REA: 736565 \_  
mailto: info.4m @fastwebnet.it \_  
FAX: +39.081.1936.02.15 \_  
TEL: +39.081.570.56.95 / +39.081.762.56.95 \_

## 4M Engineering s.r.l.

---

es1	eccentricità dovuta alla posizione eccentrica dei maschi sovrastanti la sezione di verifica
d2	eccentricità delle reazioni di appoggio dei solai sovrastanti la sezione di verifica
es2	eccentricità dovuta alla risultante eccentrica delle reazioni di appoggio dei solai sovrastanti
ea	eccentricità dovuta a tolleranze di esecuzione
ev	eccentricità dovuta al vento
e ver	eccentricità di verifica nel piano normale al piano medio del maschio
F	coefficiente di riduzione della resistenza per eccentricità nel piano normale al mediano
A	area della sezione
s	tensione normale media di verifica $N/(F*F_b*A)$
samm	tensione base ammissibile a compressione



## 5 **NORMATIVA.**

Le strutture in esame ricadono in zona dichiarata sismica di quarta categoria.

Nella progettazione si sono tenute presenti le seguenti leggi e decreti:

- Legge 5.11.1971 n° 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2.2.1974 n° 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 3.3.1975 – Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per costruzioni in zona sismica.
- D.M. 26.3.1980 – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 7.3.1981 – Dichiarazione di zone sismiche nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia.
- D.M. 21.1.1981 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce per la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 2.7.1981, Circ. M. 30.7.1981 – Normativa per le riparazioni e il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia.
- D.M. 12.2.1982 – Aggiornamenti delle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- Legge Regionale 7.1.1983 n° 9 – Norme per l'esercizio delle funzioni in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.



## 4M Engineering s.r.l.

---

- D.M. 1.4.1983 – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 19.6.1984 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- D.M. 24.1.1986 – Nuove norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- C.N.R. 10025-84 – Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione col metodo semiprobabilistico agli stati limiti.
- D.M. 20.11.1987 Circ. M. 4.2.1989 n. 30787– Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- D.M. 11.3.1988 – Norme tecniche per terreni, pendii naturali e scarpate, opere di sostegno e fondazioni.
- D.M. 14.2.92 – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9.1.1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16.1.96, Circ. M. 4.7.2001 n. 156 e Circ. M. 10.9.1997 n. 65 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.



4M Engineering s.r.l.

## 6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.

Per le strutture in c.a. è previsto l'impiego di calcestruzzo di classe Rck 250 e di acciaio tipo FeB44k ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento.

Il materiale utilizzato per i micropali trivellati è l'acciaio FeB360.

Nei calcoli sono stati adottati i seguenti parametri:

- Calcestruzzo  
R<sub>bk</sub> 250  
 $\gamma = 2500$  kg m<sup>-3</sup>  
E = 285000 kg cm<sup>-2</sup>  
 $\nu = 0.10$   
 $\alpha = 0.000010$   
 $\sigma_{amm} = 85$  kg cm<sup>-2</sup>  
 $\tau_{c0} = 5.3$  kg cm<sup>-2</sup>  
 $\tau_{c1} = 16.8$  kg cm<sup>-2</sup>
  
- Acciaio per c.a.  
FeB44k  
 $\gamma = 7850$  kg m<sup>-3</sup>  
E = 2060000 kg cm<sup>-2</sup>  
 $\nu = 0.30$   
 $\alpha = 0.000012$   
 $\sigma_{amm} = 2600$  kg cm<sup>-2</sup>
  
- Acciaio per carpenteria metallica  
Fe360  
 $\gamma = 7850$  kg m<sup>-3</sup>  
E = 2060000 kg cm<sup>-2</sup>  
 $\nu = 0.30$   
 $\alpha = 0.000012$   
 $f_y = 2350$  kg cm<sup>-2</sup>  
 $f_u = 3600$  kg cm<sup>-2</sup>



Sede Legale: via illoneo, 25 - 80124 - Napoli -  
Sede Operativa: via antiniana, 2/a - 80078 - Pozzuoli - Napoli -  
P. Iva e C. F.: 05152711213 - CCIAA: 05152711213 - REA: 736565 -  
mailto: info.4m @fastwebnet.it -  
FAX: +39.081.1936.02.15 -  
TEL: +39.081.570.56.95 / +39.081.762.56.95 -

4M Engineering s.r.l.

---

## 7 VERIFICHE.

Nel tabulato di calcolo allegato alla presente relazione, sono riportate in dettaglio le verifiche dei vari elementi che compongono la struttura oggetto della presente relazione (piastre e setti). Dal stesso è inoltre possibile ricavare le sollecitazioni agenti alla testa dei micropali trivellati, che, come detto in precedenza, nel modello di calcolo adottato sono stati schematizzati a mezzo di vincoli. La verifica di questi ultimi è riportata nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente.



Sede Legale: via ilioneo, 25 - 80124 - Napoli  
Sede Operativa: via antiniana, 2/a - 80078 - Pozzuoli - Napoli  
P. Iva e C. F.: 05152711213 - CCIAA: 05152711213 - REA: 736565  
mailto: info.4m @fastwebnet.it  
FAX: +39.081.1936.02.15  
TEL: +39.081.570.56.95 / +39.081.762.56.95

4M Engineering s.r.l.

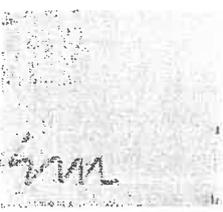
---

## 8 CONCLUSIONI.

Visti i risultati ottenuti dai calcoli effettuati, si evince che le strutture oggetto del presente progetto risultano verificate nel rispetto delle normative vigenti, ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 09.01.96 e del 16.01.96.



Dott. Arch. Angelo CHIARELLI



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO.</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA E MODELLAZIONE ASSUNTA NEL CALCOLO.</b> .....	<b>5</b>
4.1	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA. ....	5
4.1.1	Pre-processore: (input). ....	5
4.1.2	Solutore: (Solver).....	6
4.1.3	Post-Processore: (output). ....	7
4.2	SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI. ....	7
4.3	VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO. ....	9
4.4	VERIFICA DELLE MEMBRATURE IN ACCIAIO.....	10
4.5	VERIFICHE DELLE MURATURE. ....	10
4.6	VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN LEGNO. ....	11
4.7	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE TRAVI AI PIANI E ALLE FALDE. ....	12
4.8	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE TRAVI TRA PIANI. ....	12
4.9	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DEI PILASTRI IN C.A.. ....	12
4.10	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE COLONNE IN ACCIAIO.....	12
4.11	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE RETICOLARI.....	13
4.12	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. NELLE PARETI IN C.A.....	13
4.13	SIGNIFICATO DEI SIMBOLI NELL'OUTPUT DELLE SOLLEC. DELLE PARETI IN MURATURA.....	13
<b>5</b>	<b>NORMATIVA.</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.</b> .....	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICHE.</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.</b> .....	<b>19</b>
	<b>INDICE</b> .....	<b>20</b>