



PROGETTO  
STRUTTURE

RELAZIONE  
SULLE  
FONDAZIONI

AGGIORNAMENTO

N. DEL

**REALIZZAZIONE  
DI N. 1 BLOCCO  
DI LOCULI E OSSARI  
ALL'INTERNO  
DEL CIMITERO  
DI SANTA FIRMINA  
AD AREZZO**

COMMITTENTE

**AREZZO MULTISERVIZI SRL**  
VIA BRUNO BUOZZI, 1 - AREZZO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
SIG.RA ELENA GRAVERINI

PROGETTISTA INCARICATO

**ARCHITETTO PIETRO GIANI**



STUDIO DI ARCHITETTURA  
ARCHITETTI P. GIANI, P. RICCI, L. RICCI  
VIA MARGARITONE 15 - AREZZO  
TEL +39 0575 299706 - FAX +39 0575 299706  
e-mail: p.giani@awn.it  
Pec: pietro.giani@archiworldpec.it

COLLABORATORI

ARCHITETTO PAOLO RICCI  
ARCHITETTO LAURA RICCI

GEOLOGO

**DOTT.GEOL. FRANCO BULGARELLI**

## INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FONDALE.....	2
3. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI .....	5
3.1 VERIFICHE STRUTTURALI - PLATEA DI FONDAZIONE .....	5
3.2 VERIFICHE GEOTECNICHE - PLATEA DI FONDAZIONE.....	6

## 1. OGGETTO

Di seguito si riportano le verifiche geotecniche e strutturali del sistema fondale riguardante l'intervento di realizzazione di un nuovo blocco di loculi all'interno del Cimitero di Santa Firmina nel Comune di Arezzo (zona sismica 2).

La stratigrafia considerata per il calcolo della capacità resistente del terreno è stata modellata in coerenza con la relazione geologica - geotecnica redatta dal Dott. Geol. Franco Bulgarelli.

I calcoli e le verifiche sono stati eseguiti con l'ausilio del software di calcolo Modest 8.19.

## 2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FONDALE

Il sistema fondale adottato, e ritenuto più idoneo per la struttura in esame, è di fondazioni superficiali, composto da platea, come prevista al punto 6.4.2 delle NTC2018.

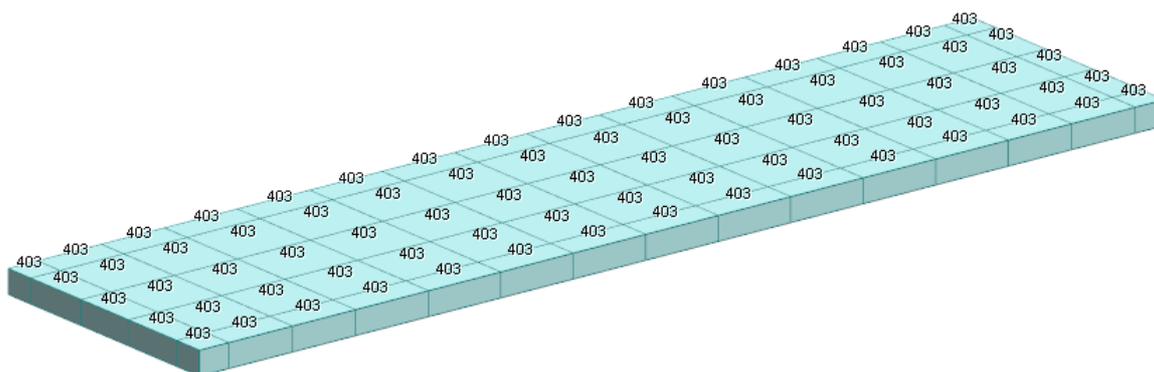
La quota a cui è prevista attestarsi la fondazione è circa 50-70 cm. rispetto al piano di campagna esterno al cimitero.

La platea ha uno spessore pari a 30 cm.

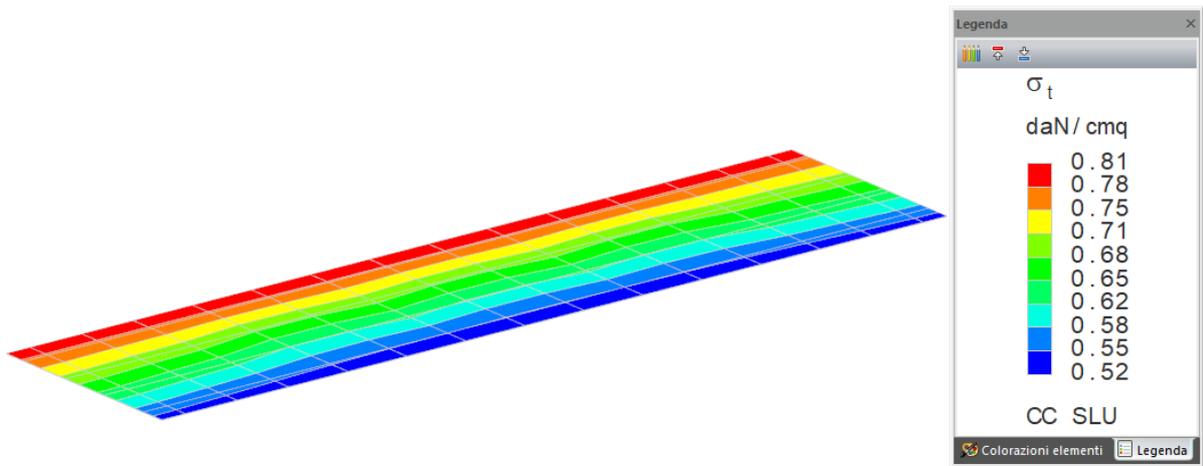
Il calcolo della portanza del terreno è stato eseguito tramite il software Modest 8.19 e il medesimo utilizzato per il calcolo della sovrastruttura.

La platea è considerata appoggiata su suolo elastico alla Winkler con costante di sottofondo ricavata dalla stratigrafia inserita nel software.

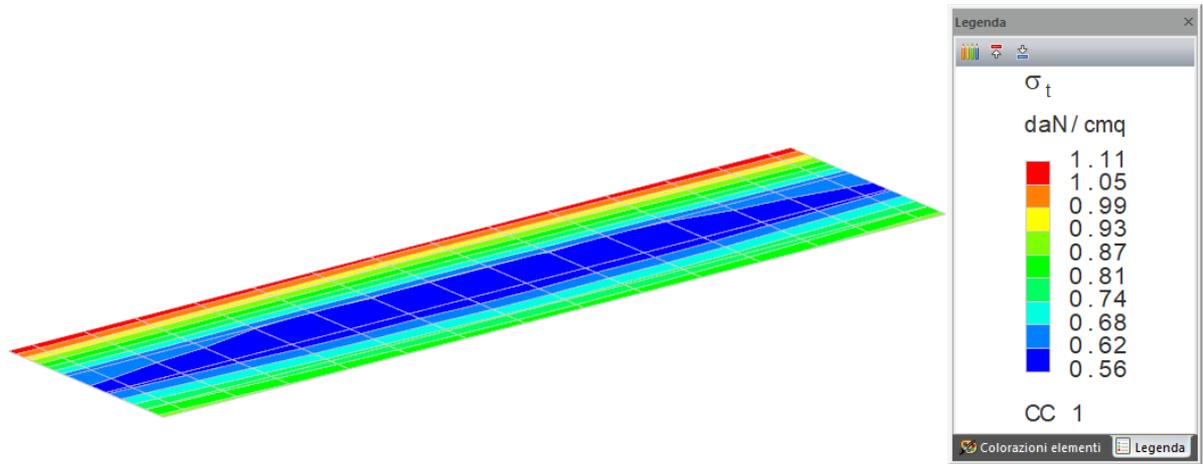
Si riporta di seguito le tensioni agenti sul terreno estrapolate dal Software Modest.



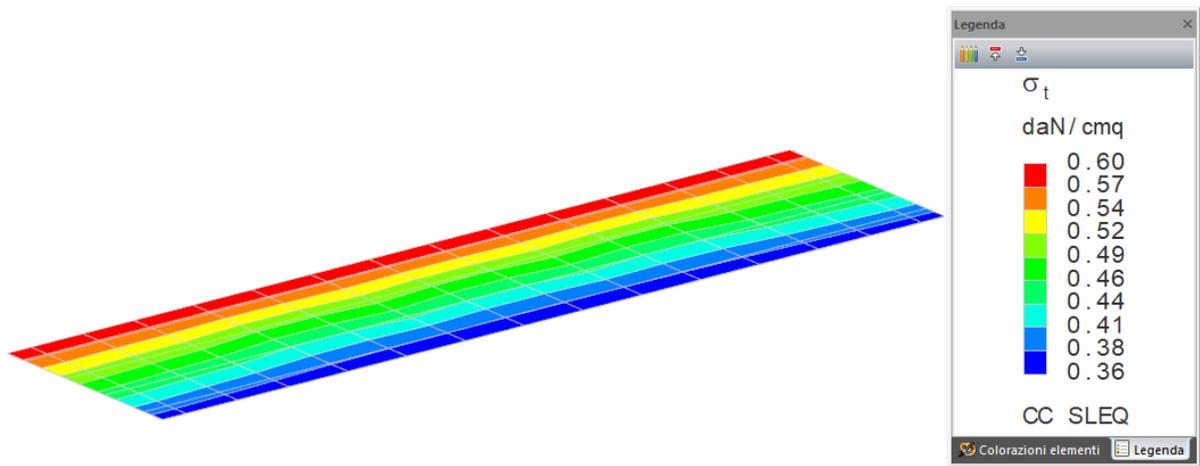
**Figura 1 - Modello 3D Platea di fondazione**



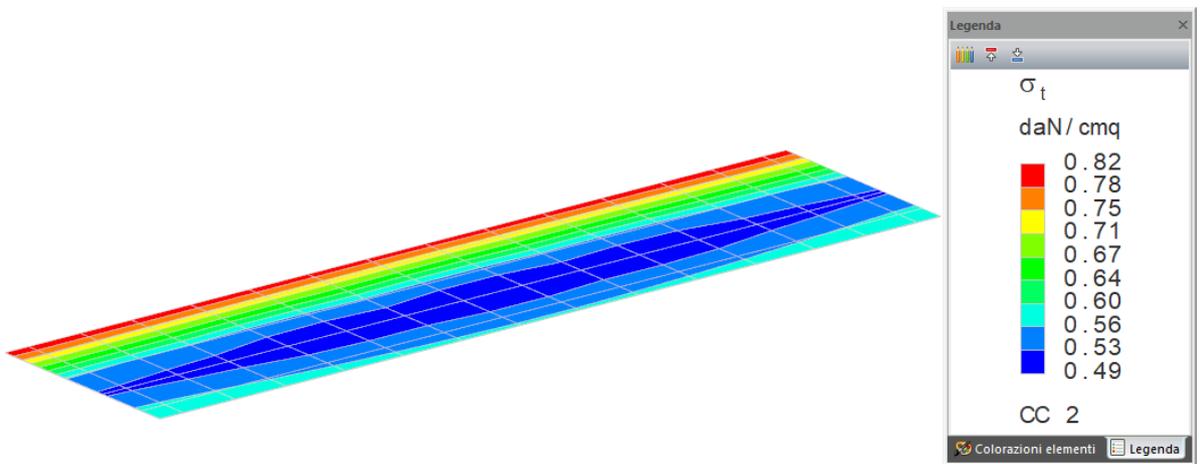
**Figura 2–Tensioni sul terreno - SLU (statico)**



**Figura 3 - Tensioni sul terreno – SND**



**Figura 4 - Tensioni sul terreno – SLE QP**



**Figura 4 - Tensioni sul terreno – SLD**

### 3. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Per il nuovo sistema fondale sono state svolte, tramite il software Modest 8.19, le verifiche di capacità portante del terreno e resistenza della platea.

La portanza del terreno è stata considerata sia in condizione non drenata, a breve termine, che in condizione drenata, a lungo termine, assumendo come parametri geotecnici quelli estrapolati dalla Relazione di geologica redatta dal Dott. Geol. Franco Bulgarelli.

La falda è stata assunta a profondità 1 m. dal piano campagna, in prossimità dell'imposta delle fondazioni.

Si riporta di seguito immagine del modello.

#### 3.1 VERIFICHE STRUTTURALI - PLATEA DI FONDAZIONE

##### Armatura platea

###### Simbologia

Nodo	= Numero del nodo
X	= Coordinata X del nodo
Y	= Coordinata Y del nodo
DV	= Direzione di verifica XX = Verifica per momento Mxx YY = Verifica per momento Myy
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC	= Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica) SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SLV = Stato limite di salvaguardia della vita SLC = Stato limite di prevenzione del collasso SLO = Stato limite di operatività SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
s <sub>rm</sub>	= Distanza media tra le fessure
Φ	= Diametro della barra
A <sub>s</sub>	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A <sub>c eff</sub>	= Area di calcestruzzo efficace
σ <sub>s</sub>	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
σ <sub>sr</sub>	= Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
ε <sub>sm</sub>	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	= Apertura delle fessure
AfE S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
AfE St.	= Area di ferro effettiva della staffatura
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vrdu	= Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
Sic.T	= Sicurezza a rottura per taglio
Mom	= Momento flettente
σ <sub>c</sub>	= Tensione nel calcestruzzo
σ <sub>f</sub>	= Tensione nel ferro
Spess.	= Spessore
Cf sup	= Copriferro superiore
Cf inf	= Copriferro inferiore

Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
 Tp = Tipo di acciaio  
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Spess. <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
30.00	3.00	3.00	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
-266	1.73	3.75	XX	9	SLU	5.65	5.65	-446.25	-5875.27	13.166
-286	-0.40	2.76	XX	9	SLU	5.65	5.65	341.70	5875.27	17.194
-79	0.89	7.75	YY	9	SLU	5.65	5.65	346.69	5875.27	16.947
-265	1.73	2.76	YY	9	SLU	5.65	5.65	-322.48	-5875.27	18.219

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
-265	1.73	2.76	XX	5	SND	5.65	5.65	-348.11	-5508.18	15.823
-286	-0.40	2.76	XX	1	SND	5.65	5.65	419.19	5508.18	13.140
-307	0.00	-0.40	YY	1	SND	5.65	5.65	303.91	5508.18	18.124
-265	1.73	2.76	YY	1	SND	5.65	5.65	-280.96	-5508.18	19.605

**Stato limite ultimo - Verifica a taglio del calcestruzzo**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfE St. <cmq/m>	Vsdu <daN>	VRcd <daN>	VRsd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T
-286	-0.40	2.76	XX	9	SLU	5.65	5.65		1576.44			11968.30	7.59
-286	-0.40	2.76	XX	1	SND	5.65	5.65		2037.91			11968.30	5.87
-264	0.89	3.75	YY	9	SLU	5.65	5.65		1331.97			11968.30	8.99
-307	0.00	-0.40	YY	1	SND	5.65	5.65		1562.71			11968.30	7.66

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	Mom <daNm>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
-266	1.73	3.75	XX	10	SLE R	5.65	5.65	-324.21	4.04	229.49
-266	1.73	3.75	XX	12	SLE Q	5.65	5.65	-314.72	3.92	222.77
-286	-0.40	2.76	XX	10	SLE R	5.65	5.65	250.02	3.11	176.97
-286	-0.40	2.76	XX	12	SLE Q	5.65	5.65	247.90	3.09	175.47
-79	0.89	7.75	YY	10	SLE R	5.65	5.65	247.90	3.09	175.47
-79	0.89	7.75	YY	12	SLE Q	5.65	5.65	245.04	3.05	173.45
-265	1.73	2.76	YY	10	SLE R	5.65	5.65	-233.18	2.90	165.06
-265	1.73	2.76	YY	12	SLE Q	5.65	5.65	-226.26	2.82	160.16

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
-266	1.73	3.75	XX	12	SLE Q	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	222.77	3570.22	0.04	0.01
-266	1.73	3.75	XX	11	SLE F	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	224.12	3570.22	0.04	0.01
-286	-0.40	2.76	XX	12	SLE Q	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	175.47	3570.22	0.03	0.01
-286	-0.40	2.76	XX	11	SLE F	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	175.78	3570.22	0.03	0.01
-79	0.89	7.75	YY	12	SLE Q	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	173.45	3570.22	0.03	0.01
-79	0.89	7.75	YY	11	SLE F	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	173.85	3570.22	0.03	0.01
-265	1.73	2.76	YY	12	SLE Q	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	160.16	3570.22	0.03	0.01
-265	1.73	2.76	YY	11	SLE F	24.00	168.00	0.16	185.48	12.00	1.13	157.67	161.14	3570.22	0.03	0.01

### 3.2 VERIFICHE GEOTECNICHE - PLATEA DI FONDAZIONE

Le verifiche geotecniche sono riportate nel fascicolo dei calcoli allegato.

Il tecnico incaricato  
Arch. Pietro Giani