

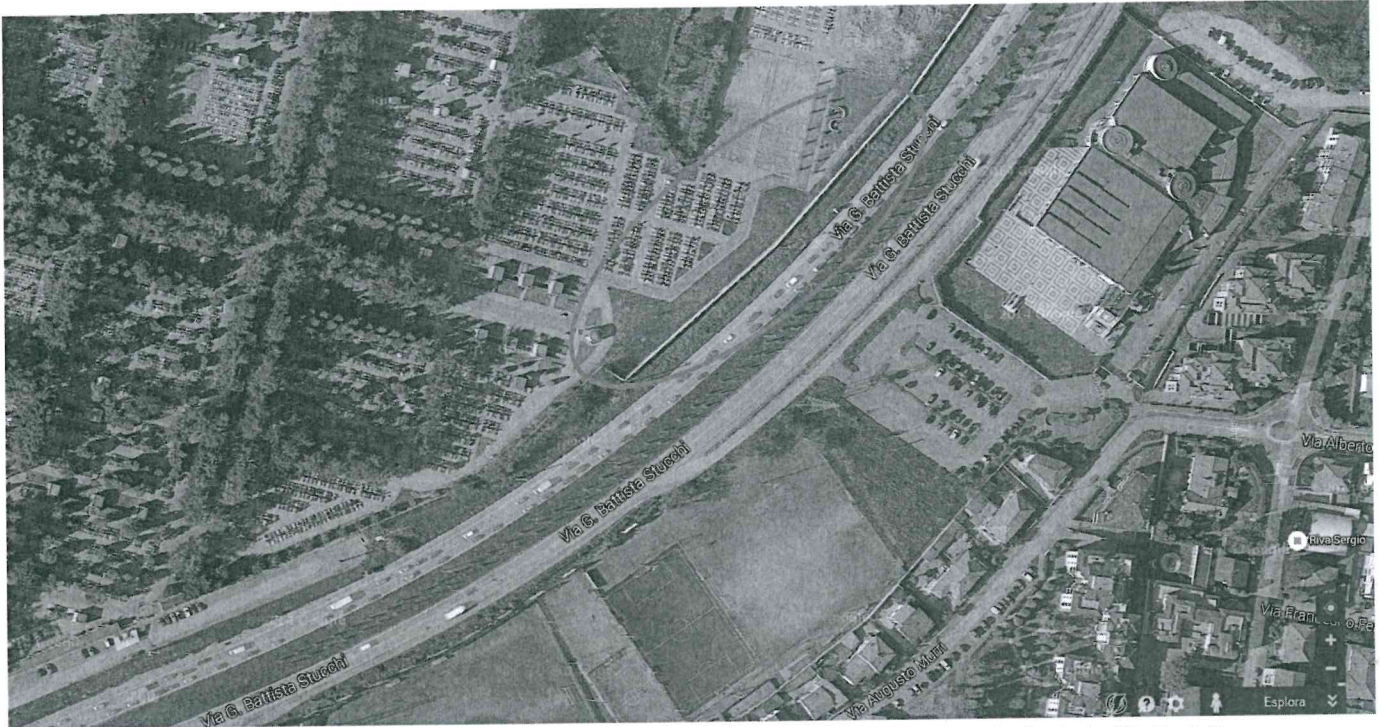


COMUNE DI MONZA

ASSESSORATO LL.PP.

Settore Attuazione Piano dei Servizi, Manutenzione Edifici e impianti sportivi

Servizio Progetti Speciali



PROGRAMMA TRIENNALE OO.PP. 2016/2018

ELENCO ANNUALE 2016

CODICE CUP B57H15000460004 - CIG 68731216DF

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GRAFICI E RELAZIONE DI CALCOLO OPERE
STRUTTURALI

**REALIZZAZIONE EDICOLE DI FAMIGLIA E
COLOMBARI DI FASCIA (1° lotto)**

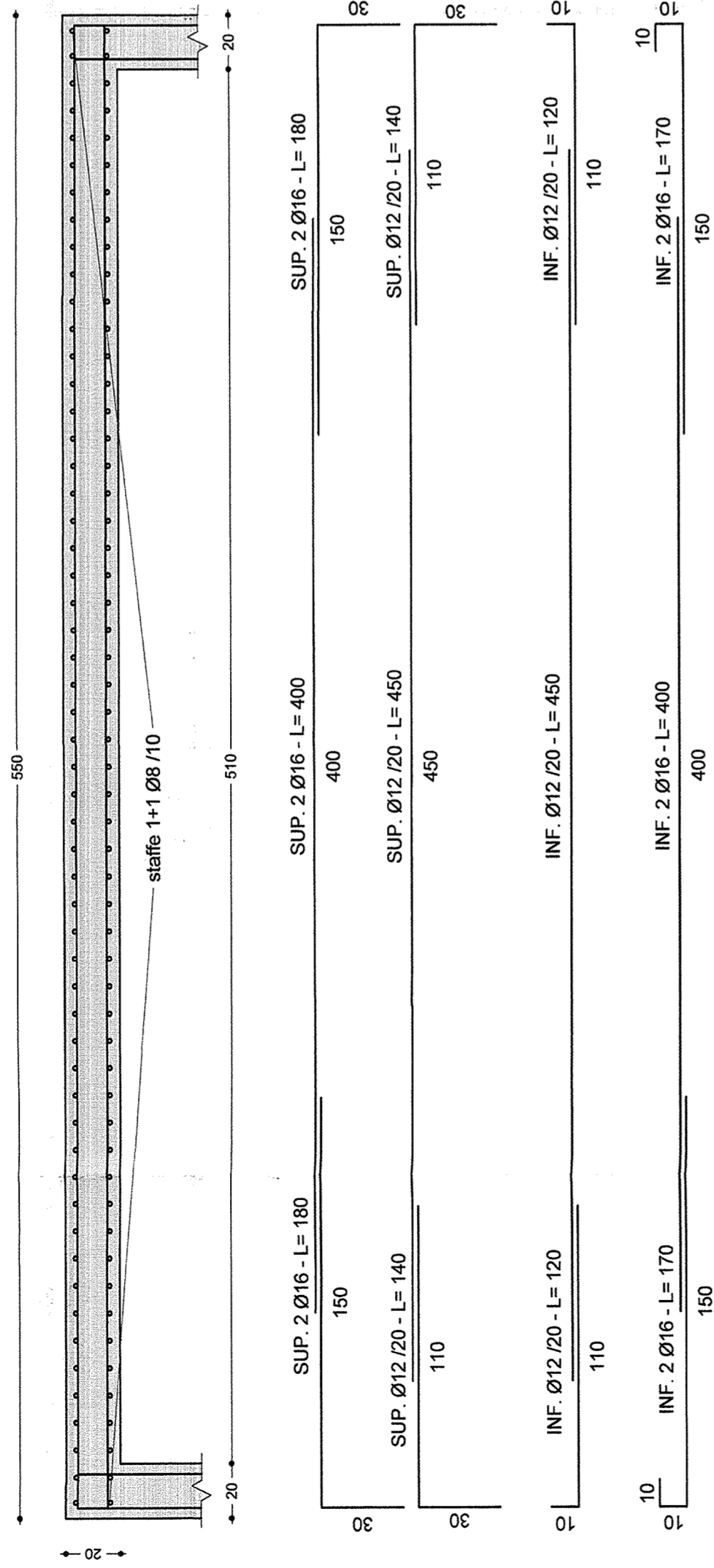
Il Progettista e D.L.
Arch. Daniele L. Lattuada

Il Responsabile del
Procedimento
Arch. Bruno G. Lattuada

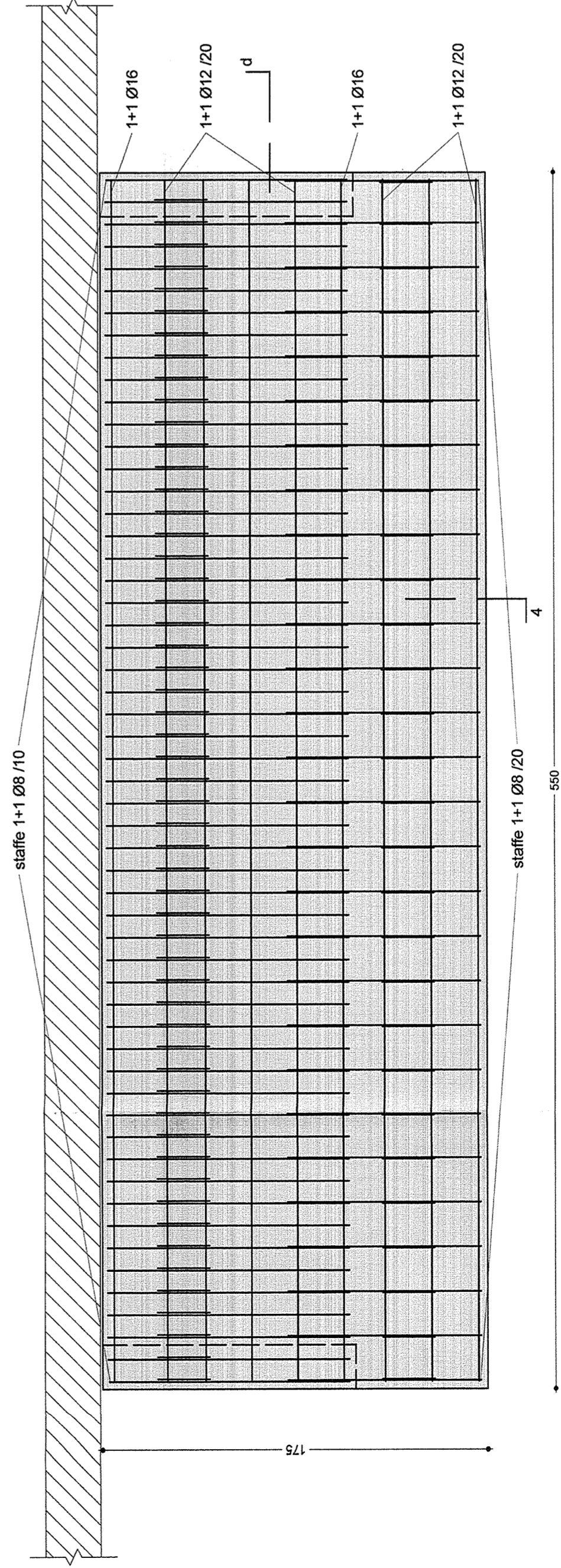
Data
Novembre 2016

COPERTURA
- spessore 20 cm -

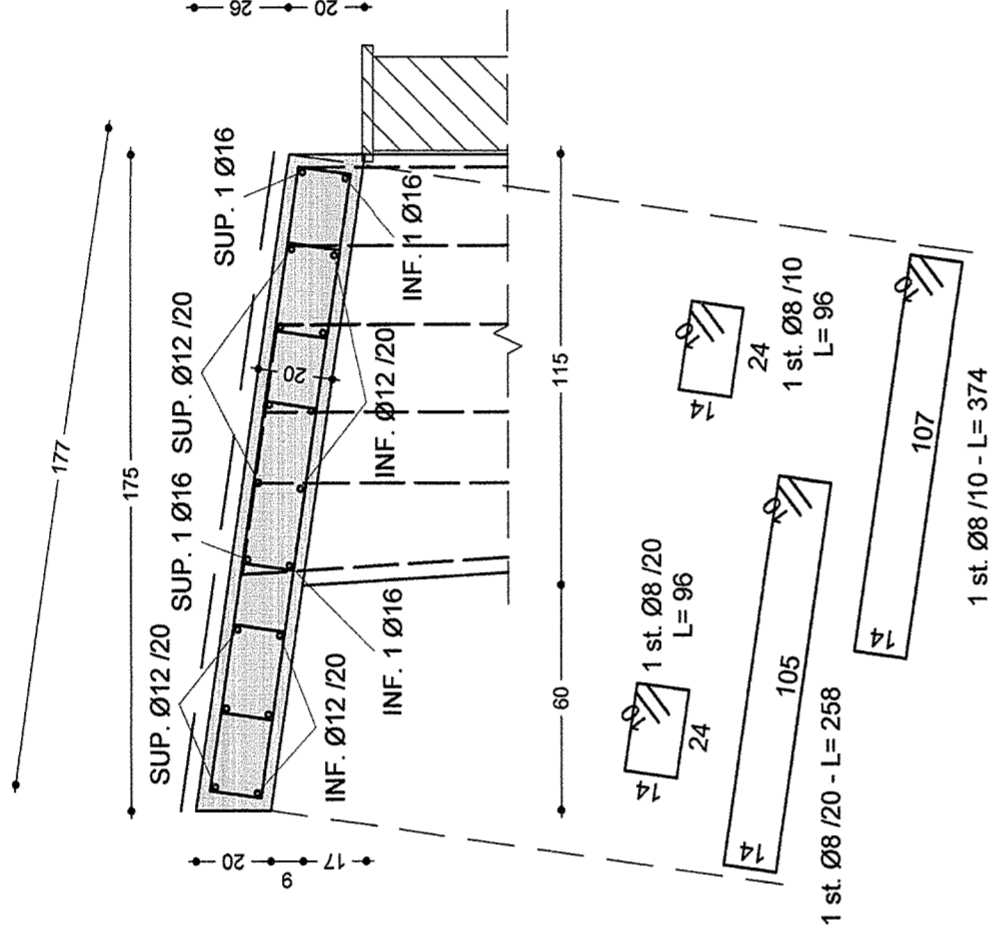
Sez .d-d



Pianta



Sez. 4-4



ATTENZIONE:
Interporre giunto di dilatazione
(spessore 1 cm) tra muro di cinta
esistente e solaio di progetto

MATERIALI:
C.I.s. C30/37
Classe cemento: R32.5N
A/c: 0.5
Contenuto min cemento: 300 Kg/mc
Dmax aggregati: 32 mm
Classe consistenza: S4
Acciaio B 450C controllato in stabilimento

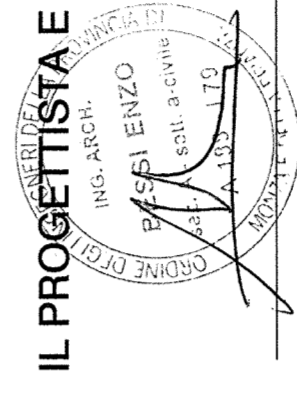
AGGIORNAMENTO

DATA

IL PROGETTISTA E D.L.

IL COMMITTENTE

L'IMPRESA



[Signature]



Studio Bessi

Ing. Arch. Enzo Bessi - Arch. Franco Bessi

PROGETTO
742

20900 MONZA (MB) - Via Biancamano, 14
Tel: 039 2326004 - Fax: 039 9716731
e.mail: studiobessi@libero.it

PROGETTISTA
E D.L.

Ing. Arch. Enzo Bessi

TAVOLA

03

COMMITTENTE

Comune di Monza

LAVORO

Realizzazione di cappelle di famiglia e loculi di fascia
Cimitero urbano di Monza

OGGETTO

Progetto strutturale - Progetto esecutivo
Particolari costruttivi copertura

SCALA

1:20

DATA

DIC 2016

ci riserviamo la proprietà di questo disegno con divieto di riproduzione e di renderlo noto a terzi senza autorizzazione

COMMITTENTE: Comune di Monza

OGGETTO: Realizzazione di loculi di fascia
Cimitero urbano di Monza

RELAZIONE DI CALCOLO

Monza, Dicembre 2016

STUDIO ASSOCIATO BESSI



Ing. Arch. Enzo Bessi
Arch. Franco Bessi

20900 MONZA (MB) - VIA BIANCAMANO N° 14
TEL: 039.2326004 - FAX: 039.9716731
E-MAIL: studiobessi@libero.it
CF - P.IVA: 06990660968

Arch. Bruno Giordano Lattuada

IL R.U.P.


Sommario

1.	Premessa.....	3
2.	Normativa di riferimento	3
3.	Materiali.....	3
4.	Modellazione	4
5.	Stati limite e Analisi dei carichi	5
6.	Verifiche degli elementi strutturali.....	11
	6.1 Verifica sbalzo soletta superiore.....	11
	6.2 Verifica soletta superiore.....	13
	6.3 Verifica pareti	16
	6.4 Verifica trave di fondazione	20
	6.5 Verifica pressioni sul terreno.....	22
7.	Conclusioni.....	23

1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il calcolo delle strutture di un'edicola di fascia da ubicarsi presso il Cimitero Urbano di Monza in adiacenza al muro di cinta lato Via Stucchi.

L'edicola si configura sostanzialmente come una tettoia in calcestruzzo armato con dimensioni in pianta pari a 175 cm x 550 cm, retta da due pareti in calcestruzzo armato di spessore pari a 20 cm, rastremate dall'alto verso il basso ($L_{sup} = 115$ cm, $L_{inf} = 93$ cm), con altezza netta variabile da 269 cm a 299 cm.

La fondazione della struttura è costituita da un blocco in calcestruzzo con dimensioni in sezione pari a 94 cm x h=36 cm e sviluppo pari a 550 cm, solidarizzato alla fondazione del muro di sostegno esistente mediante spinottature costituite da barre Ø12/20 cm.

La fondazione nel suo intero è pertanto assimilabile ad una trave con dimensioni in sezione pari a 119 cm x h=76 cm, e sviluppo pari a 550 cm.

L'altezza della struttura, misurata fra l'estradosso della soletta di copertura e il piano di calpestio in autobloccanti di progetto sarà costante e pari a 320 cm.

2. Normativa di riferimento

DPR 380/2001 e s.m.i.	Testo unico per l'edilizia
D.M. 14/01/2008	Norme tecniche per le costruzioni ¹
Circolare 617 del 02/02/2009	Istruzioni per l'applicazione delle NTC 14/01/08 ²

3. Materiali

Calcestruzzo armato (opere in progetto)

classe	C30/37	
R_{ck}	37	N/mm ²
f_{ck}	300	N/mm ²
g_c	1,5	
f_{cd}	17,40	N/mm ²
E_{cm}	33019,4	N/mm ²
$E_{cm, fessurato}$	16509,7	N/mm ²
ϵ_{c2}	2	%
ϵ_{cu}	3,5	%

1 Di seguito abbreviato con "NTC"
2 Di seguito abbreviato con "Circolare"

Acciaio (opere in progetto)	B450 C	
f_{yk}	4500	daN/cm ²
f_{tk}	5400	daN/cm ²
g_s	1,15	
f_{yd}	3913	daN/cm ²
E_s	2100000	daN/cm ²

La struttura è stata modellata come un telaio bidimensionale composto da aste monodimensionali, incastrate fra loro e con vincolo di incastro a terra (cfr. fig. seguente).

La fondazione è stata calcolata come una trave rovescia, vincolata in corrispondenza delle pareti verticali, soggetta al proprio peso, ai carichi portati e alla reazione del terreno. Quest'ultima è stata determinata mediando in corrispondenza dell'asse della fondazione i valori di pressione ottenuti come reazione dei carichi derivanti dalle strutture in elevazione.

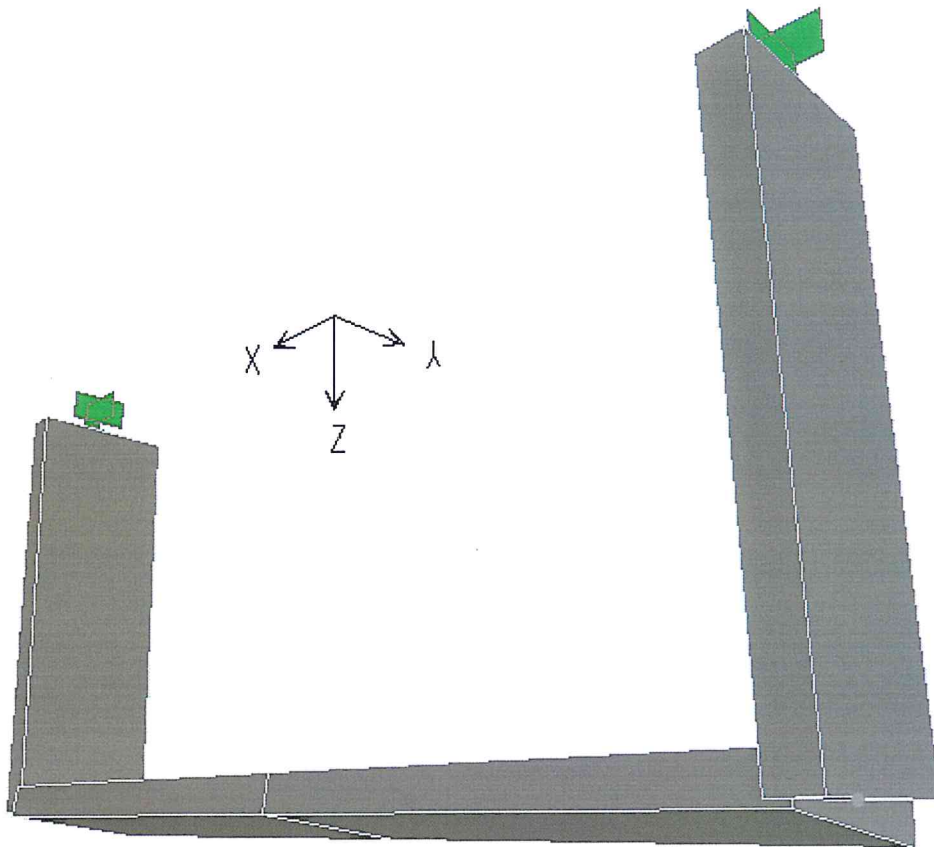


Fig. 1 – Modellazione telaio bidimensionale

5. Stati limite e Analisi dei carichi

SLU

Secondo il DM 14/01/08 si considera la seguente Combinazione fondamentale agli Stati Limite Ultimi:

$$E_d = g_{1i} \cdot G_1 + g_{2i} \cdot G_2 + g_{3i} \cdot Q_{k1} + g_{4i} \cdot Q_{k2} + g_{5i} \cdot Q_{k3}$$

Combinazione	g_{1i}	g_{2i}	g_{3i}	g_{4i}	g_{5i}
SLU - STR	1,3/1,0	1,5/1,0	1,0	1,0	1,0
SLU - GEO	1,0	1,0	1,3/1,0	1,5/1,0	1,0
SLU - EQU	0,9	0,9	1,5/1,0	1,5/1,0	1,0
SISMICA	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0

dove:

G_1 valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali (pesi propri);
 g_{1i} coefficiente moltiplicativo per le azioni permanenti;

G_2 valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali (pesi portati);

g_{2i} coefficiente moltiplicativo per le azioni permanenti non strutturali;

Q_{k1} valore caratteristico delle azioni accidentali di base;

g_{3i} coefficiente moltiplicativo per le azioni accidentali;

Q_{k2} valore caratteristico delle azioni accidentali non di base;

γ_2 coefficiente che tiene in conto della non contemporaneità della massime azioni accidentali (assume valore differente a seconda dell'azione accidentale non di base considerata).

Le combinazioni di carico considerate sono riportate di seguito.

SLU STRU	SLU GEO	SLU GEO
C1 _S : $E_{d,C1S} = 1,3 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Neve})$ C2 _S : $E_{d,C2S} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Vento x})$ C3 _S : $E_{d,C3S} = 1,3 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Vento x})$ C4 _S : $E_{d,C4S} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Vento y})$ C5 _S : $E_{d,C5S} = 1,3 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Vento y})$	C1 _G : $E_{d,C1G} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,3 \cdot (\text{Neve})$ C2 _G : $E_{d,C2G} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,3 \cdot (\text{Vento x})$ C3 _G : $E_{d,C3G} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,3 \cdot (\text{Vento y})$	C1 _E : $E_{d,C1E} = 0,9 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,5 \cdot (\text{Neve})$ C2 _E : $E_{d,C2E} = 0,9 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,3 \cdot (\text{Vento x})$ C3 _E : $E_{d,C3E} = 0,9 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,3 \cdot (\text{Vento y})$

SLE	
SISMICA	$C1_{SLV_X+0,3Y}: E_{d,C1SLV} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Sisma } SLV_{X+0,3Y})$ $C2_{SLV_Y+0,3X}: E_{d,C2SLV} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Sisma } SLV_{Y+0,3X})$
SLE RARA	$C1_R: E_{d,C1R} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Neve})$ $C2_R: E_{d,C1R} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Vento } X)$ $C2_R: E_{d,C1R} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Vento } Y)$
SLE QP	$C1_{QP}: E_{d,C1QP} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti})$
SISMICA	$C1_{SLD_X+0,3Y}: E_{d,C1SLD} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Sisma } SLD_{X+0,3Y})$ $C2_{SLD_Y+0,3X}: E_{d,C2SLD} = 1,0 \cdot (\text{Permanenti}) + 1,0 \cdot (\text{Sisma } SLD_{Y+0,3X})$

Carichi permanenti

Loculo laterale a 3 nicchie	3765,0	dan
Lastra marmo 240cmxh80cmxsp.3 cm	155,5	dan
Tot.	4235,0	dan/cad
Peso tettoia	5062,2	dan
Peso singolo setto	1400,0	dan
Peso a metro paramento verticale muro di cinta	1718,8	dan/m
Peso totale su 5,50 m	9453,1	dan

Carichi variabili

Variabili copertura (neve)	120,0	dan/mq
Variabili solaio	0,0	dan/mq

Variabile vento :

su singolo setto laterale	$c_p = +1,2$	224,1	dan
su insieme loculi (490 cm x h=245 cm)	$c_p = +0,8$	640,6	dan
su muro di cinta con loculi	$c_p = +0,4$	388,9	dan
Su muro di cinta senza loculi	$c_p = +1,2$	1166,6	dan
su spessore di tettoia	$c_p = +1,4$	20,5	dan/m
su tettoia sommitale (vento perp. a colmo)	$c_p = -1,2$	-779,2	dan
su tettoia sommitale (vento par. a colmo)	$c_p = -0,4$	-259,7	dan
su tettoia sommitale (azione tangenziale)	$c_p = +0,1$	64,9	dan

Parametri sismici

SLU - STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA - Direzione x

STRUTTURA REGOLARE IN ALTEZZA		CATEGORIA SOTTOSUOLO		CATEGORIA TOPOGRAFICA	
SI	D	T1			
ag	0,055	g	Accelerazione max allo SLV per il sito considerato	s	Periodo stimato
T	0,298	s			
F0	2,625				
Tc*	0,280	s			
Cc	2,362				
Tb	0,220	s			
Tc	0,661	s			
Td	1,820	s			
T	>		$2.5 \cdot T_c =$	1,653	s
h _{sito}	156,000	m	Quota sito (s.l.m.)		
H _{max}	156,000	m	Quota massima del rilievo topografico (s.l.m.)		
H _{min}	156,000	m	Quota minima del rilievo topografico (s.l.m.)		
h	0,000	m			
H	0,000	m			
h/H	1,0000				
Sisma direzione x					
q0	1,500		Fattore di duttilità della struttura		
K _R	1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura		
q	1,5				
h	0,667		Fattore riduttivo		
S _S	1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo		
St	1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche		
S	1,800				
Sd(T)	0,173	g	Accelerazione spettrale orizzontale		
l	0,85		Moltiplicatore		
Sisma direzione y					
q0	3,000		Fattore di duttilità della struttura		
K _R	1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura		
q	3,0				
h	0,333		Fattore riduttivo		
S _S	1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo		
St	1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche		
S	1,800				
Sd(T)	0,087	g	Accelerazione spettrale orizzontale		
l	0,85		Moltiplicatore		

SLE - STATO LIMITE DI CONTENIMENTO DEL DANNO

STRUTTURA REGOLARE IN ALTEZZA		CATEGORIA SOTTOSUOLO		CATEGORIA TOPOGRAFICA	
SI	D	T1			
ag	g	g	0,025	s	Accelerazione max allo SLV per il sito considerato
T	s	s	0,298	s	Periodo stimato
F ₀			2,551		
Tc*	s	s	0,193		
Cc			2,844		
T _B	s	s	0,183		
T _C	s	s	0,549		
T _D	s	s	1,700		
					$2,5 \cdot T_C = 1,372$ s
h _{stio}	m	m	156,000		Quota sito (s.l.m.)
H _{max}	m	m	156,000		Quota massima del rilievo topografico (s.l.m.)
H _{min}	m	m	156,000		Quota minima del rilievo topografico (s.l.m.)
h	m	m	0,000		
H	m	m	0,000		
h/H			1,0000		
Sisma direzione x					
q ₀			1,500		Fattore di duttilità della struttura
K _R			1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura
q			1,5		
h			0,667		Fattore riduttivo
S _S			1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo
S _T			1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche
S			1,800		
Sd(T)			0,077		Accelerazione spettrale orizzontale
l			0,85		Moltiplicatore
Sisma direzione y					
q ₀			3,000		Fattore di duttilità della struttura
K _R			1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura
q			3,0		
h			0,333		Fattore riduttivo
S _S			1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo
S _T			1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche
S			1,800		
Sd(T)			0,038		Accelerazione spettrale orizzontale
l			0,85		Moltiplicatore

Per quanto riguarda i loculi e il muro di cinta esistente si ha quanto riportato di seguito.

SLU - STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA – Direzione x

STRUTTURA REGOLARE IN ALTEZZA SI		CATEGORIA SOTTOSUOLO D		CATEGORIA TOPOGRAFICA T1	
ag	0,055	g	Accelerazione max allo SLV per il sito considerato	s	Periodo stimato
T	0,098	s		s	
F ₀	2,625				
Tc*	0,280	s			
Cc	2,362				
Tb	0,220	s			
Tc	0,661	s			
Td	1,820	s			
$T > 2.5 \cdot T_c = 1,653 \text{ s}$					
h _{site}	156,000	m	Quota sito (s.l.m.)		
H _{max}	156,000	m	Quota massima del rilievo topografico (s.l.m.)		
H _{min}	156,000	m	Quota minima del rilievo topografico (s.l.m.)		
h	0,000	m			
H	0,000	m			
h/H	1,0000				
Sisma direzione x/y					
q ₀	1,000		Fattore di duttilità della struttura		
K _R	1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura		
q	1,0				
h	1,000		Fattore riduttivo		
S _S	1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo		
S _T	1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche		
S	1,800				
Sd(T)	0,170	g	Accelerazione spettrale orizzontale		
l	0,85		Moltiplicatore		

SLE - STATO LIMITE DI CONTENIMENTO DEL DANNO

STRUTTURA REGOLARE IN ALTEZZA SI		CATEGORIA SOTTOSUOLO D		CATEGORIA TOPOGRAFICA T1	
ag	0,025	g	Accelerazione max allo SLV per il sito considerato	s	Periodo stimato
T	0,098	s		s	
F ₀	2,551				
Tc*	0,193	s			
Cc	2,844				
Tb	0,183	s			
Tc	0,549	s			
Td	1,700	s			

h_{sito}	156,000	m	Quota sito (s.l.m.)
H_{max}	156,000	m	Quota massima del rilievo topografico (s.l.m.)
H_{min}	156,000	m	Quota minima del rilievo topografico (s.l.m.)
h	0,000	m	
H	0,000	m	
h/H	1,0000		
Sisma direzione x/y			
q_0	1,000		Fattore di duttilità della struttura
K_R	1,0		Fattore dipendente dalla regolarità in altezza della struttura
q	1,0		
h	1,000		Fattore riduttivo
S_S	1,800		Fattore dipendente dalla categoria di sottosuolo
S_T	1,000		Fattore che tiene in conto delle condizioni topografiche
S	1,800		
$S_d(T)$	0,082	g	Accelerazione spettrale orizzontale
I	0,85		Moltiplicatore
$2.5 \cdot T_c = 1,372 \text{ s}$			
T	>		

Di seguito sono riportate le azioni sismiche applicabili per le direzioni x/y e per gli SLV e SLD.

Azioni sismiche in direzione x

$F_{x,1}$	969,3	dAN	
$M_{z,1}$	307,6	dANm	p. to di applicazione: baricentro soletta fittizia
$M_{y,1}$	43,7	dANm	
$F_{x,2}$	669,0	dAN	p. to di applicazione: baricentro loculi
$F_{x,3}$	0,0	dAN	p. to di applicazione: baricentro muro di cinta

SLD

$F_{x,1}$	329,3	dAN	
$M_{z,1}$	135,9	dANm	p. to di applicazione: baricentro soletta fittizia
$M_{y,1}$	19,3	dANm	
$F_{x,2}$	323,2	dAN	p. to di applicazione: baricentro loculi
$F_{x,3}$	0,0	dAN	p. to di applicazione: baricentro muro di cinta

Azioni sismiche in direzione y

SLV

$F_{y,1}$	484,7	dAN	
$M_{x,1}$	-28,4	dANm	p. to di applicazione: baricentro soletta fittizia
$F_{y,2}$	669,0	dAN	p. to di applicazione: baricentro loculi
$F_{y,3}$	492,5	dAN	p. to di applicazione: baricentro muro di cinta

SLD

$F_{y,1}$	214,1	dan	p.to di applicazione: baricentro soletta fittizia
$M_{x,1}$	-12,5	danM	
$F_{y,2}$	323,2	dan	p.to di applicazione: baricentro loculi
$F_{y,3}$	237,9	dan	p.to di applicazione: baricentro muro di cinta

6. Verifiche degli elementi strutturali

Le azioni interne nella soletta e nelle pareti sono ricavate risolvendo il sistema a telaio illustrato nel precedente cap. 4.

Le azioni esterne agenti sulla soletta superiore, modellata come una trave di larghezza $L=0,94$ cm, ruotata di circa 8° rispetto all'orizzontale, sono costituite da Forze Verticali e da Forze Orizzontali dovute ai carichi permanenti e variabili agenti sulla trave stessa, e alle Forze Verticali, alle Forze Orizzontali e ai Momenti Torcenti dovute ai carichi permanenti e variabili agenti sulla porzione aggettante rispetto alla porzione considerata ($L=0,83$ cm).

Le azioni esterne agenti sulle pareti sono costituite da Forze Verticali e da Forze Orizzontali dovute ai carichi permanenti e variabili agenti sulle pareti stesse.

Le azioni interne nella trave di fondazione sono ricavate risolvendo una trave doppiamente appoggiata (vincoli in corrispondenza delle pareti di appoggio) soggetta al proprio peso, ai carichi portati e alla reazione del terreno, come già illustrato nel precedente cap. 4.

6.1 Verifica sbalzo soletta superiore

Le massime azioni si ricavano per la combinazione C^{1s}.

M_{SLU_NEVE}	288,7	danM
V_{SLU_NEVE}	704,2	dan

VERIFICA SLU – TAGLIO

f_{ck}	30,0	N/mm ²
f_{cd}	17,0	N/mm ²
d	15,6	mm
b_w	1000,0	mm
$A_{s,TRAVE}$	201,0	mm ²
τ_1	0,013	> 0,02
k_{TRAVE}	2,00	
v_{min}	0,54	
N_{sd}	0,0	N
V_{sd}	7041,5	N

Altezza utile della sezione
Larghezza della sezione
Armatura longitudinale tesa

S_{cp}	0,00	N/mm ²
V_{rd}	12659,0	N
R	0,56	

VERIFICA SLU - FLESSIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verifica sbalzo soletta

Titolo: SLU_NEVE

N° figure elementari: 1 Zoom

N° strati barre: 2 Zoom

N°	As [cm ²]	d [cm]
1	2,01	3,6
2	2,01	14,4

P.to applicazione N: Centro Baricentro cis

Coord [cm]:

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:

E_{su}	67,5	%
E_{cu}	3,5	%
f_{yd}	391,3	N/mm ²
f_{cd}	17	N/mm ²
E_s	200.000	N/mm ²
f_{cd}	0,8	?
E_s / E_c	15	
E_{sadm}	11,5	%
E_{syd}	1,957	%
f_{co}	0,6933	N/mm ²
f_{c1}	2,029	

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N^{Ed}: 0 KN
M^{Ed}: 2,887 kNm
M^{yEd}: 0 kNm

Tipo Sezione: Rettangolare Trapezzi Rettangolare Circolare a T Coord. Rettangoli

Metodo di calcolo: S.L.U. S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd: Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

σ: -17 N/mm²

MRd: 13,41 kNm

ε_s: 40,77 ‰

ε_c: 3,5 ‰

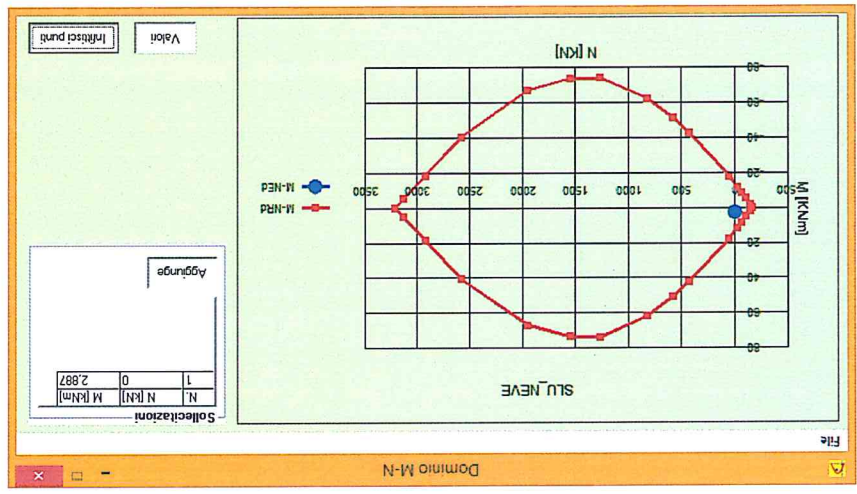
x/d: 1,139

w/d: 0,07907

δ: 0,7

Valori

Infrasci punti



6.2 Verifica soletta superiore

Azioni interne agli appoggi:

SLE - C1s		SLE - C1r		SLE - C1qp	
N	1265,9	N	942,1	N	766,2
M _x	-2675,8	M _x	-1991,5	M _x	-1619,6
M _y	-256,9	M _y	-191,2	M _y	-155,5
V _x	572,0	V _x	425,7	V _x	345,9
V _y	3965,9	V _y	2951,7	V _y	2400,5

Azioni interne in mezzeria:

SLE - C1s		SLE - C1r		SLE - C1qp	
N	1265,9	N	942,1	N	766,2
M _x	2579,0	M _x	1919,5	M _x	1561,0
M _y	501,0	M _y	372,8	M _y	302,9
V _x	0,0	V _x	0,0	V _x	0,0
V _y	0,0	V _y	0,0	V _y	0,0

VERIFICA SLU - TAGLIO

Altezza utile		Incl. armat. Trav.		Inclinazione puntoni cls	
d	[cm]	a	[°]	q	[°]
15,4		90,0		21,9	
Resistenza		cot(a)		cot(q)	
V _{Rsd}	[dan]	V _{Rcd}	[dan]	q _{min}	[°]
27125,9		47294,0		2,5	
V _{Rd}	[dan]	V _{Rcd}	[dan]	q _{max}	[°]
27125,9		27125,9		21,9	
Taglio agli appoggi		1 ≤ cot(q) ≤ 2,5			
N _{st}	[mm]	OK		45,0	
F _{st}	[mm]				
S _{st}	[mm]				
A _{sw}	[mm ²]				
201,1					
8					
100					
2					

Resistenza		Taglio agli appoggi	
V _{Rsd}	[dan]	V _{Rsd}	[dan]
27125,9		27125,9	
V _{Rcd}	[dan]	V _{Rcd}	[dan]
47294,0		27125,9	
R		R	
0,15		0,15	
OK		OK	
V _{ed} < 0,5·b·w·d·u·f _{cd}			

VERIFICA SLU - FLESSIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: Verifica soletta - SLU NEVE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione: Rettangolare Circolare Trapezzi a1

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Flessa Deviata

Calcola HRd: Dominio Mx-My N' rett. 100

angolo asse neutro θ° 179 Precompresso

Materiali: **B450C** C30/37

f_{cu} N/mm² 391.3 f_{cd} N/mm² 17 f_{ct} N/mm² 2.029

E_s 200.000 $E_{s,c}$ 15 $E_{s,adm}$ 1.957

ϵ_{cu} 3.5 ϵ_{c2} 2 $\epsilon_{c,adm}$ 11.5

ϵ_{sc} 10.23 ϵ_{sc} 3.5 $\epsilon_{sc,adm}$ 0.6933

σ_s 391.3 σ_s -17 $\sigma_{s,adm}$ 0.255

M_{HRd} 52.89 M_{Ed} 78.28 M_{yEd} 0.7587

x 4.25 x/d 0.255 d 17.35 δ 0

Tipologia: Centro Baricentro cis Coord.[cm]

P.to applicazione N: Centro Baricentro cis

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]
1	2.01	112	4.6
2	2.01	112	4.6
3	2.01	4	15.4
4	2.01	112	15.4
5	1.13	26	4.6
6	1.13	47	4.6
7	1.13	69	4.6

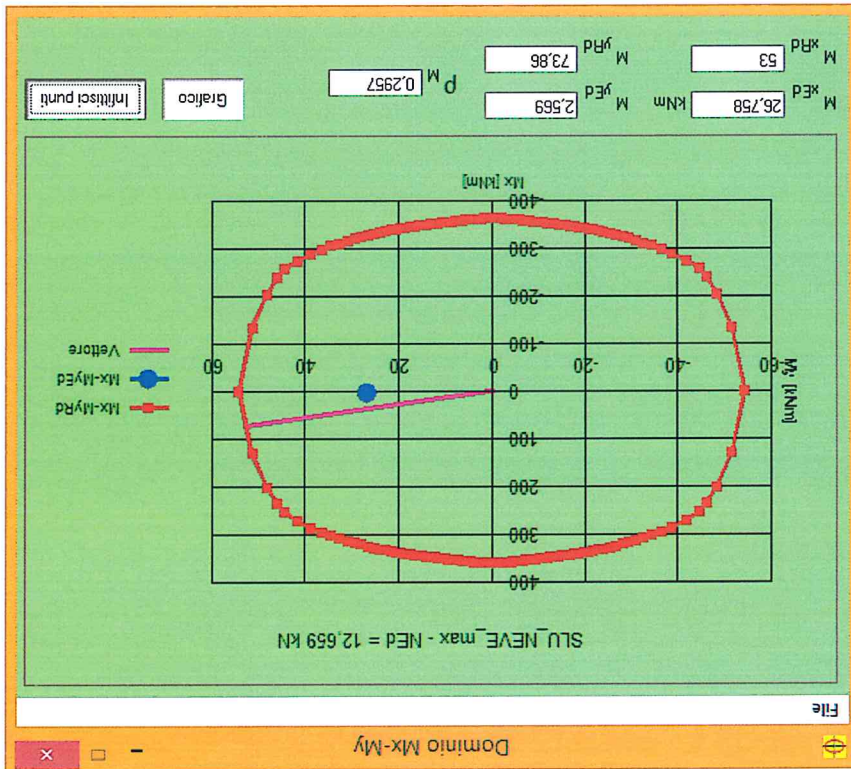
N° barre 12 Zoom 4

Selezione: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 12.559 M_{Ed} 26.758 M_{HRd} 0

N_{Ed} 0 M_{Ed} 0 M_{HRd} 0

TITOLO: SLU_NEVE_max



VERIFICA SLE - FESSURAZIONE

Le azioni massime in termini di Momento flettente per la combinazione C_{1qp} risultano:

$$M_{Sd_qp} = -1619,6 \text{ daNm}$$

Condizione di carico
 Condizioni ambientali
 Ordinarie
 Poco sensibili
 Armature
 Valore nominale di apertura: $w_2 = 0,3 \text{ mm}$

Calcolo della distanza media tra le fessure:

Coef. che caratterizza l'aderenza: $k_2 = 0,4$
 Coef. che tiene conto del diagramma delle tensioni: $k_3 = 0,188$
 Larghezza efficace: $b_{eff} = 116,00 \text{ cm}$
 Altezza efficace: $d_{eff} = 4,86 \text{ cm}$
 Area efficace: $A_{c,eff} = 563,59 \text{ cm}^2$
 Area acciaio posta in Ac,eff.: $A_s = 8,55 \text{ cm}^2$
 Percentuale di armatura efficace: $\tau_r = 0,015$
 Distanza media tra le fessure: $D_{sm} = 15,25 \text{ cm}$

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

Tensione dell'acciaio: $\sigma_s = 1377,01 \text{ daN/cm}^2$
 Tensione dell'acciaio 1° fessurazione: $\sigma_{sr} = 2049,68 \text{ daN/cm}^2$
 Coef. rappresentativo aderenza: $\beta_1 = 1$
 Coef. durata carichi: $\beta_2 = 0,5$
 Deformazione unitaria media: $\epsilon_{sm} = 0,000275$
Calcolo ampiezza delle fessure:
 Coefficiente di riduzione: $C_{min/C} = 1,00$
 Ampiezza ridotta: $w_{rid} = 0,071 \text{ mm}$

VERIFICA SLE – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

Condizione di carico
 C_{1R}
 Verificato
 $\sigma_{s,MAX} = 0,60 f_{ck} = 18,0 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 5,30 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{s,MAX} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 166,6 \text{ N/mm}^2$
 Condizione di carico
 C_{1qp}
 Verificato
 $\sigma_{s,MAX} = 0,45 f_{ck} = 13,5 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 4,23 \text{ N/mm}^2$

VERIFICA SLE – DEFORMABILITA'

La deformazione massima in mezzeria relativa alla combinazione Rara (C_{1R}) risulta pari a:
 $f_{max} = 4,4 \text{ mm} < f_{max,amm} > 5300/200 = 26,5 \text{ mm}$

Verificato

6.3 Verifica pareti

b	20,0	cm
L	93,0	cm
h _w	317,0	cm
h _{CR}	52,8	cm
b _{CR}	18,6	cm

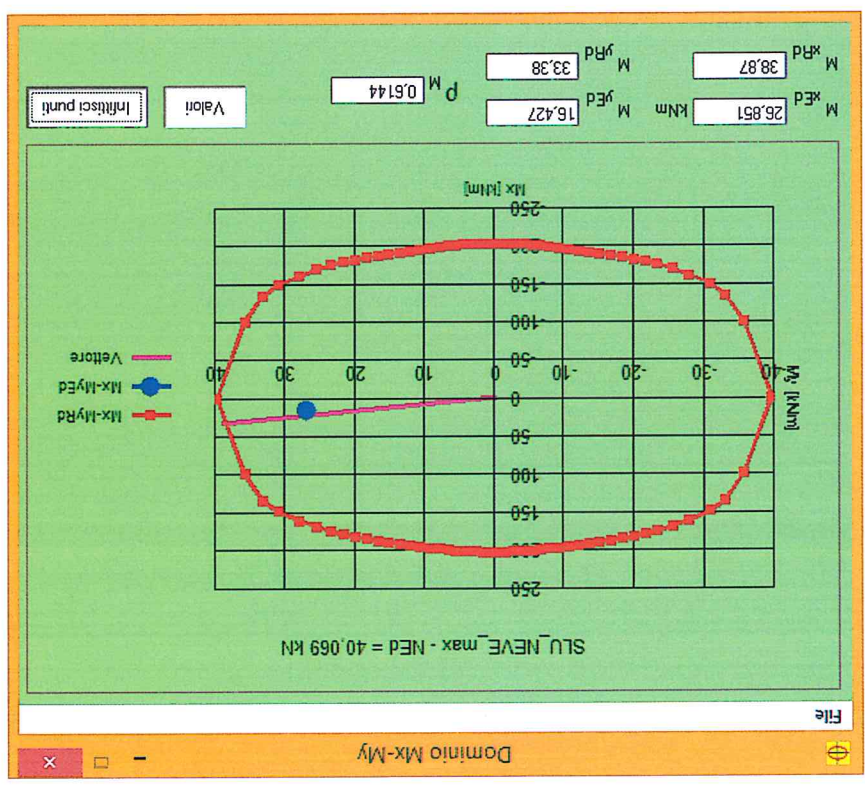
Si verifica la parete in sommità.

SLU - C1s			SLE - C1r			SLE - C1p		
N	4006,9	dan	N	2982,2	dan	N	2425,3	dan
M _x	2685,1	danM	M _x	1988,4	danM	M _x	1625,2	danM
M _y	1642,7	danM	M _y	1222,7	danM	M _y	995,3	danM
V _x	0,0	dan	V _x	0,0	dan	V _x	0,0	dan
V _y	1265,9	dan	V _y	942,1	dan	V _y	766,2	dan

CONTROLLO MINIMI D'ARMATURA

As,conf		As,non_conf		As,trasversale		I _{y,conf}	
8,04	cm ²	11,31	cm ²	4,02	cm ²	2,162%	cm ²
372,00	cm ²	1116,00	cm ²	2000,00	cm ²	2,162%	cm ²
A _c		A _c		A _c		I _{y,non_conf}	

VERIFICA SLU - FLESSIONE



VERIFICA SLE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

Condizione di carico
 $s_{c,max} = 0,60 f_{ck} = 18,0 \text{ N/mm}^2 > s_c = 8,01 \text{ N/mm}^2$
 Verificato

Condizione di carico
 $s_{s,max} = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2 > s_s = 241,0 \text{ N/mm}^2$
 Verificato

Si verifica la parete alla base.

SLU - C1 _{SLV-X+0,3V} (INVILUPPATA)		SLE - C2 _R		SLE - C1 _{QP}	
N _{min}	6203,6	N	3841,1	N	3899,3
N _{max}	2067,9			M _x	803,7
M _x	1732,3	M _x	1171,9	M _y	995,3
M _y	664,6	M _y	899,6	V _x	0,0
V _x	1871,9	V _x	1044,1	V _y	766,2
V _y	47,5	V _y	13,7		

VERIFICA SLU - FLESSIONE

Verifica C.A. SLU - File: Verifica Parete alla base - SLU SISMA X

TITOLO: SLU SISMA X

N° figure elementari: 1 | Zoom: 1

N°	b [cm]	h [cm]
1	93	20

N° strati barre: 2 | Zoom: 2

N°	As [cm²]	d [cm]
1	11,18	4,6
2	11,18	15,4

P.to applicazione N: Centro Baticentro cis

Tipo rotura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: SLU+ SLU-

Tipo flessione: Flessa Deviata

N° reit: 100

Calcola MRd: Dominio Mx-My

angolo asse neutro $\theta = 358,12$

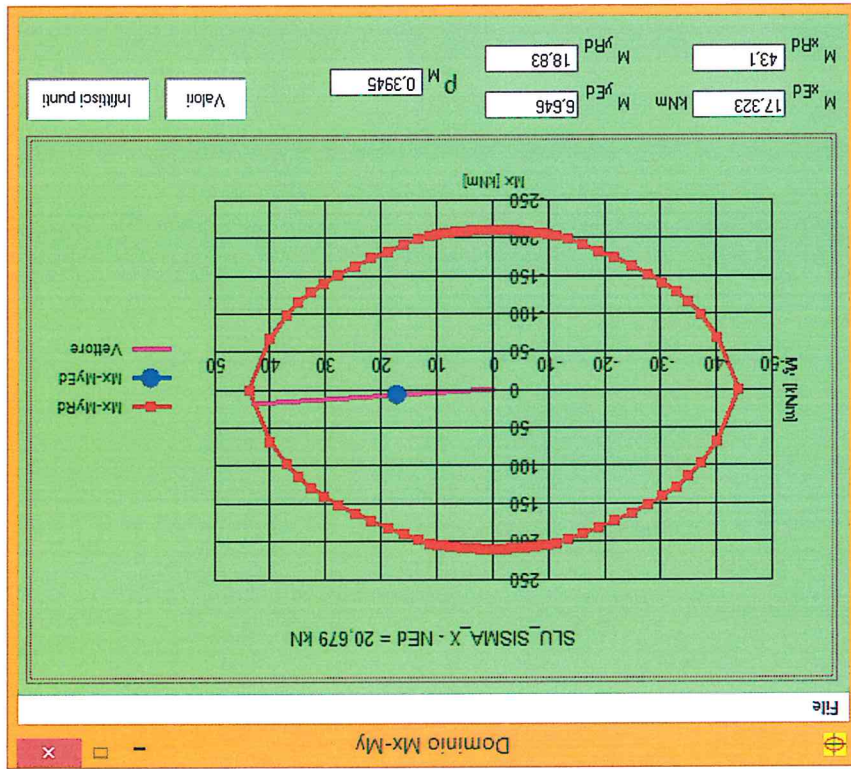
Precompresso

Materiali:

Proprietà	Valore
f_{cu}	67,5
f_{ctd}	3,5
f_{ctd} / f_{cd}	17
f_{ctd} / f_{cd}	0,8
f_{ctd}	11,5
σ_{adm}	1,957
σ_{adm}	0,6933
τ_{ct}	2,029

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

Proprietà	Valore
N	20,679
M ^{Ed}	17,323
M ^{Ed}	6,646



VERIFICA SLU - TAGLIO

VERIFICA A TAGLIO (CLS D'ANIMA)

d	Altezza utile della sezione	mm	160,0
b _w	Larghezza della sezione	mm	930,0
A _{s,TRAVE}	Armatura longitudinale	mmq	2739,5
i ₁			0,018
K _{TRAVE}			2,00
v _{min}			0,54
N _{sd}		N	20678,7
V _{sd}		N	18718,7
s _{cp}		N/mm ²	0,14
V _{Rd,c}		N	139102,9
V _{Rd,c-ZNC}		N	83461,7
V _{Rd,c-ZC}		N	22256,5
R			0,18
	Verificato		

VERIFICA A TAGLIO (ARMATURA D'ANIMA)

a _s	Rapporto di taglio		0,11
V _{Rd}		N	147620,5
R ₁	Verificato		0,13
R ₂	Verificato		0,65

VERIFICA A SCORRIMENTO Z.C.

h			0,53
h _f			0,60
A _{sj}		cm ²	8,04
x	Altezza parte compressa normalizzata		0,34
V _{dd}	Contributo effetto spinotto	N	78675,5
V _{td}	Contributo armature inclinate	N	0,0
V _{td}	Contributo resistenza per attrito	N	77350,9
V _{Rd,s}		N	156026,4
R			0,12
	Verificato		

VERIFICA SLU - TAGLIO CON MODELLAZIONE A PILASTRO

Altezza utile Incl. armat. Trav.		a	[°]	90,0
Inclinazione puntoni cls		q	[°]	21,9
		cot(a)		0,0
		cot(q)		2,5
		q _{min}	[°]	21,9
		q _{max}	[°]	45,0
		1 ≤ cot(q) ≤ 2,5		OK

Resistenza		V _{Rsd}	[dan]	20608,7
Taglio agli appoggi		V _{Rsd}	[dan]	38409,2
		V _{Rd}	[dan]	20608,7
		R		0,06
		V _{ed} < 0,5·b _w ·d·u·f _{cd}		OK

VERIFICA SLE – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

Condizione di carico	C2R	Verificato
$s_{c,MAX} = 0,60 f_{tk} = 18,0 \text{ N/mm}^2 > s_c = 4,76 \text{ N/mm}^2$ $s_{s,MAX} = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2 > s_s = 124,5 \text{ N/mm}^2$		Verificato
Condizione di carico	C1qp	Verificato
$s_{c,MAX} = 0,45 f_{tk} = 13,5 \text{ N/mm}^2 > s_c = 3,49 \text{ N/mm}^2$		Verificato

6.4 Verifica trave di fondazione

Le azioni massime sulla trave di fondazione si ottengono relativamente alla seguente combinazione:

- C1_{S_{LV}-X+0,3Y}, calcolata con fattore di duttilità q=1 (Momenti Flettenti negativi).

SISMA – C1_{S_{LV}-X+0,3Y}

N	0,0	dan
M _x	-9479,4	danm
M _y	0,0	danm
V _x	0,0	dan
V _y	8145,9	dan

Viene di seguito riportata la sola verifica a flessione negativa (Combinazione C1_{S_{LV}-X+0,3Y}).

La trave risulta composta in parte dalla scarpa di fondazione del muro di sostegno esistente ed in parte dal nuovo getto di completamento.
 La solidarizzazione fra le due parti è realizzata mediante inghisaggio con resina di coppie di barre Ø12 disposte a passo 20 cm.

VERIFICA SISMA – FLESSIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta di fondazione - Resistenza

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione: Rettangolare Circolare Trapezzi

Tipo Sezione: Rettang. a1 a2

Metodo di calcolo: S.L.U. S.L.R.

Metodo di flessione: Flessione Deviazione

Calcola M-R-D Domínio M-N

N° rett. 100

Col. modello cm L_0 |0|

Precompresso

Trave di fondazione

Tipo rotura: Centro Baticentro cis

P.to applicazione N: Coord. [cm] N [kN] y [cm]

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2,51	59,5	23
2	5,85	47	45
3	10,05	47	71,5
4	2,01	5	58
5	2,01	5	58
6	2,01	89	58

N° barre 6 Zoom 6

Tracce: N° Vertici: 6

Selezione: Metodo n

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	119	0
3	119	40
4	94	40
5	94	76
6	0	76

Materiali: B450C C25/30

f_{su} 67,5 % f_{cu} 3,5 f_{cd} 14,17 f_{cc} 0,8 f_{ct} 1,829

$E_{s,adm}$ 255 N/mm² $E_{s,adm}$ 1,957 % $E_{s,adm}$ 9,75 %

σ_{co} 0,6 σ_{adm} 0,7

σ_{s} -1,17 N/mm² σ_{s} -471,7 KNm σ_{s} 391,3 N/mm² σ_{s} 3,5 % σ_{s} 38,67 % σ_{s} 71,5 cm

σ_{s} 5,935 x/d 0,08301 σ_{s} 0,7

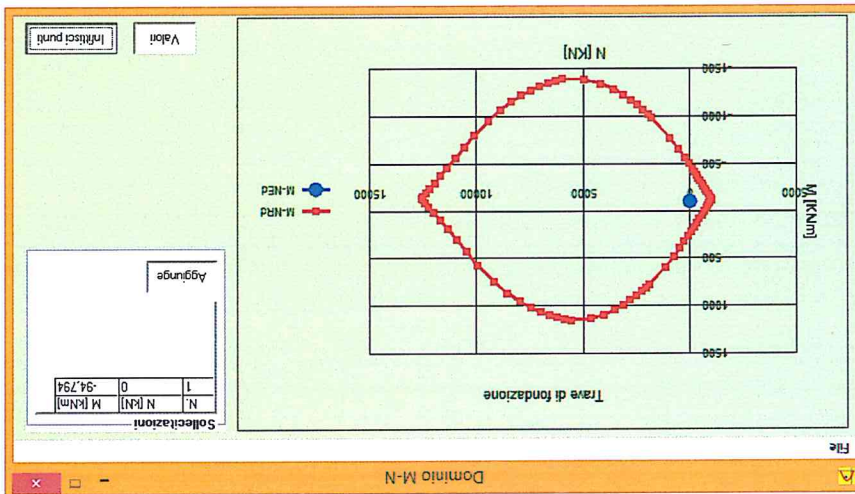
Selezione: N [kN] M [kNm] M-NEd M-RD

Aggiunge

Valori

Infilacci punti

Domínio M-N



6.5 Verifica pressioni sul terreno

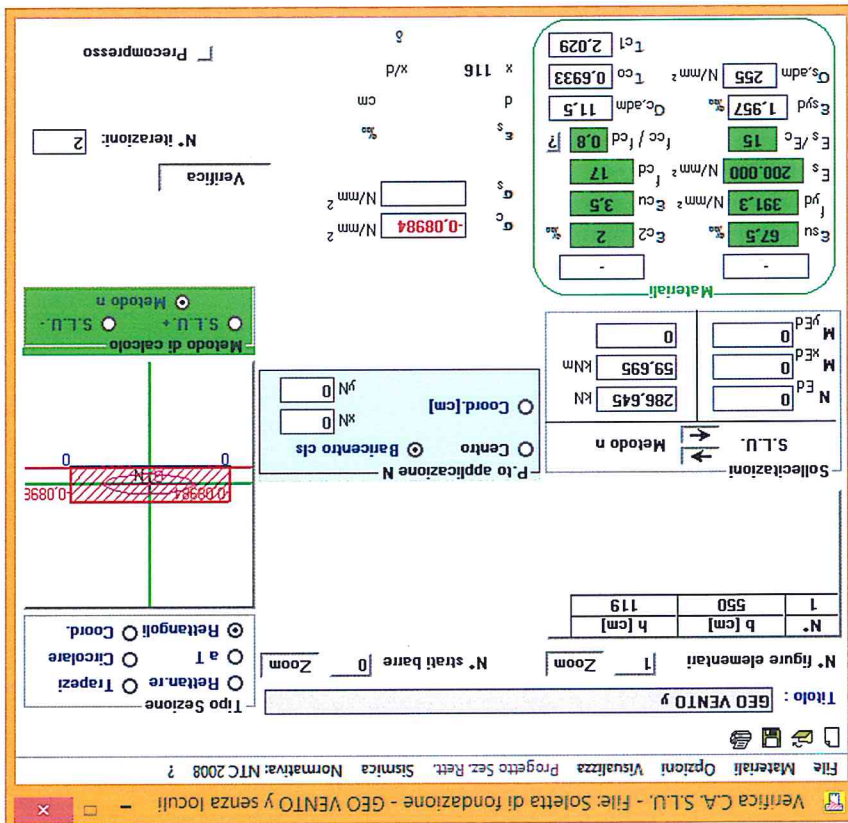
Le pressioni massime sul terreno si ottengono per la combinazione C3g, senza presenza di loculi. Riferendosi al baricentro delle sezioni d'estradosso e d'intradosso (quota d'imposta della fondazione) della trave rovescia, si ha quanto riportato in tabella seguente.

	GEO - C3g (Estradosso fondazione)		GEO - C3g (Intradosso fondazione)	
N	16229,0	dan	28664,5	dan
M _x	4442,4	danm	5969,5	danm
M _y	0,0	danm	0,0	danm
V _x	0,0	dan	0,0	dan
V _y	2009,3	dan	2009,3	dan

La pressione massima sul terreno risulta pertanto pari a:

$$s_c = 0,8984 \text{ dan/cm}^2$$

compatibile con i valori tipici di portanza della zona.



7. Conclusioni

La presente relazione ha illustrato le calcolazioni relative ad una tettoia a copertura di loculi di fascia da ubicarsi presso il Cimitero Urbano di Monza in prossimità del muro di cinta lato Via Stuchi.

La progettazione e le analisi sono state condotte coerentemente col metodo semi-probabilistico agli stati limite adottato dalla vigente normativa.

Relativamente alle combinazioni di carico significative indicate in relazione, gli elementi strutturali soddisfano le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio.

La fondazione della nuova opera si lega a quella del muro di cinta esistente creando un blocco monolitico che risponde alle verifiche a schiacciamento, ribaltamento e trascinamento imposte dalla normativa vigente.

Pertanto ai sensi della citata Norma, la struttura è da ritenersi in possesso dei requisiti di sicurezza nei confronti degli stati limite.

Monza, Dicembre.2016

Il progettista
 Ing. Arch. Enzo Bessi

