

COMUNE DI

EDOLO (BS)

OGGETTO

**Intervento di miglioramento del campo sportivo di Via Morino -
Edolo - BS**

Progetto Definitivo

14 – relazione di calcolo plinti pali di illuminazione

IL TECNICO

Ing. Francesco Tonini



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

Descrizione generale dell'opera

Trattasi della realizzazione di quattro plinti portafaro per l'illuminazione di un campo da gioco.

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Plinto
Ubicazione	Comune di EDOLO (BS) (Regione LOMBARDIA)
	Località EDOLO (BS)
	Longitudine 10.3332, Latitudine 46.1779
Tipo di fondazione	Plinto isolato

Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 17-01-2018

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".

D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".

D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".

D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.

Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.

D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".

Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, 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. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".

UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.

UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.

UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.

UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.

UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.

UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.

UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.

UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.

UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.

UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.

UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.

UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.

UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.

UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio

Nello specifico per i plinti sono stati utilizzati:

calcestruzzo C25/30

acciaio B450 C

AZIONI SULLA STRUTTURA

L'azione variabile più influente risulta essere il vento, la cui incidenza è calcolata secondo le NTC2018.

Le azioni massime gravanti sulla struttura risultano essere:

$M = 210 \text{ kNm}$

$N = 18 \text{ kN}$

$V = 16 \text{ kN}$

A queste azioni va aggiunto il peso proprio del plinto e l'azione sismica.

Azione del vento secondo le NTC2018:

3.3. AZIONI DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3. Per le costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte.

3.3.1. VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno $T_R = 50$ anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_s \quad [3.3.1]$$

$v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

c_s è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_s = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$
$$c_s = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m} \quad [3.3.1.b]$$

dove:

a_0, k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare, i valori della velocità base di riferimento possono essere ricavati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate, riferite alle condizioni locali di clima e di esposizione. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.

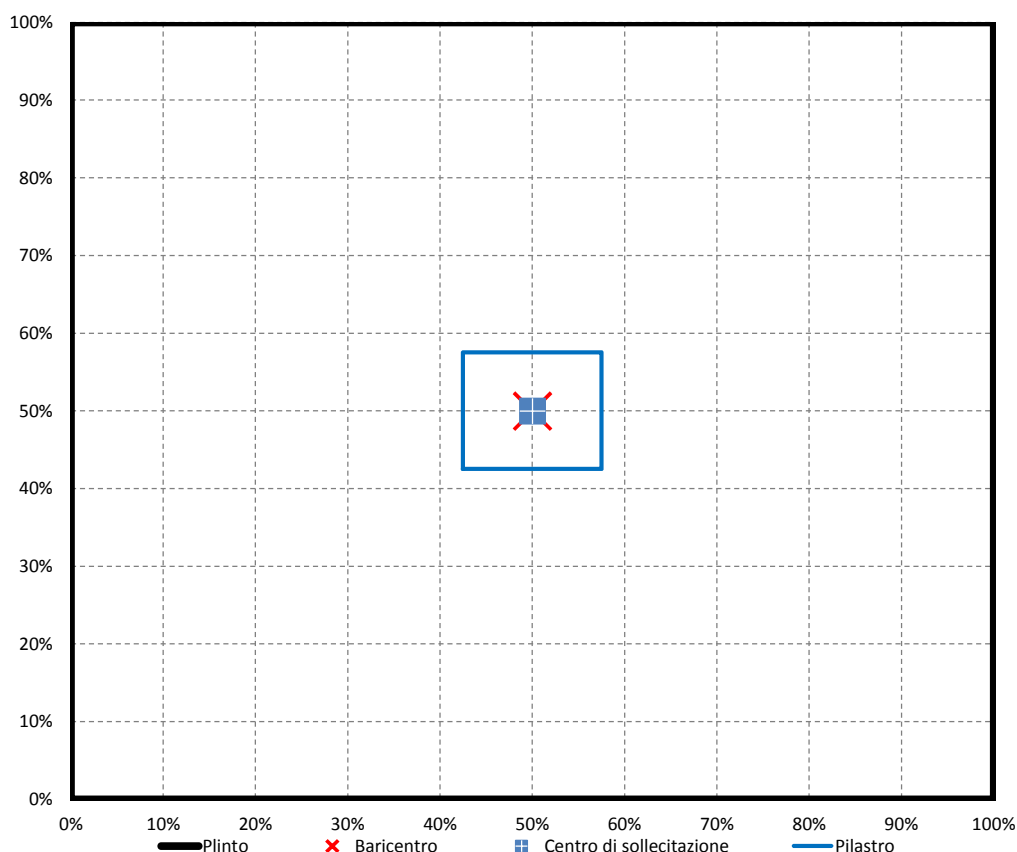
VERIFICA DEL PLINTO

Determinazione della capacità portante del terreno - Combinazioni GEO (STATICHE + SISMICHE)

Caratteristiche geometriche del plinto e del pilastro

Dimensione del plinto in direzione x	L_x	=	4,00	[m]
Dimensione del plinto in direzione y	L_y	=	4,00	[m]
Altezza del plinto	H_i	=	0,60	[m]
Dimensione del pilastro in direzione x	b_x	=	0,60	[m]
Dimensione del pilastro in direzione y	b_y	=	0,60	[m]
Eventuale eccentricità in x del pilastro rispetto alla fondazione	S_x	=	0,00	[m] Positiva
Eventuale eccentricità in y del pilastro rispetto alla fondazione	S_y	=	0,00	[m] Positiva
Volume del plinto	V_{plinto}	=	9,60	[m ³]
Peso del plinto	W_{plinto}	=	240,00	[kN]

Geometria della fondazione



CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO

Angolo di attrito interno	ϕ'_k	=	20,00	[°]	0,349
Coesione efficace	c'_k	=	10,00	[kPa]	[rad]
Peso dell'unità di volume	γ	=	20,00	[kN/m ³]	

"APPROCCIO 1" COMB.2: A2 + M2 + R2 (STATICO)

		N_{Ed}	$ass(V_{x,Ed})$	$ass(V_{y,Ed})$	$ass(M_{x,Ed})$	$ass(M_{y,Ed})$
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Massima forza normale (<i>positiva se di compressione</i>)	GEO_1_A2	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
Minima forza normale (<i>negativa se di trazione</i>)	GEO_2_A2	12,00	12,00	0,00	210,00	0,00
Massima forza di taglio in direzione x	GEO_3_A2	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
Massima forza di taglio in direzione y	GEO_4_A2	18,00	0,00	16,00	0,00	210,00
Massimo momento flettente attorno a x	GEO_5_A2	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
Minimo momento flettente attorno a x	GEO_6_A2	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massimo momento flettente attorno a y	GEO_7_A2	18,00	16,00	16,00	210,00	210,00
Minimo momento flettente attorno a y	GEO_8_A2	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Coefficiente di sicurezza da applicare al peso del plinto 1,00 [-]

Azioni totali sulla fondazione - Combinazioni GEO (A2)

Massima forza normale
Minima forza normale
Massima forza di taglio in direzione x
Massima forza di taglio in direzione y
Massimo momento flettente attorno a x
Minimo momento flettente attorno a x
Massimo momento flettente attorno a y
Minimo momento flettente attorno a y

GEO_1_A2
GEO_2_A2
GEO_3_A2
GEO_4_A2
GEO_5_A2
GEO_6_A2
GEO_7_A2
GEO_8_A2

N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	e _x	e _y
[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
252,00	210,00	7,20	0,03	0,83
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
258,00	9,60	210,00	0,81	0,04
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
258,00	0,00	0,00	0,00	0,00
258,00	219,60	219,60	0,85	0,85
252,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dimensioni efficaci del plinto

Massima forza normale
Minima forza normale
Massima forza di taglio in direzione x
Massima forza di taglio in direzione y
Massimo momento flettente attorno a x
Minimo momento flettente attorno a x
Massimo momento flettente attorno a y
Minimo momento flettente attorno a y

GEO_1_A2
GEO_2_A2
GEO_3_A2
GEO_4_A2
GEO_5_A2
GEO_6_A2
GEO_7_A2
GEO_8_A2

N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	L' _x	L' _y
[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
252,00	210,00	7,20	✓ 3,94	✓ 2,33
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
258,00	9,60	210,00	✓ 2,37	✓ 3,93
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
258,00	0,00	0,00	✓ 4,00	✓ 4,00
258,00	219,60	219,60	✓ 2,30	✓ 2,30
252,00	0,00	0,00	✓ 4,00	✓ 4,00

Caratteristiche del terreno - Combinazioni GEO (M2)

Coefficiente parziale di sicurezza
Tangente dell'angolo di attrito

$\gamma_{\phi'}$ = 1,25 [-]
 $\tan \phi'_k$ = 0,291 [-] [rad]

Angolo di attrito di calcolo

ϕ'_d = 16,23 [°] 0,283

Coefficiente parziale di sicurezza

γ_c = 1,25 [-]

Coesione di calcolo

c'_d = 8,00 [kPa]

Coefficiente parziale di sicurezza

γ_γ = 1,00 [-]

Peso dell'unità di volume di calcolo

γ_d = 20,00 [kN/m³]

Determinazione della capacità portante della fondazione (R2)**EN 1997 - 1 : 2003 Appendice D.4**

Fattori di capacità portante

N_q = 4,43 [-]
 N_c = 11,79 [-]
 N_γ = 3,16 [-]

Eventuale inclinazione del piano di posa

α = 0,00 [°] 0,000

Fattori di inclinazione del piano di posa

b_q = 1,00 [-]
 b_c = 1,00 [-]
 b_γ = 1,00 [-]

Fattori di forma della fondazione

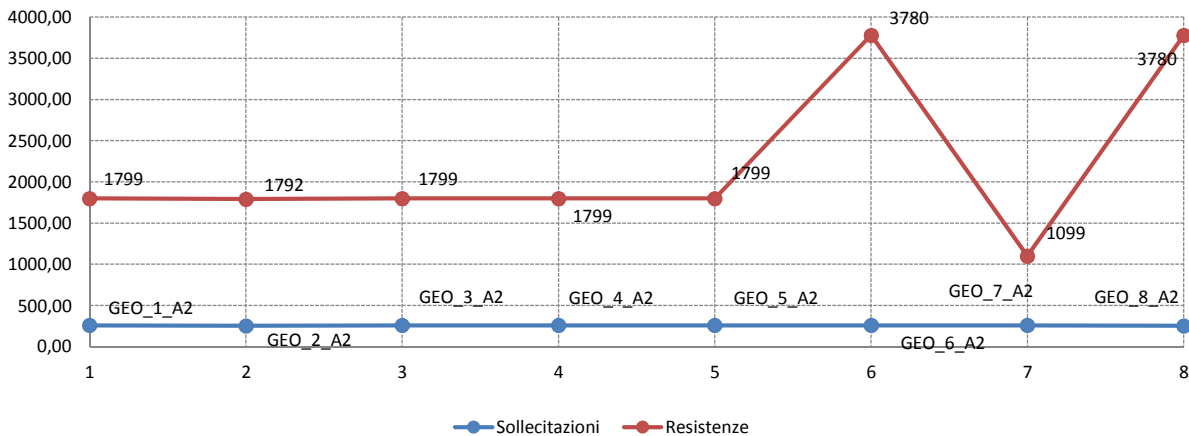
GEO_1_A2
GEO_2_A2
GEO_3_A2
GEO_4_A2
GEO_5_A2
GEO_6_A2
GEO_7_A2
GEO_8_A2

L' _x	L' _y	s _q	s _c	s _γ
[m]	[m]	[-]	[-]	[-]
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82
3,94	2,33	1,17	1,21	0,82
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82
2,37	3,93	1,17	1,22	0,82
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82
4,00	4,00	1,28	1,36	0,70
2,30	2,30	1,28	1,36	0,70
4,00	4,00	1,28	1,36	0,70

Fattori di inclinazione delle azioni di taglio

GEO_1_A2
GEO_2_A2
GEO_3_A2
GEO_4_A2
GEO_5_A2

ass(V _{x,Ed})	ass(V _{y,Ed})	R _{Ed}	θ	
[kN]	[kN]	[kN]	[°]	[rad]
16,00	0,00	16,00	90,00	1,57
12,00	0,00	12,00	90,00	1,57
16,00	0,00	16,00	90,00	1,57
0,00	16,00	16,00	0,00	0,00
16,00	0,00	16,00	90,00	1,57

					GEO_6_A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
					GEO_7_A2	16,00	16,00	22,63	45,00	0,79	
					GEO_8_A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
GEO_1_A2 GEO_2_A2 GEO_3_A2 GEO_4_A2 GEO_5_A2 GEO_6_A2 GEO_7_A2 GEO_8_A2	m_{Lx}	m_{Ly}	m_{θ}	R_{Ed}	N_{Tot}	A'	m_{θ}	i_q	i_c	i_{γ}	
	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[m ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	
	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93	
	1,37	0,00	1,37	12,00	252,00	9,20	1,37	0,97	0,96	0,94	
	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93	
	0,00	1,38	1,38	16,00	258,00	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93	
	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93	
	0,00	0,00	0,00	0,00	258,00	16,00	0,00	1,00	1,00	1,00	
	1,50	1,50	1,50	22,63	258,00	5,28	1,50	0,92	0,89	0,87	
0,00	0,00	0,00	0,00	252,00	16,00	0,00	1,00	1,00	1,00		
Eventuale inclinazione del piano di campagna					β	=	0,00[°]		0,000		
Fattori di inclinazione del piano di campagna					g_q	=	1,00 [-]				
					g_c	=	1,00 [-]				
					g_{γ}	=	1,00 [-]				
Eventuale approfondimento della fondazione					D	=	1,50[m]				
Fattori di approfondimento della fondazione					L'_x	L'_y	d_q	d_c	d_{γ}		
					[m]	[m]	[-]	[-]	[-]		
					GEO_1_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00	
					GEO_2_A2	3,94	2,33	1,11	1,15	1,00	
					GEO_3_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00	
					GEO_4_A2	2,37	3,93	1,12	1,15	1,00	
					GEO_5_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00	
					GEO_6_A2	4,00	4,00	1,11	1,15	1,00	
					GEO_7_A2	2,30	2,30	1,20	1,25	1,00	
GEO_8_A2	4,00	4,00	1,11	1,15	1,00						
Coefficiente parziale di sicurezza per la capacità portante					γ_R	=	1,80 [-]				
Determinazione del Carico Limite Statico					N_{Tot}	a_q	a_c	a_{γ}	N_{Rd}	Δ	
					[kN]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[-]	
GEO_1_A2					258,00	1,248	1,323	0,759	1799	0,14	
GEO_2_A2					252,00	1,257	1,335	0,777	1792	0,14	
GEO_3_A2					258,00	1,248	1,323	0,759	1799	0,14	
GEO_4_A2					258,00	1,248	1,323	0,759	1799	0,14	
GEO_5_A2					258,00	1,248	1,323	0,759	1799	0,14	
GEO_6_A2					258,00	1,425	1,560	0,700	3780	0,07	
GEO_7_A2					258,00	1,405	1,525	0,606	1099	0,23	
GEO_8_A2					252,00	1,425	1,560	0,700	3780	0,07	
											
"APPROCCIO 1" COMB.2: A2 + M2 + R2 (SISMICO)					N_{Ed}	$ass(V_{x,Ed})$	$ass(V_{y,Ed})$	$ass(M_{x,Ed})$	$ass(M_{y,Ed})$		
					[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]		

Massima forza normale (*positiva se di compressione*)

Minima forza normale (*negativa se di trazione*)

Massima forza di taglio in direzione x

Massima forza di taglio in direzione y

Massimo momento flettente attorno a x

Minimo momento flettente attorno a x

Massimo momento flettente attorno a y

Minimo momento flettente attorno a y

GEO_1_A2

GEO_2_A2

GEO_3_A2

GEO_4_A2

GEO_5_A2

GEO_6_A2

GEO_7_A2

GEO_8_A2

18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
12,00	12,00	0,00	210,00	0,00
18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
18,00	0,00	16,00	0,00	210,00
18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18,00	16,00	16,00	210,00	210,00
12,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Coefficiente di sicurezza da applicare al peso del plinto

1,00 [-]

Azioni totali sulla fondazione - Combinazioni GEO (A2)

Massima forza normale

Minima forza normale

Massima forza di taglio in direzione x

Massima forza di taglio in direzione y

Massimo momento flettente attorno a x

Minimo momento flettente attorno a x

Massimo momento flettente attorno a y

Minimo momento flettente attorno a y

GEO_1_A2

GEO_2_A2

GEO_3_A2

GEO_4_A2

GEO_5_A2

GEO_6_A2

GEO_7_A2

GEO_8_A2

N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	e _x	e _y
[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
252,00	210,00	7,20	0,03	0,83
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
258,00	9,60	210,00	0,81	0,04
258,00	210,00	9,60	0,04	0,81
258,00	0,00	0,00	0,00	0,00
258,00	219,60	219,60	0,85	0,85
252,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dimensioni efficaci del plinto

Massima forza normale

Minima forza normale

Massima forza di taglio in direzione x

Massima forza di taglio in direzione y

Massimo momento flettente attorno a x

Minimo momento flettente attorno a x

Massimo momento flettente attorno a y

Minimo momento flettente attorno a y

GEO_1_A2

GEO_2_A2

GEO_3_A2

GEO_4_A2

GEO_5_A2

GEO_6_A2

GEO_7_A2

GEO_8_A2

N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	L' _x	L' _y
[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
252,00	210,00	7,20	✓ 3,94	✓ 2,33
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
258,00	9,60	210,00	✓ 2,37	✓ 3,93
258,00	210,00	9,60	✓ 3,93	✓ 2,37
258,00	0,00	0,00	✓ 4,00	✓ 4,00
258,00	219,60	219,60	✓ 2,30	✓ 2,30
252,00	0,00	0,00	✓ 4,00	✓ 4,00

Caratteristiche del terreno - Combinazioni GEO (M2)

Coefficiente parziale di sicurezza

$\gamma_{\phi'}$ = 1,25 [-]

Tangente dell'angolo di attrito

$\tan \phi'_k$ = 0,291 [-] [rad]

Angolo di attrito di calcolo

ϕ'_d = 16,23 [°] 0,283

Coefficiente parziale di sicurezza

γ_c = 1,25 [-]

Coesione di calcolo

c'_d = 8,00 [kPa]

Coefficiente parziale di sicurezza

γ_γ = 1,00 [-]

Peso dell'unità di volume di calcolo

γ_d = 20,00 [kN/m³]

Determinazione della capacità portante della fondazione (R2)

EN 1997 - 1 : 2003 Appendice D.4

Fattori di capacità portante

N_q = 4,43 [-]
 N_c = 11,79 [-]
 N_γ = 3,16 [-]

Eventuale inclinazione del piano di posa

α = 0,00 [°] 0,000

Fattori di inclinazione del piano di posa

b_q = 1,00 [-]
 b_c = 1,00 [-]
 b_γ = 1,00 [-]

Fattori di forma della fondazione

GEO_1_A2

GEO_2_A2

GEO_3_A2

GEO_4_A2

GEO_5_A2

L' _x	L' _y	s _q	s _c	s _γ
[m]	[m]	[-]	[-]	[-]
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82
3,94	2,33	1,17	1,21	0,82
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82
2,37	3,93	1,17	1,22	0,82
3,93	2,37	1,17	1,22	0,82

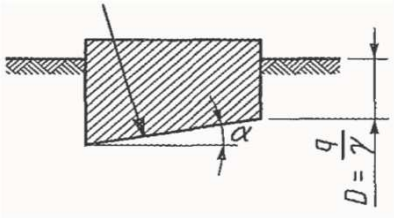
GEO_6_A2		4,00	4,00	1,28	1,36	0,70
GEO_7_A2		2,30	2,30	1,28	1,36	0,70
GEO_8_A2		4,00	4,00	1,28	1,36	0,70

Fattori di inclinazione delle azioni di taglio		ass(V _{x,Ed})	ass(V _{y,Ed})	R _{Ed}	θ	
		[kN]	[kN]	[kN]	[°]	[rad]
GEO_1_A2		16,00	0,00	16,00	90,00	1,57
GEO_2_A2		12,00	0,00	12,00	90,00	1,57
GEO_3_A2		16,00	0,00	16,00	90,00	1,57
GEO_4_A2		0,00	16,00	16,00	0,00	0,00
GEO_5_A2		16,00	0,00	16,00	90,00	1,57
GEO_6_A2		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GEO_7_A2		16,00	16,00	22,63	45,00	0,79
GEO_8_A2		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	m _{Lx}	m _{Ly}	m _θ	R _{Ed}	N _{Tot}		A'	m _θ	i _q	i _c	i _γ
	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]		[m ²]	[-]	[-]	[-]	[-]
GEO_1_A2	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	GEO_1_A2	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93
GEO_2_A2	1,37	0,00	1,37	12,00	252,00	GEO_2_A2	9,20	1,37	0,97	0,96	0,94
GEO_3_A2	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	GEO_3_A2	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93
GEO_4_A2	0,00	1,38	1,38	16,00	258,00	GEO_4_A2	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93
GEO_5_A2	1,38	0,00	1,38	16,00	258,00	GEO_5_A2	9,31	1,38	0,96	0,94	0,93
GEO_6_A2	0,00	0,00	0,00	0,00	258,00	GEO_6_A2	16,00	0,00	1,00	1,00	1,00
GEO_7_A2	1,50	1,50	1,50	22,63	258,00	GEO_7_A2	5,28	1,50	0,92	0,89	0,87
GEO_8_A2	0,00	0,00	0,00	0,00	252,00	GEO_8_A2	16,00	0,00	1,00	1,00	1,00

Eventuale inclinazione del piano di campagna	β	=	0,00 [°]	0,000
Fattori di inclinazione del piano di campagna	g _q	=	1,00 [-]	
	g _c	=	1,00 [-]	
	g _γ	=	1,00 [-]	

Eventuale approfondimento della fondazione	D	=	1,50 [m]			
Fattori di approfondimento della fondazione	L' _x	L' _y	d _q	d _c	d _γ	
	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	
	GEO_1_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00
	GEO_2_A2	3,94	2,33	1,11	1,15	1,00
	GEO_3_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00
	GEO_4_A2	2,37	3,93	1,12	1,15	1,00
	GEO_5_A2	3,93	2,37	1,12	1,15	1,00
	GEO_6_A2	4,00	4,00	1,11	1,15	1,00
	GEO_7_A2	2,30	2,30	1,20	1,25	1,00
	GEO_8_A2	4,00	4,00	1,11	1,15	1,00



Accelerazione orizzontale massima "adimensionale" attesa su sito rigido	a _g	=	0,07 [g]
Amplificazione stratigrafica	S _s	=	1,00 [-]
Amplificazione topografica	S _T	=	1,00 [-]

Categoria del sottosuolo	CAT.	=	B,C,D,E
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito	β _s	=	0,28 [-]
Accelerazione orizzontale massima "adimensionale" attesa al sito	a _{max}	=	0,072 [g]
Coefficiente sismico orizzontale	k _{hk}	=	0,020 [g]
Coefficienti sismici verticali	k _{vk,1}	=	0,010 [g]
	k _{vk,2}	=	-0,010 [g]

Coefficienti di Paolucci e Pecker (1997): FORZA ORIZZONTALE		N _{Tot}	ass(V _{x,Ed})	ass(V _{y,Ed})	v _{h,x}	v _{h,y}
		[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
GEO_1_A2		258,00	16,00	0,00	0,797	1,000
GEO_2_A2		252,00	12,00	0,00	0,841	1,000
GEO_3_A2		258,00	16,00	0,00	0,797	1,000
GEO_4_A2		258,00	0,00	16,00	1,000	0,797
GEO_5_A2		258,00	16,00	0,00	0,797	1,000
GEO_6_A2		258,00	0,00	0,00	1,000	1,000

GEO_7_A2		258,00	16,00	16,00	0,797	0,797
GEO_8_A2		252,00	0,00	0,00	1,000	1,000

Coefficienti di Paolucci e Pecker (1997): ECCENTRICITA' DEL CARICO		e _x	e _y	v _{e,x}	v _{e,y}	
		[m]	[m]	[-]	[-]	
GEO_1_A2		0,04	0,81	0,967	0,390	
GEO_2_A2		0,03	0,83	0,974	0,379	
GEO_3_A2		0,04	0,81	0,967	0,390	
GEO_4_A2		0,81	0,04	0,390	0,967	
GEO_5_A2		0,04	0,81	0,967	0,390	
GEO_6_A2		0,00	0,00	1,000	1,000	
GEO_7_A2		0,85	0,85	0,369	0,369	
GEO_8_A2		0,00	0,00	1,000	1,000	

Coefficienti di Paolucci e Pecker (1997): INERZIA DEL TERRENO		v _i	=	0,98 [-]
---	--	----------------	---	----------

Coefficiente parziale di sicurezza per la capacità portante		γ _R	=	1,80 [-]
---	--	----------------	---	----------

Determinazione della Capacità Portante		a _q	a _c	a _γ	q _{LIM,S}	q _{LIM,E,x}	q _{LIM,E,y}
		[-]	[-]	[-]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
GEO_1_A2		1,248	1,323	0,759	348	261	132
GEO_2_A2		1,257	1,335	0,777	351	280	130
GEO_3_A2		1,248	1,323	0,759	348	261	132
GEO_4_A2		1,248	1,323	0,759	348	132	261
GEO_5_A2		1,248	1,323	0,759	348	261	132
GEO_6_A2		1,425	1,560	0,700	425	415	415
GEO_7_A2		1,405	1,525	0,606	375	107	107
GEO_8_A2		1,425	1,560	0,700	425	415	415

Determinazione del Carico Limite Sismico		N _{Tot}	ass(V _{x,Ed})	ass(V _{y,Ed})	N _{Rd,E}	V _{Rd,E}	Δ
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
GEO_1_A2		258,00	16,00	0,00	685	14	✓ 0,38
GEO_2_A2		252,00	12,00	0,00	662	13	✓ 0,38
GEO_3_A2		258,00	16,00	0,00	685	14	✓ 0,38
GEO_4_A2		258,00	0,00	16,00	685	14	✓ 0,38
GEO_5_A2		258,00	16,00	0,00	685	14	✓ 0,38
GEO_6_A2		258,00	0,00	0,00	3686	74	✓ 0,07
GEO_7_A2		258,00	16,00	16,00	315	6	✓ 0,82
GEO_8_A2		252,00	0,00	0,00	3686	74	✓ 0,07

Point	Sollecitazioni (kN)	Resistenze (kN)
1	258,00	685
2	252,00	662
3	258,00	685
4	258,00	685
5	258,00	685
6	258,00	3686
7	258,00	315
8	252,00	3686

Determinazione della resistenza del plinto - Combinazioni STR						
"APPROCCIO 1" COMB.1: A1 + M1 + R1 (STAT.+SISMA)		N _{Ed}	ass(V _{x,Ed})	ass(V _{y,Ed})	ass(M _{x,Ed})	ass(M _{y,Ed})
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Massima forza normale (positiva se di compressione)	STR_1_A1	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
Minima forza normale (negativa se di trazione)	STR_2_A1	12,00	12,00	0,00	210,00	0,00
Massima forza di taglio in direzione x	STR_3_A1	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00
Massima forza di taglio in direzione y	STR_4_A1	18,00	0,00	16,00	0,00	210,00
Massimo momento flettente attorno a x	STR_5_A1	18,00	16,00	0,00	210,00	0,00

Minimo momento flettente attorno a x	STR_6_A1	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massimo momento flettente attorno a y	STR_7_A1	18,00	16,00	16,00	210,00	210,00
Minimo momento flettente attorno a y	STR_8_A1	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Coefficiente di sicurezza da applicare al peso del plinto 1,00 [-]

Azioni totali sulla fondazione - Combinazioni GEO (A1)

		N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	e _x	e _y
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
Massima forza normale	STR_1_A1	258,00	210,00	9,60	0,037	0,814
Minima forza normale	STR_2_A1	252,00	210,00	7,20	0,029	0,833
Massima forza di taglio in direzione x	STR_3_A1	258,00	210,00	9,60	0,037	0,814
Massima forza di taglio in direzione y	STR_4_A1	258,00	9,60	210,00	0,814	0,037
Massimo momento flettente attorno a x	STR_5_A1	258,00	210,00	9,60	0,037	0,814
Minimo momento flettente attorno a x	STR_6_A1	258,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Massimo momento flettente attorno a y	STR_7_A1	258,00	219,60	219,60	0,851	0,851
Minimo momento flettente attorno a y	STR_8_A1	252,00	0,00	0,00	0,000	0,000

Dimensioni efficaci del plinto

		N _{Tot}	M _{x,Tot}	M _{y,Tot}	L' _x	L' _y
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]
Massima forza normale	STR_1_A1	258,00	210,00	9,60	3,926	2,372
Minima forza normale	STR_2_A1	252,00	210,00	7,20	3,943	2,333
Massima forza di taglio in direzione x	STR_3_A1	258,00	210,00	9,60	3,926	2,372
Massima forza di taglio in direzione y	STR_4_A1	258,00	9,60	210,00	2,372	3,926
Massimo momento flettente attorno a x	STR_5_A1	258,00	210,00	9,60	3,926	2,372
Minimo momento flettente attorno a x	STR_6_A1	258,00	0,00	0,00	4,000	4,000
Massimo momento flettente attorno a y	STR_7_A1	258,00	219,60	219,60	2,298	2,298
Minimo momento flettente attorno a y	STR_8_A1	252,00	0,00	0,00	4,000	4,000

Copriferro inferiore d' = 40,00 [mm]

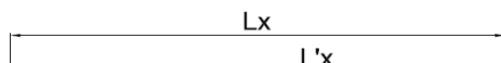
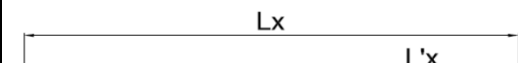
Resistenza di calcolo delle armature del plinto f_{yd} = 391,30 [MPa]

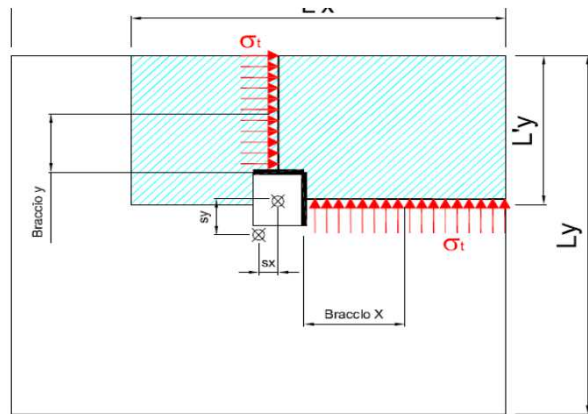
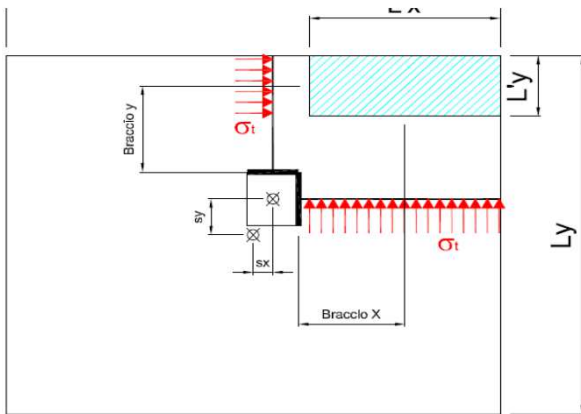
Progetto dell'armatura inferiore in direzione "X" (Modello a mensola flessibile)

		L _{mensola,x}	Braccio x	σ _t	M _{mensola}	A _{sx,min}
		[m]	[m]	[kPa]	[kNm/m]	[cm ² /m]
Massima forza normale	STR_1_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Minima forza normale	STR_2_A1	1,700	0,850	27	39,58	2,01
Massima forza di taglio in direzione x	STR_3_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Massima forza di taglio in direzione y	STR_4_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Massimo momento flettente attorno a x	STR_5_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Minimo momento flettente attorno a x	STR_6_A1	1,700	0,850	16	23,30	1,18
Massimo momento flettente attorno a y	STR_7_A1	1,700	0,850	49	70,62	3,58
Minimo momento flettente attorno a y	STR_8_A1	1,700	0,850	16	22,76	1,15
Armatura minima necessaria in "X"						3,58

Progetto dell'armatura inferiore in direzione "Y" (Modello a mensola flessibile)

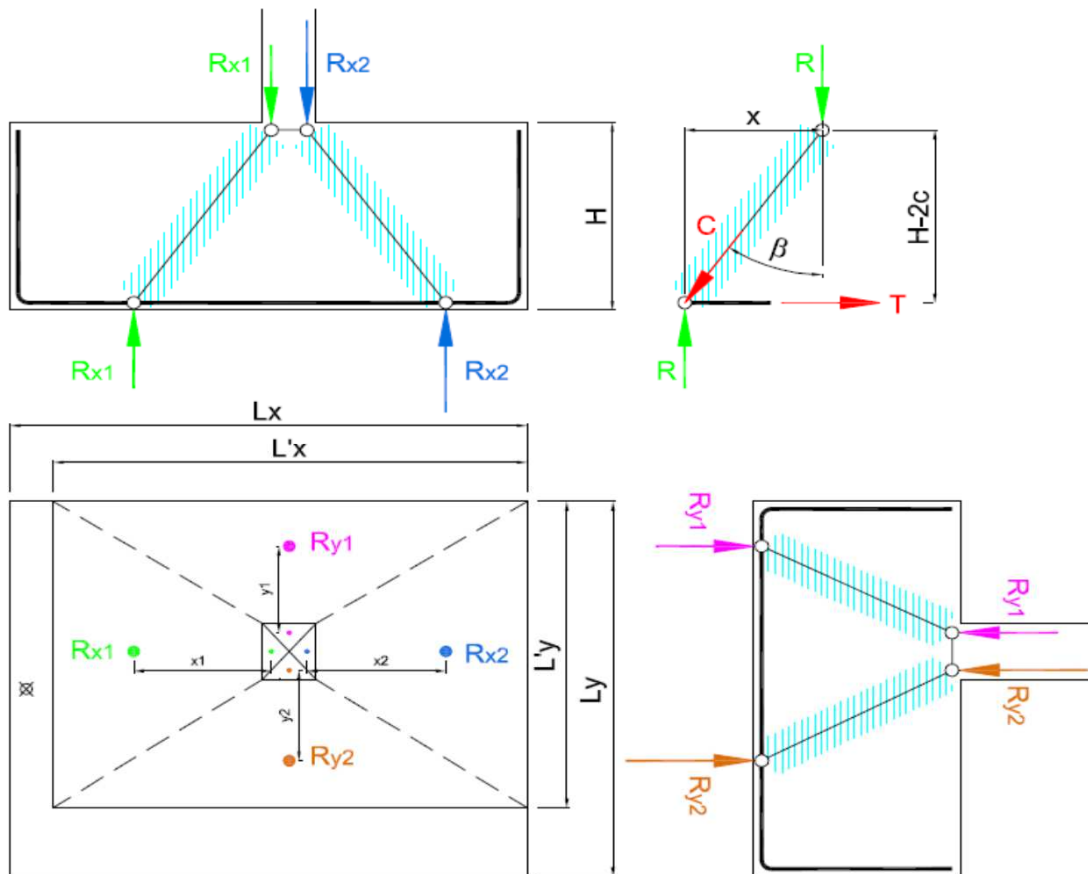
		L _{mensola,y}	Braccio y	σ _t	M _{mensola}	A _{sy,min}
		[m]	[m]	[kPa]	[kNm/m]	[cm ² /m]
Massima forza normale	STR_1_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Minima forza normale	STR_2_A1	1,700	0,850	27	39,58	2,01
Massima forza di taglio in direzione x	STR_3_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Massima forza di taglio in direzione y	STR_4_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Massimo momento flettente attorno a x	STR_5_A1	1,700	0,850	28	40,04	2,03
Minimo momento flettente attorno a x	STR_6_A1	1,700	0,850	16	23,30	1,18
Massimo momento flettente attorno a y	STR_7_A1	1,700	0,850	49	70,62	3,58
Minimo momento flettente attorno a y	STR_8_A1	1,700	0,850	16	22,76	1,15
Armatura minima necessaria in "Y"						3,58





Progetto dell'armatura (Modello a tiranti e puntoni)

Il presente metodo si adotta unicamente se l'area ridotta consente la formazione di un tetraedro di bielle compresse, altrimenti le ipotesi di utilizzo decadono.



Determinazione della risultanti delle forze agenti nel baricentro di ciascuna delle quattro aree caricate

	σ_t	$A_{x,1}$	$A_{x,2}$	$A_{y,1}$	$A_{y,2}$	$R_{x,1}$	$R_{x,2}$	$R_{y,1}$	$R_{y,2}$
	[kPa]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
STR_1_A1	28	2,506	2,616	0,253	3,937	69,42	72,49	7,01	109,07
STR_2_A1	27	2,500	2,583	0,166	3,951	68,47	70,76	4,54	108,23
STR_3_A1	28	2,506	2,616	0,253	3,937	69,42	72,49	7,01	109,07
STR_4_A1	28	0,253	3,937	2,506	2,616	7,01	109,07	69,42	72,49
STR_5_A1	28	2,506	2,616	0,253	3,937	69,42	72,49	7,01	109,07
STR_6_A1	16	4,000	4,000	4,000	4,000	64,50	64,50	64,50	64,50
STR_7_A1	49	0,089	0,600	0,089	0,600	4,36	29,32	4,36	29,32
STR_8_A1	16	4,000	4,000	4,000	4,000	63,00	63,00	63,00	63,00

Determinazione dei bracci delle risultanti delle forze e degli angoli delle bielle compresse

x_1	x_2	y_1	y_2	$H - 2c$	β_{x1}	β_{x2}	β_{y1}	β_{y2}
-------	-------	-------	-------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------

	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[°]	[°]
STR_1_A1	1,074	1,119	0,145	1,158	0,52	64,2	65,1	15,6	65,8
STR_2_A1	1,083	1,117	0,121	1,158	0,52	64,4	65,0	13,1	65,8
STR_3_A1	1,074	1,119	0,145	1,158	0,52	64,2	65,1	15,6	65,8
STR_4_A1	0,145	1,158	1,074	1,119	0,52	15,6	65,8	64,2	65,1
STR_5_A1	1,074	1,119	0,145	1,158	0,52	64,2	65,1	15,6	65,8
STR_6_A1	1,159	1,159	1,159	1,159	0,52	65,8	65,8	65,8	65,8
STR_7_A1	0,099	0,667	0,099	0,667	0,52	10,8	52,0	10,8	52,0
STR_8_A1	1,159	1,159	1,159	1,159	0,52	65,8	65,8	65,8	65,8

Determinazione delle trazioni nell'armatura tesa e delle compressioni nelle bielle di cls

	$C_{x,1}$	$C_{x,2}$	$C_{y,1}$	$C_{y,2}$	$T_{x,1}$	$T_{x,2}$	$T_{y,1}$	$T_{y,2}$
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
STR_1_A1	159,35	172,00	7,28	266,30	143,43	155,98	1,95	242,94
STR_2_A1	158,20	167,72	4,66	264,31	142,62	152,06	1,05	241,13
STR_3_A1	159,35	172,00	7,28	266,30	143,43	155,98	1,95	242,94
STR_4_A1	7,28	266,30	159,35	172,00	1,95	242,94	143,43	155,98
STR_5_A1	159,35	172,00	7,28	266,30	143,43	155,98	1,95	242,94
STR_6_A1	157,61	157,61	157,61	157,61	143,81	143,81	143,81	143,81
STR_7_A1	4,44	47,68	4,44	47,68	0,83	37,59	0,83	37,59
STR_8_A1	153,95	153,95	153,95	153,95	140,47	140,47	140,47	140,47

Massima compressione in direzione x $C_{x,max} = 266,30$ [kN]

Massima trazione in direzione x $T_{x,max} = 242,94$ [kN]

Massima compressione in direzione y $C_{y,max} = 266,30$ [kN]

Massima trazione in direzione y $T_{y,max} = 242,94$ [kN]

Resistenza di calcolo delle armature del plinto $f_{yd} = 391,30$ [MPa]

Numero ferri adottati in direzione x $n_x = 23,00$ [-]

Diametro ferri adottati in direzione x $\phi_x = 16,00$ [-]

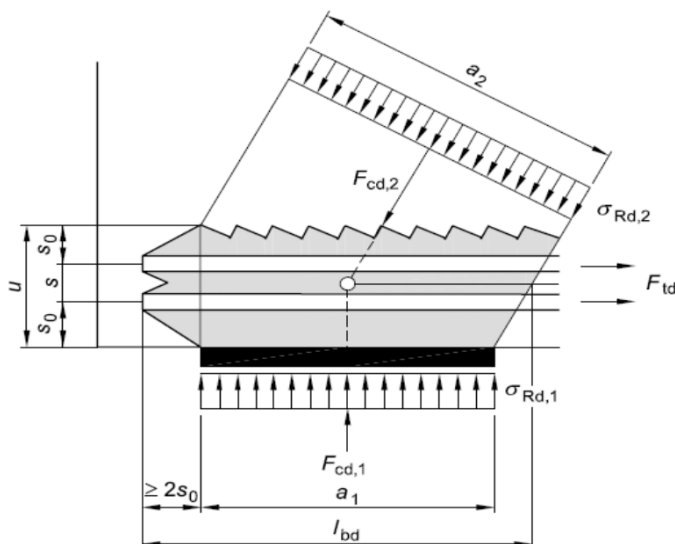
Numero ferri adottati in direzione y $n_y = 23,00$ [-]

Diametro ferri adottati in direzione y $\phi_y = 16,00$ [-]

Resistenza a trazione dell'armatura in direzione x $N_{t,Rd,x} = 1809,54$ [kN]

Resistenza a trazione dell'armatura in direzione y $N_{t,Rd,y} = 1809,54$ [kN]

Resistenza delle bielle compresse (NODO COMPRESSO - TESO CON ARMATURA DISPOSTA IN DUE DIREZIONI ORTOGONALI)



Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo $R_{ck} = 30,00$ [MPa]

Coefficiente di sicurezza da applicare alla resistenza di calcolo $\gamma_c = 1,50$ [-]

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo $f_{ck} = 24,90$ [MPa]

Resistenza di calcolo del calcestruzzo $f_{cd} = 16,60$ [MPa]

Determinazione del coefficiente $v' = 0,90$ [-]

Tasso
0,13
0,13

Massima resistenza a compressione per i nodi compressi - tesi	$\sigma_{Rd,max}$	=	11,21 [MPa]	
Area della biella compressa in direzione x	$A_{b,cx}$	=	134400 [mm ²]	Tasso
Verifica di resistenza della biella compressa in direzione x	$\sigma_{2x,max}$	=	1,98 [MPa]	✓ 0,18
Area della biella compressa in direzione y	$A_{b,cy}$	=	134400 [mm ²]	Tasso
Verifica di resistenza della biella compressa in direzione y	$\sigma_{2y,max}$	=	1,98 [MPa]	✓ 0,18