

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

PONTI E VIADOTTI

Ponte sul deviatore del canale Dugale da pk 16+496.10 a pk 16+518.10

SPALLE

Nota di calcolo - Allegato 2 alla proposta di risoluzione NC GC1145

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data:			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data:				

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	CL	V	I	0	4	0	6	0	0	5	B	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Ing. Alberto LEVORATO	Data

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Sett.22	M.Proietti	Sett.22	G.Grimaldi	Sett.22	
B	REVISIONE A SEGUITO COMMENTI ITLF	E.d.in	Nov.2022	M.Proietti	Nov.2022	G.Grimaldi	Nov.2022	

CIG. 8377957CD1

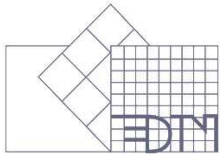
CUP: J41E91000000009

File: IN1712EI2CLVI0406005B.DOCX

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria



Roma, 01/12/2022

Rif. MP / 54 / 2022

Egregio **Ing. Casalone Pier Angelo**

Ing. Andreoli Enrico

OGGETTO: VI04 – Verifiche fondazioni Spalla B a seguito di NC (GC1145) riguardante la non realizzazione del palo 2

La presente nota è finalizzata alla risoluzione della non conformità (GC1145) della palificata della spalla B del viadotto VI04 - Ponte sul deviatore del canale Dugale, opera a campata unica, ubicata tra la pk 16+495.80 e 16+517.80 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Con la presente si riporta la verifica del plinto di fondazione e si allega la relativa tavola di armatura con le modifiche apportate.



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria



VI04 – Ponte sul deviatore del canale Ducale

Nota tecnica risoluzione NC Spalla B

Tribunale di ROMA: 6400/81

C.C.I.A.A. ROMA: 481450

Partita I.V.A.: 01275921003

Codice fiscale: 04016070585

1 Premessa

La NC in oggetto (GC1145) ha riguardato la problematica di esecuzione del palo 2 della palificata, che a causa di imprevisti durante le operazioni di scavo, non è stato possibile proseguire con la realizzazione, il foro è stato riempito con cls magro.

La palificata della spalla B, in PE è prevista costituita da 12 pali diametro $D = 1.5$ m e lunghezza $L = 23.0$ m, disposti come mostrato nella figura seguente.

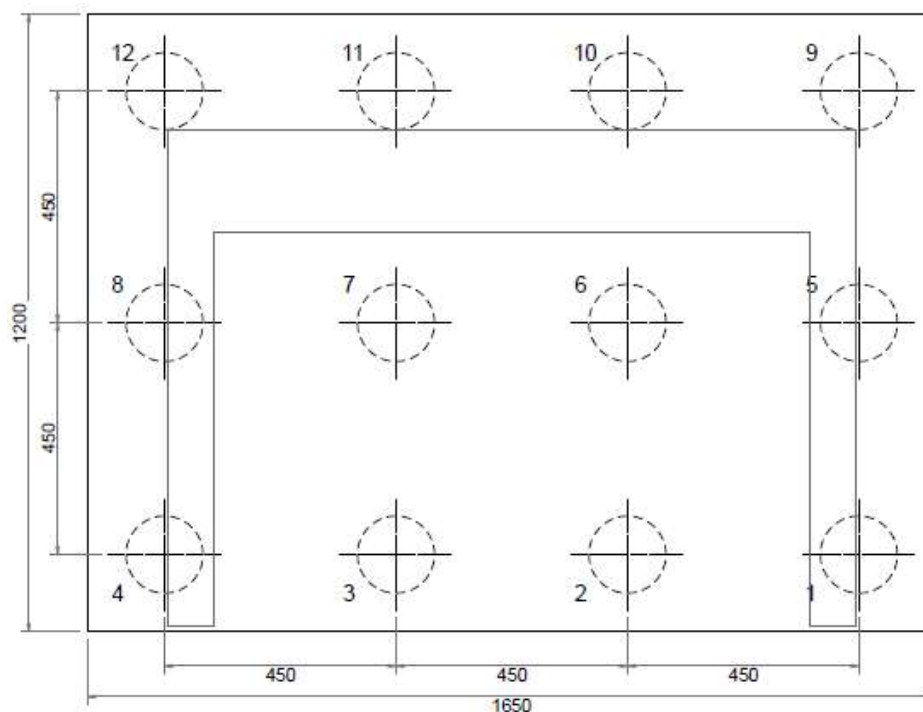


Figura 1 – Palificata a 12 pali Spalla B da PE

Il presente documento riporta le analisi e le verifiche strutturali della platea di fondazione in funzione della palificata come effettivamente eseguita: 11 pali diametro $D = 1.5$ m e lunghezza $L = 23.0$ m.

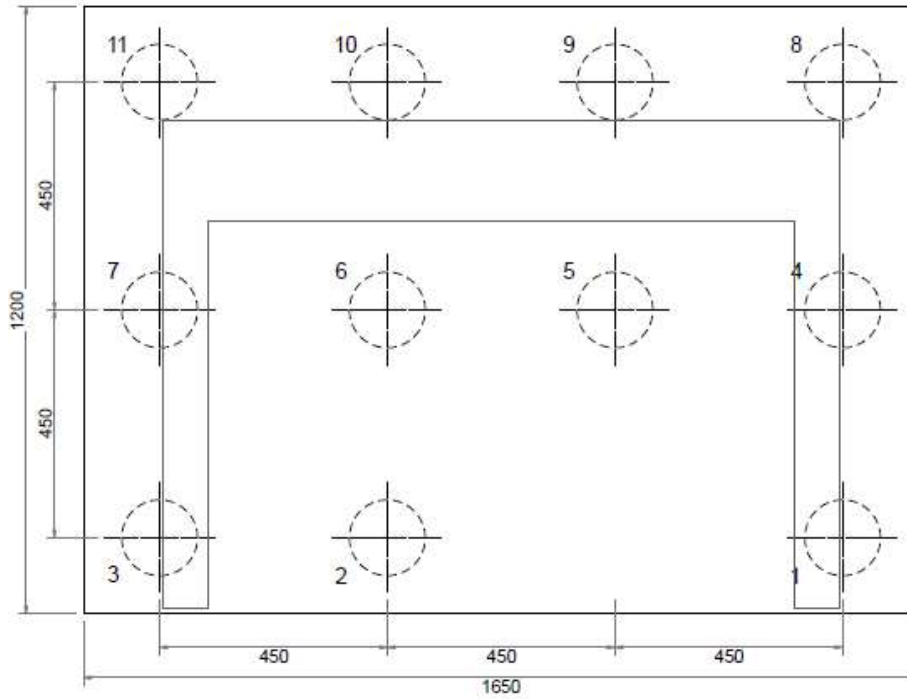
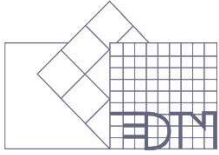
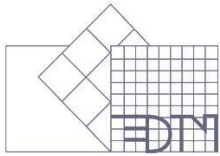


Figura 2 – Palificata a 11 pali Spalla B come eseguita



2 Verifiche strutturali platea di fondazione

Si riportano di seguito i risultati delle analisi della platea di fondazione della Spalla B, eseguite considerando la geometria di Figura 2, e stesse azioni e stessi modelli descritti nella relazione di calcolo dell'opera (IN1712EI2CLVI0406001). Le analisi sono finalizzate alla determinazione delle sollecitazioni agenti sulla platea di fondazione, da utilizzarsi nelle verifiche strutturali a flessione e a taglio, di seguito riportate.

2.1 Verifica a flessione

Le sollecitazioni utilizzate per le verifiche a flessione sono state ricavate con il metodo Wood-Armer, utilizzando gli involuppi di tutte le combinazioni considerate. In particolare, si è fatto riferimento alle massime sollecitazioni ottenute nei nodi centrali di tutti gli elementi "plate" che costituiscono la fondazione.

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale delle sezioni in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Si riportano di seguito i momenti flettenti Wood-Armer ottenuti in direzione longitudinale (Direzione 1) e trasversale (Direzione 2) per la superficie superiore (Top) e per quella inferiore (Bottom) della platea.

In particolare, è possibile osservare un incremento dei picchi di momento positivo e negativo in corrispondenza dei pali adiacenti a quello non realizzato. Tali incrementi non comportano alcun tipo di problema nelle verifiche allo SLU, ma non permettono il rispetto del valore limite di 0.200 mm di apertura delle fessure.

Risulta quindi necessario un incremento dell'armatura superiore e inferiore in direzione longitudinale all'interno di una fascia di larghezza 2.00 m lungo gli allineamenti dei pali 5-9 e 2-10 (Figura 2), e di quella superiore, in direzione trasversale, all'interno di una fascia di larghezza 2.00 m lungo gli allineamenti dei pali 1-3 (Figura 2). Tali armature aggiuntive sono costituite, per ogni rinforzo, da 5 Φ 26 disposti a passo 40 cm.



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria

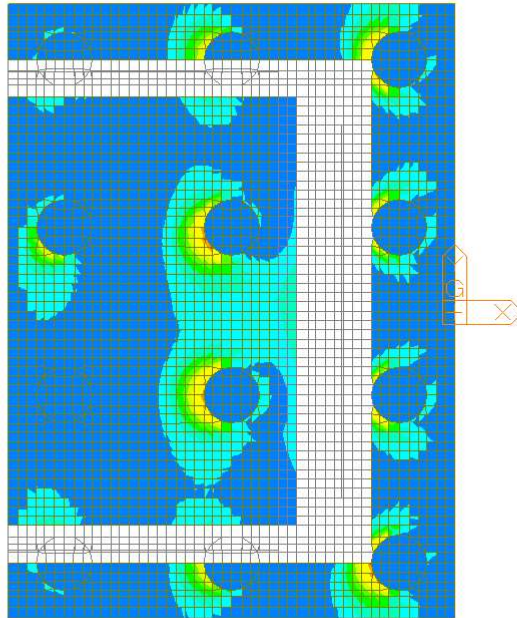


Tribunale di ROMA: 6400/81

C.C.I.A.A. ROMA: 481450

Partita I.V.A.: 01275921003

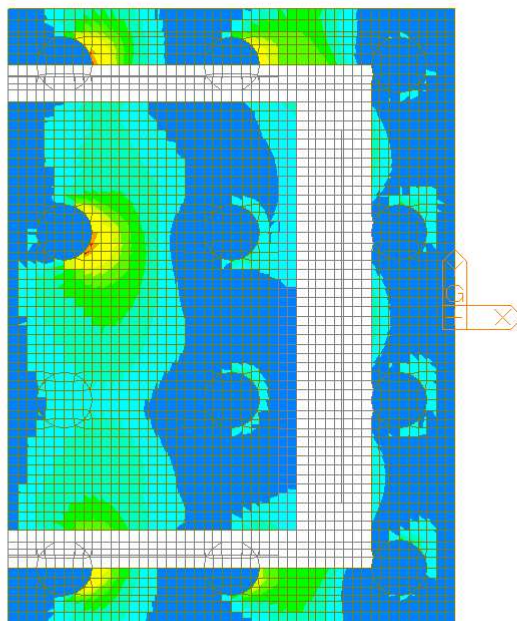
Codice fiscale: 04016070585



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
2245	
2041	
1837	
1632	
1428	
1224	
1020	
816	
612	
408	
204	
0	

CBMAX: ENV_SLU_- ELEMENT
MAX : 34609
MIN : 17313
UNIT: kN*m/m
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

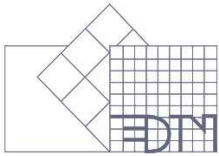
Figura 3 – Inviluppo SLU – W-A Moment Top Direzione 1



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
2031	
1846	
1662	
1477	
1292	
1108	
923	
739	
554	
369	
185	
0	

CBMAX: ENV_SLU_- ELEMENT
MAX : 34557
MIN : 17307
UNIT: kN*m/m
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 4 – Inviluppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 1



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria



Tribunale di ROMA: 6400/81

C.C.I.A.A. ROMA: 481450

Partita I.V.A.: 01275921003

Codice fiscale: 04016070585

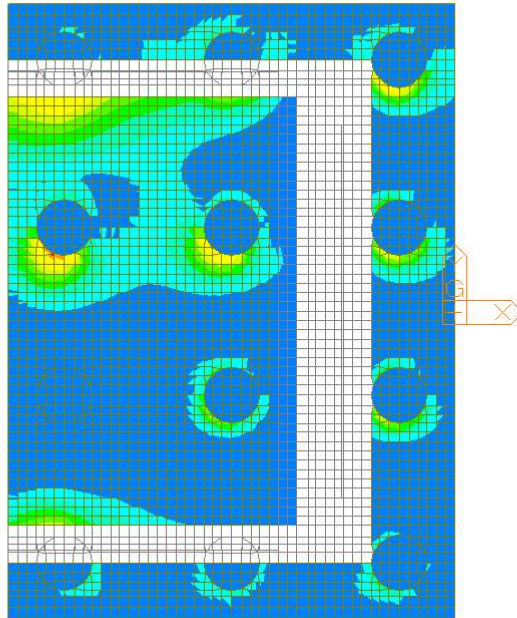


Figura 5 – Involuppo SLU – W-A Moment Top Direzione 2

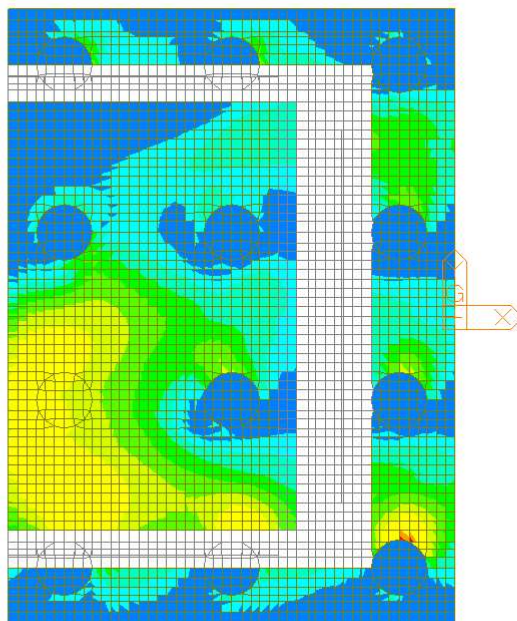
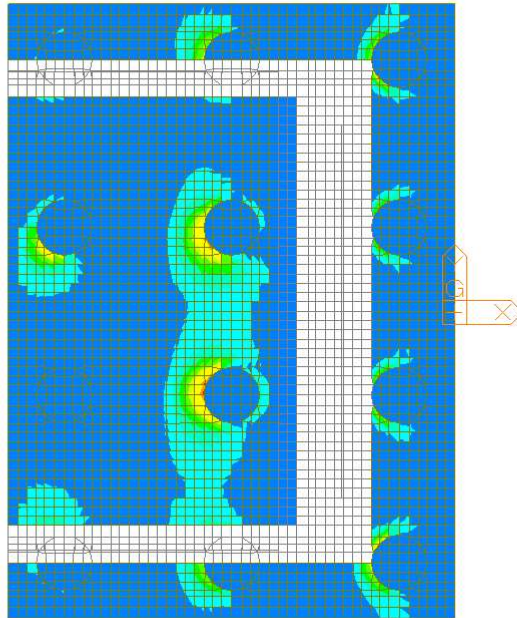


Figura 6 – Involuppo SLU – W-A Moment Bottom Direzione 2



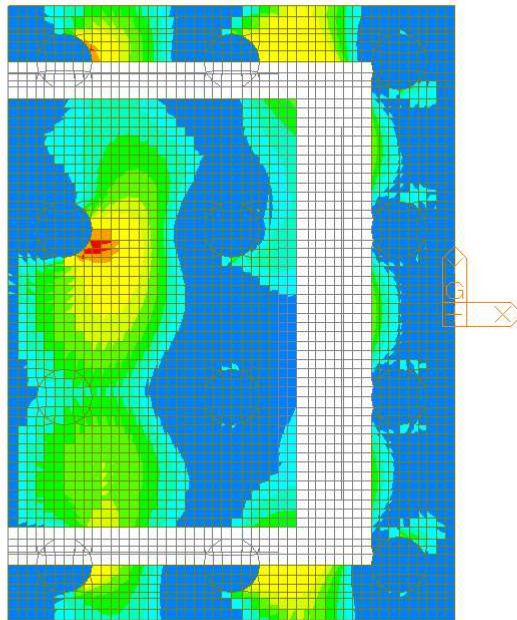
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
1461	
1328	
1195	
1063	
930	
797	
664	
531	
398	
266	
133	
0	

CBMAX: ENV_RAR-ELEMENT
MAX : 34404
MIN : 17313

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 7 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 1



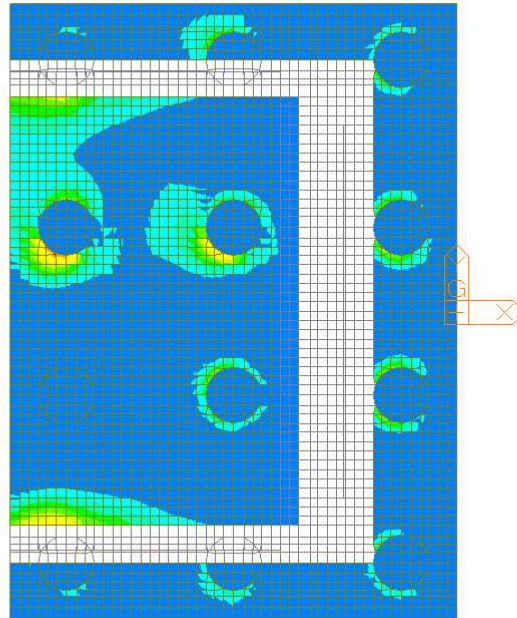
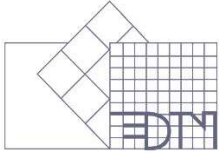
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
773	
703	
633	
562	
492	
422	
351	
281	
211	
141	
70	
0	

CBMAX: ENV_RAR-ELEMENT
MAX : 34557
MIN : 17307

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 8 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 1



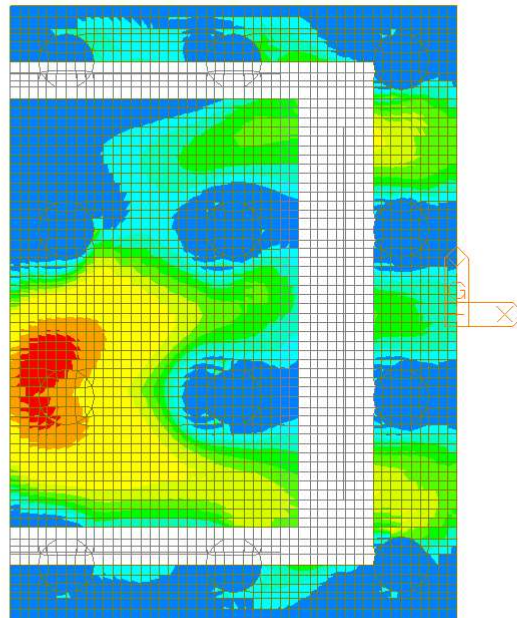
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
1131	
1028	
925	
823	
720	
617	
514	
411	
308	
206	
103	
0	

CBMAX: ENV_RAR- ELEMENT
MAX : 34572
MIN : 17313

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 9 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Top Direzione 2



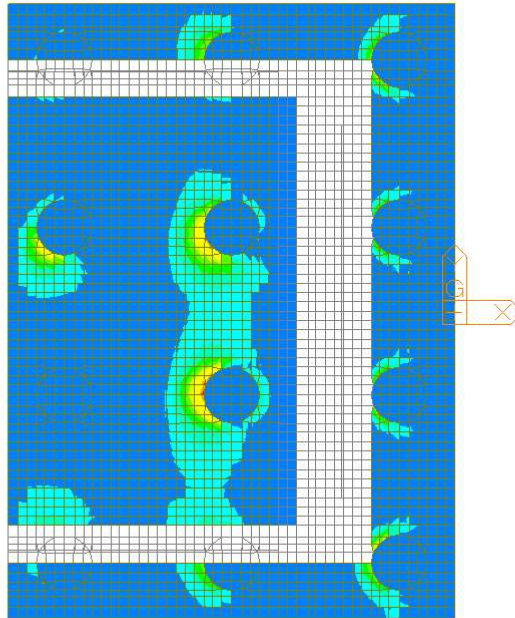
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
765	
695	
626	
556	
487	
417	
348	
278	
209	
139	
70	
0	

CBMAX: ENV_RAR- ELEMENT
MAX : 35059
MIN : 17307

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

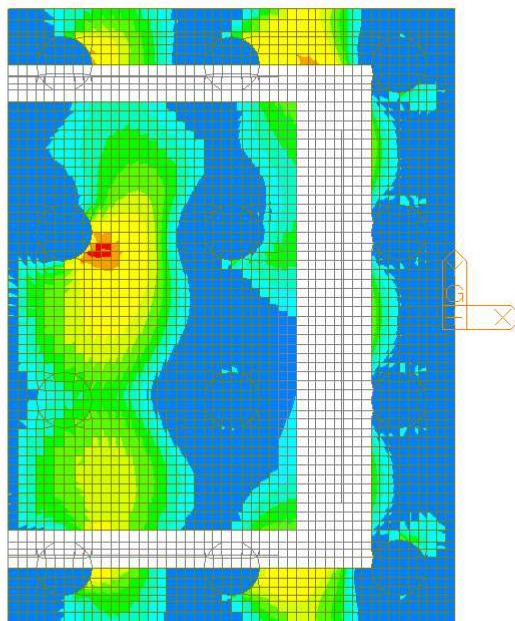
Figura 10 – Involuppo SLE Rara – W-A Moment Bottom Direzione 2



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
1313	
1194	
1074	
955	
836	
716	
597	
478	
358	
239	
119	
0	

CBMAX: ENV_FRE-ELEMENT
MAX : 34404
MIN : 17313
UNIT: kN*m/m
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 11 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 1



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
656	
596	
537	
477	
417	
358	
298	
239	
179	
119	
60	
0	

CBMAX: ENV_FRE-ELEMENT
MAX : 34556
MIN : 17307
UNIT: kN*m/m
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Figura 12 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 1

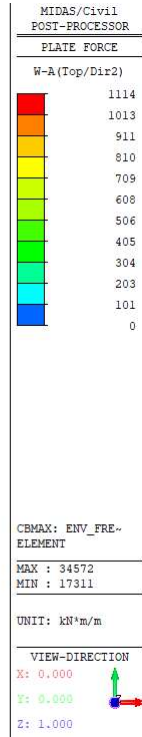
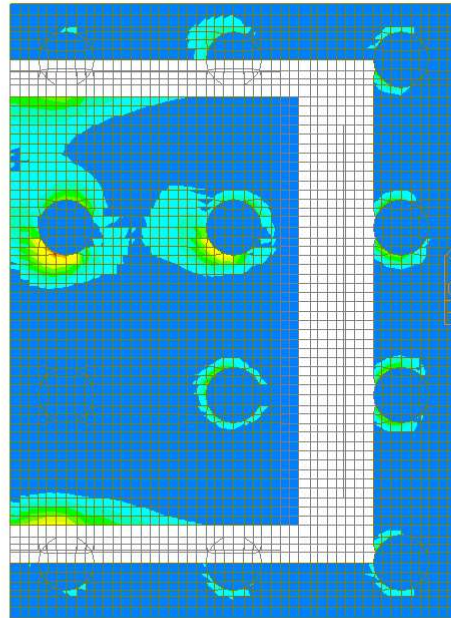
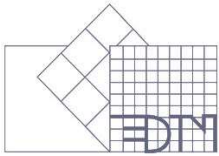


Figura 13 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Top Direzione 2

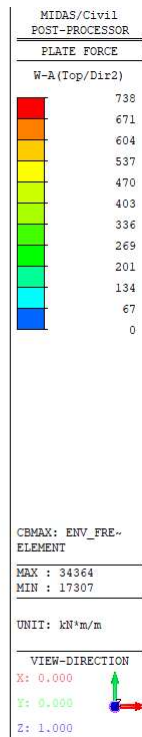
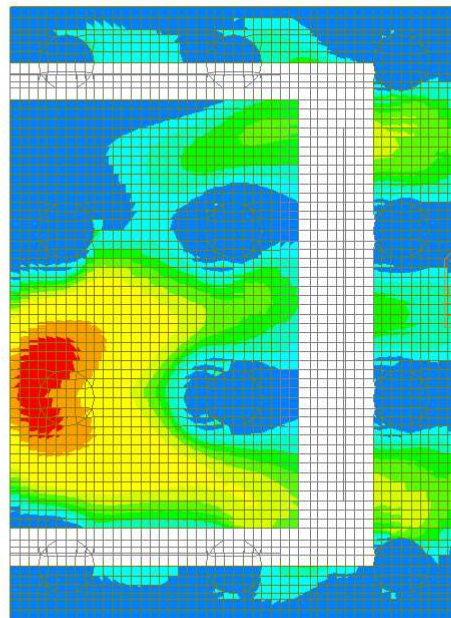


Figura 14 – Involuppo SLE Frequente – W-A Moment Bottom Direzione 2

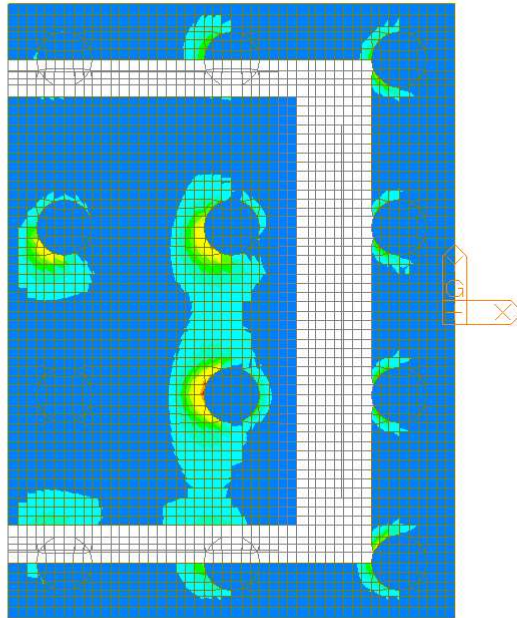
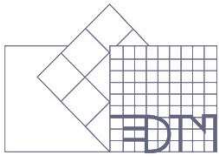


Figura 15 – Involuppo SLE Quasi permanente – W-A Moment Top Direzione 1

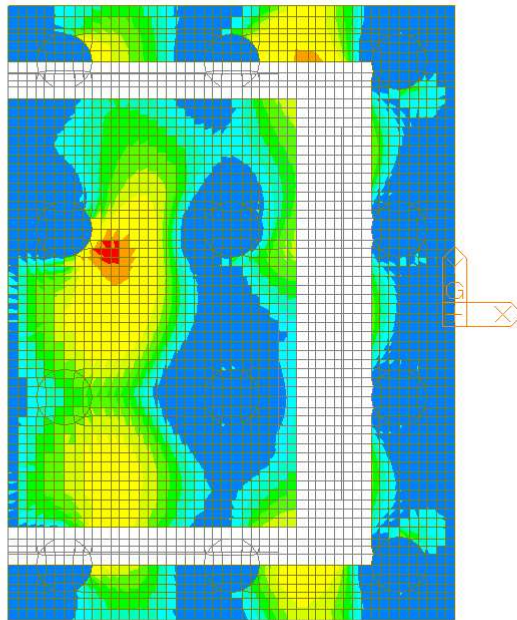
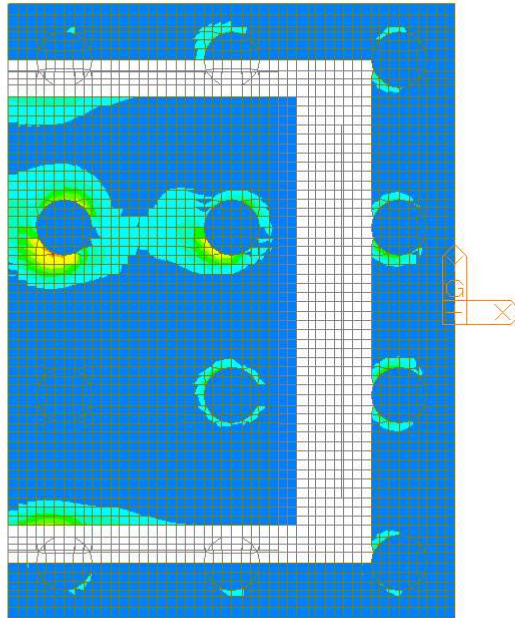
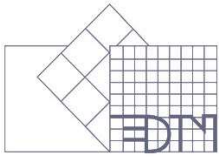


Figura 16 – Involuppo SLE Quasi permanente – W-A Moment Bottom Direzione 1



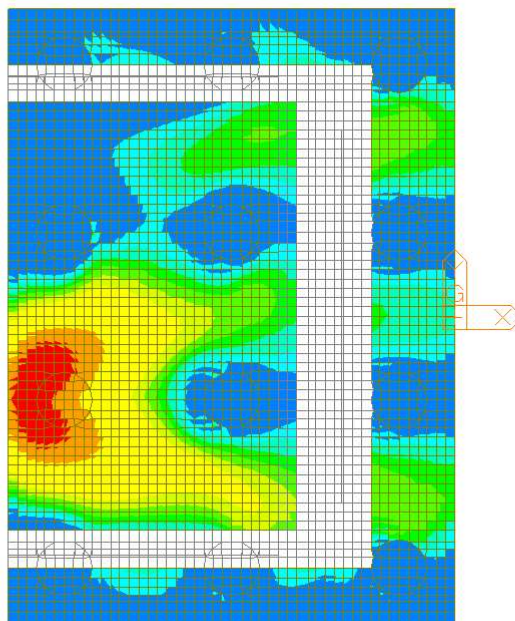
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
1084	
985	
887	
788	
690	
591	
493	
394	
296	
197	
99	
0	

CBMAX: ENV_Q.P
ELEMENT
MAX : 34572
MIN : 17308

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	↑
Y: 0.000	→
Z: 1.000	↓

Figura 17 – Involuppo SLE Quasi permanente – W-A Moment Top Direzione 2



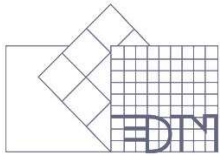
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
W-A(Top/Dir2)	
703	
639	
575	
511	
447	
383	
319	
255	
192	
128	
64	
0	

CBMAX: ENV_Q.P
ELEMENT
MAX : 34364
MIN : 17307

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	↑
Y: 0.000	→
Z: 1.000	↓

Figura 18 – Involuppo SLE Quasi permanente – W-A Moment Bottom Direzione 2



2.1.1 Armatura in direzione longitudinale – maglia base

L'armatura in direzione longitudinale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre $\varnothing 26/20''$ + 1 strato di barre $\varnothing 20/20''$ superiormente
- 1 strato di barre $\varnothing 26/20''$ inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.00 m.

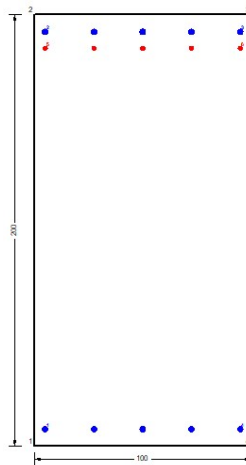


Figura 19 – Sezione implementata in RC-SEC

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

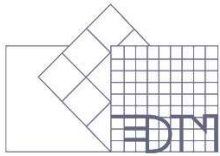
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Direzione_X_11 pali

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria



Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

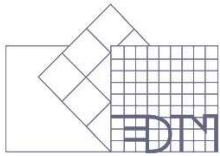
N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	192.1	26
3	45.0	192.1	26
4	45.0	7.9	26
5	-45.0	184.5	20
6	45.0	184.5	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26
3	5	6	3	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.



My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1789.40	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1638.70	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-747.90	0.00
2	0.00	649.30	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-637.10 (-1940.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	539.40 (1904.16)	0.00 (0.00)

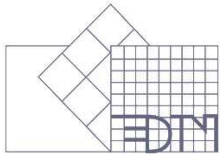
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-470.70 (-1940.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	443.00 (1904.16)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate****VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia



My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1789.40	0.00	0.00	-3041.53	0.00	1.70	42.3
2	S	0.00	1638.70	0.00	0.00	1998.78	0.00	1.22	42.3

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.054	-50.0	0.0	0.00086	-45.0	7.9	-0.06080	-45.0	192.1
2	0.00350	0.053	-50.0	200.0	0.00080	-45.0	192.1	-0.06207	-45.0	7.9

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000334699	0.003500000	0.054	0.700
2	0.000000000	0.000341318	-0.064763553	0.053	0.700

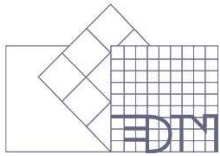
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.81	-50.0	0.0	-102.1	22.5	192.1	2664	42.3
2	S	1.78	-50.0	200.0	-134.7	22.5	7.9	1970	26.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]



k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00054	0	0.500	23.4	66	0.00031 (0.00031)	475 0.146 (990.00)	-1940.56	0.00	
2	S	-0.00071	0	0.500	26.0	66	0.00040 (0.00040)	552 0.223 (990.00)	1904.16	0.00	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.54	-50.0	0.0	-87.0	22.5	192.1	2664	42.3
2	S	1.48	-50.0	200.0	-111.9	22.5	7.9	2000	26.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

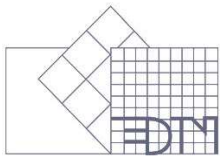
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.500	23.4	66	0.00026 (0.00026)	475 0.124 (0.20)	-1940.56	0.00	
2	S	-0.00059	0	0.500	26.0	66	0.00034 (0.00034)	557 0.187 (0.20)	1904.16	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.14	50.0	0.0	-64.2	22.5	192.1	2664	42.3
2	S	1.21	-50.0	200.0	-91.9	-22.5	7.9	1950	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0	0.500	23.4	66	0.00019 (0.00019)	475 0.092 (0.20)	-1940.56	0.00	
2	S	-0.00048	0	0.500	26.0	66	0.00028 (0.00028)	549 0.151 (0.20)	1904.16	0.00	



2.1.2 Armatura in direzione longitudinale – rinforzo superiore e inferiore

L'armatura in direzione longitudinale della platea di fondazione, nelle fasce in cui è previsto l'inserimento di barre di rinforzo, è costituita da:

- 1 strato di barre $\varnothing 26/20'' + \varnothing 26/40'' + 1$ strato di barre $\varnothing 20/20''$ superiormente
- 1 strato di barre $\varnothing 26/20'' + \varnothing 26/40''$ inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.00 m.

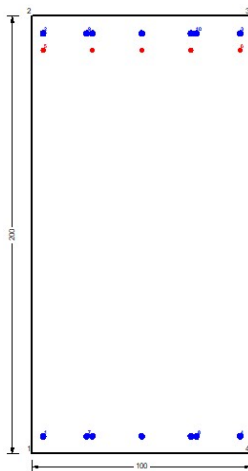


Figura 20 – Sezione implementata in RC-SEC

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

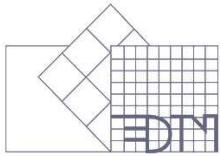
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Direzione_X_11 pali_rinf

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	



E.D.IN. S.r.l. Società di Ingegneria



Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.9	26
2	-45.0	192.1	26
3	45.0	192.1	26
4	45.0	7.9	26
5	-45.0	184.5	20
6	45.0	184.5	20
7	-25.1	7.9	26
8	25.1	7.9	26
9	-25.1	192.1	26
10	25.1	192.1	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

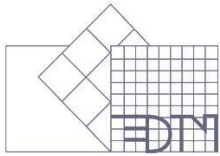
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26
3	5	6	3	20

Tribunale di ROMA: 6400/81

C.C.I.A.A. ROMA: 481450

Partita I.V.A.: 01275921003

Codice fiscale: 04016070585

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1916.90	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1752.20	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1182.40	0.00
2	0.00	725.30	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1055.20 (-2010.12)	0.00 (0.00)
2	0.00	608.80 (1972.97)	0.00 (0.00)

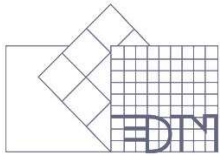
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-866.70 (-2010.12)	0.00 (0.00)
2	0.00	474.10 (1972.97)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate



VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1916.90	0.00	0.00	-3805.63	0.00	1.99	52.9
2	S	0.00	1752.20	0.00	0.00	2757.43	0.00	1.57	52.9

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.059	-50.0	0.0	0.00105	-45.0	7.9	-0.05616	-45.0	192.1
2	0.00350	0.056	-50.0	200.0	0.00094	-45.0	192.1	-0.05880	-45.0	7.9

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

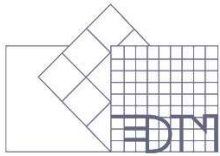
a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000310586	0.003500000	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000324297	-0.061359469	0.056	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	-50.0	0.0	-128.7	22.5	192.1	2541	52.9
2	S	1.68	-50.0	200.0	-108.1	22.5	7.9	1950	37.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	23.9	66	0.00039 (0.00039)	419	0.162 (990.00)	-2010.12	0.00
2	S	-0.00057	0	0.500	26.0	66	0.00032 (0.00032)	456	0.148 (990.00)	1972.97	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.26	-50.0	0.0	-114.8	22.5	192.1	2541	52.9
2	S	1.41	50.0	200.0	-90.7	-22.5	7.9	1950	37.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

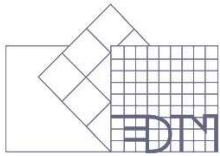
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00060	0	0.500	23.9	66	0.00034 (0.00034)	419	0.144 (0.20)	-2010.12	0.00
2	S	-0.00048	0	0.500	26.0	66	0.00027 (0.00027)	456	0.124 (0.20)	1972.97	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.86	50.0	0.0	-94.3	22.5	192.1	2541	52.9
2	S	1.10	-50.0	200.0	-70.6	22.5	7.9	1950	37.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.500	23.9	66	0.00028 (0.00028)	419	0.119 (0.20)	-2010.12	0.00
2	S	-0.00037	0	0.500	26.0	66	0.00021 (0.00021)	456	0.097 (0.20)	1972.97	0.00



2.1.3 Armatura in direzione trasversale – maglia base

L'armatura in direzione trasversale della platea di fondazione è costituita da:

- 1 strato di barre $\varnothing 26/20''$ superiormente
- 1 strato di barre $\varnothing 26/20''$ inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.00 m.

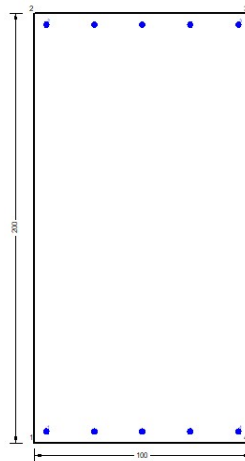


Figura 21 – Sezione implementata in RC-SEC

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

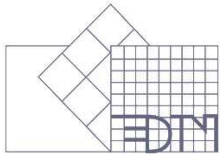
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Direzione_Y_11 pali

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²



Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.3	26
2	-45.0	194.7	26
3	45.0	194.7	26
4	45.0	5.3	26

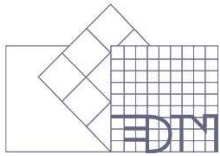
DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x



N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1708.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1396.90	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-775.70	0.00
2	0.00	743.80	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-714.00 (-1889.51)	0.00 (0.00)
2	0.00	719.40 (1889.51)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

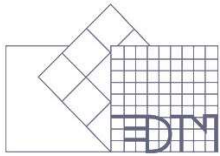
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-615.20 (-1889.51)	0.00 (0.00)
2	0.00	684.40 (1889.51)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.



N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1708.00	0.00	0.00	-1985.98	0.00	1.16	26.5
2	S	0.00	1396.90	0.00	0.00	1985.98	0.00	1.42	26.5

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00250	0.036	-50.0	0.0	0.00060	-45.0	5.3	-0.06750	-45.0	194.7
2	0.00250	0.036	-50.0	200.0	0.00060	-45.0	194.7	-0.06750	-45.0	5.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000359530	0.002500587	0.036	0.700
2	0.000000000	0.000359530	-0.069405512	0.036	0.700

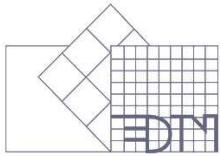
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.13	50.0	0.0	-158.2	22.5	194.7	1350	26.5
2	S	2.04	-50.0	200.0	-151.7	0.0	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]



Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00082	0	0.500	26.0	40	0.00047 (0.00047)	361 0.171 (990.00)	-1889.51	0.00	
2	S	-0.00078	0	0.500	26.0	40	0.00045 (0.00045)	352 0.160 (990.00)	1889.51	0.00	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.96	-50.0	0.0	-145.6	22.5	194.7	1300	26.5
2	S	1.98	-50.0	200.0	-146.7	-45.0	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

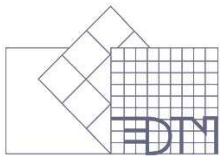
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0	0.500	26.0	40	0.00044 (0.00044)	352 0.154 (0.20)	-1889.51	0.00	
2	S	-0.00076	0	0.500	26.0	37	0.00044 (0.00044)	342 0.151 (0.20)	1889.51	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.69	50.0	0.0	-125.4	22.5	194.7	1332	26.5
2	S	1.88	50.0	200.0	-139.6	22.5	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.500	26.0	40	0.00038 (0.00038)	358 0.135 (0.20)	-1889.51	0.00	
2	S	-0.00072	0	0.500	26.0	40	0.00042 (0.00042)	352 0.148 (0.20)	1889.51	0.00	



2.1.4 Armatura in direzione trasversale – rinforzo superiore

L'armatura in direzione trasversale della platea di fondazione, nella fascia in cui è previsto l'inserimento di barre di rinforzo superiori, è costituita da:

- 1 strato di barre $\varnothing 26/20'' + \varnothing 26/40''$ superiormente
- 1 strato di barre $\varnothing 26/20''$ inferiormente

Si verifica la sezione maggiormente sollecitata, di dimensioni 1.00 x 2.00 m.

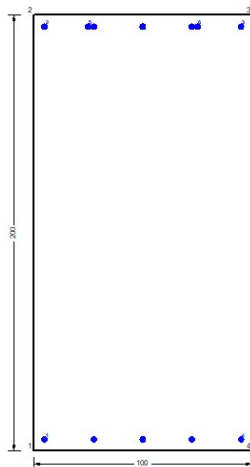


Figura 22 – Sezione implementata in RC-SEC

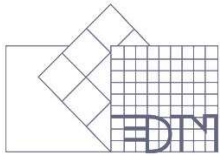
Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: Direzione_Y_11 pali_rinf

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	



Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.3	26
2	-45.0	194.7	26
3	45.0	194.7	26
4	45.0	5.3	26
5	-25.1	194.7	26
6	25.1	194.7	26

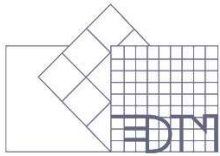
DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	3	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.



My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1886.40	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1396.90	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-915.10	0.00
2	0.00	743.80	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-904.80 (-1939.76)	0.00 (0.00)
2	0.00	719.40 (1912.03)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

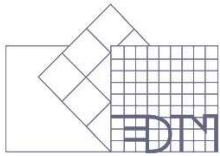
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-885.00 (-1939.76)	0.00 (0.00)
2	0.00	684.40 (1912.03)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia



My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inertia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa.

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1886.40	0.00	0.00	-2772.46	0.00	1.47	37.2
2	S	0.00	1396.90	0.00	0.00	1985.75	0.00	1.42	26.5

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00296	0.042	-50.0	0.0	0.00105	-45.0	5.3	-0.06750	-45.0	194.7
2	0.00239	0.034	-50.0	200.0	0.00048	-45.0	194.7	-0.06750	-45.0	5.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000361915	0.002964813	0.042	0.700
2	0.000000000	0.000358946	-0.069402415	0.034	0.700

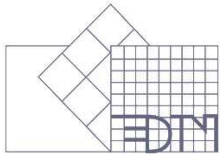
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.21	-50.0	0.0	-134.5	0.0	194.7	1350	37.2
2	S	1.96	-50.0	200.0	-151.2	22.5	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]



k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00070	0	0.500	26.0	40	0.00040 (0.00040)	297 0.120 (990.00)		-1939.76	0.00
2	S	-0.00078	0	0.500	26.0	40	0.00045 (0.00045)	352 0.160 (990.00)		1912.03	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.18	50.0	0.0	-133.0	22.5	194.7	1350	37.2
2	S	1.89	-50.0	200.0	-146.2	-22.5	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00069	0	0.500	26.0	40	0.00040 (0.00040)	297 0.118 (0.20)		-1939.76	0.00
2	S	-0.00075	0	0.500	26.0	40	0.00044 (0.00044)	352 0.155 (0.20)		1912.03	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.13	-50.0	0.0	-130.1	22.5	194.7	1350	37.2
2	S	1.80	-50.0	200.0	-139.1	0.0	5.3	1300	26.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00067	0	0.500	26.0	40	0.00043 (0.00039)	297 0.128 (0.20)		-1939.76	0.00
2	S	-0.00072	0	0.500	26.0	40	0.00042 (0.00042)	352 0.147 (0.20)		1912.03	0.00



2.2 Verifica a taglio

La verifica a taglio della platea di fondazione è stata effettuata in accordo con quanto esposto nella relazione di calcolo della spalla. Si riportano, nelle figure seguenti, i diagrammi del taglio relativi all'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

Tribunale di ROMA: 6400/81

C.C.I.A.A. ROMA: 481450

Partita I.V.A.: 01275921003

Codice fiscale: 04016070585

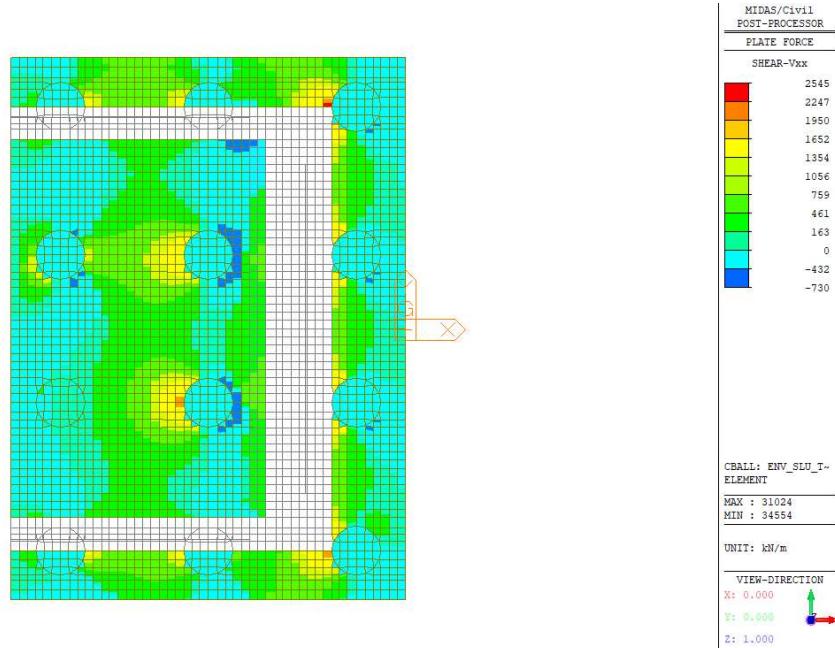


Figura 23 – Involuppo SLU - Vxx

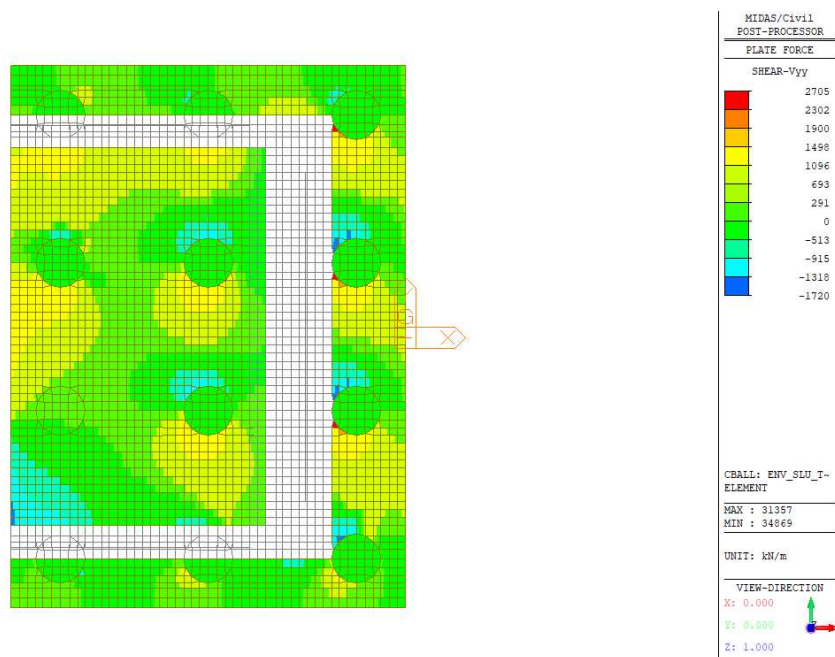
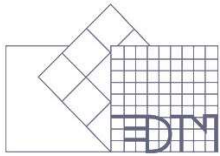


Figura 24 – Involuppo SLU - Vyy



La verifica è stata effettuata nei confronti del valore massimo di taglio $V_{Ed,max}$, ottenuto dall'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

In particolar modo, per ogni elemento plate è stato calcolato il taglio di progetto come:

$$V_{Ed,max} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2}$$

dove V_{xx} è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse x locale dell'elemento plate, mentre V_{yy} è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse y. Mediando i valori puntuali su una larghezza opportuna, si ottiene:

$$V_{Ed,max} = 1465.3 \text{ kN/m}$$

Si ottiene un piccolo incremento del taglio agente sulla platea di fondazione; tuttavia, l'armatura prevista nel PE, costituita da spille $\varnothing 20$ disposte secondo una maglia di dimensioni 40 x 80 cm, risulta comunque sufficiente.

Di seguito si riporta la verifica svolta considerando una sezione di larghezza unitaria ed altezza pari a quella della platea di fondazione.

Caratteristiche materiali

Cls

R_{ck}	30	N/mm^2	resistenza cubica caratteristica a compressione
f_{ck}	24.90	N/mm^2	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
f_{cm}	32.90	N/mm^2	resistenza cilindrica media a compressione
f_{cd}	16.60	N/mm^2	resistenza cilindrica di progetto a compressione
f_{ctm}	2.56	N/mm^2	resistenza a trazione media
f_{ctm}	3.07	N/mm^2	resistenza a trazione media per fessurazione
E_{cm}	31447	N/mm^2	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 f_{cm})

Acciaio barre longitudinali

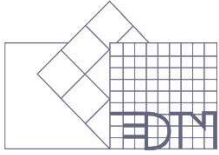
f_{yk}	450	N/mm^2
f_{yd}	391.3	N/mm^2

Acciaio staffe

f_{yk}	450	N/mm^2
f_{yd}	391.3	N/mm^2

Caratteristiche di aderenza delle barre

η	1.00		
f_{bk}	4.03	N/mm^2	tensione di aderenza caratteristica
f_{bd}	2.69	N/mm^2	tensione di aderenza di progetto



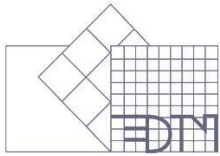
Calcoli preliminari

A_{sl}	2654.6	mm^2	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0014		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0014		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm^2	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm^2	tensione media considerata nei calcoli
A_{sw}	392.7	mm^2	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento armato a taglio

α	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f'_{cd}	8.300	N/mm^2	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	31972	kN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	1643.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	4236.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	1643.9	kN	taglio resistente di calcolo

> 1465.3 kN



2.3 Verifica a taglio-punzonamento

Le verifiche a punzonamento della platea di fondazione sono state condotte in accordo con quanto esposto nella relazione di calcolo della spalla.

In particolare, la verifica è stata condotta in corrispondenza del palo 6 (nuova configurazione, Figura 2) per lo sforzo assiale massimo ottenuto dall'involuppo delle combinazioni di carico SLU e SLV. A tale sforzo, ricavato direttamente dal modello di calcolo, è stato sottratto il contributo della platea di fondazione e del terreno di riempimento della spalla.

$$V_{Ed} = 3675.7 \text{ kN}$$

Caratteristiche materiali

Rck	30	N/mm ²	Resistenza caratt. cubica cls
fck	25	N/mm ²	Resistenza caratt. cilindrica cls
γc	1.5		Coefficiente sicurezza cls
τrd	0.30	N/mm ²	Resist. unit. a taglio
fyk	450	N/mm ²	Tensione di snervamento acciaio
γs	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatura tesa

Alx	42.25	cm ² /m	Armatura tesa in direzione x
Aly	26.55	cm ² /m	Armatura tesa in direzione y

Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	200	cm	Altezza plinto
d	190.95	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u1	1623.00	cm	Perimetro di verifica di base
u0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.32		Coefficiente
pl	0.0018		Percentuale di armatura tesa

Tensione massima di taglio

Ved	3675.70	kN	Reazione agli SLU
Ved	226.48	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
ved	0.12	N/mm ²	Tensione di taglio agente



Resistenza a punzonamento offerta dal solo calcestruzzo immediatamente a ridosso del palo

ved	0.41	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
vr _{dmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
F _s	9.36		

Resistenza a punz. per unità di lungh. senza armatura a taglio

V _{Rd,c}	0.27	N/mm ²	Tensione resistente senza armatura a taglio
v _{min}	0.27	N/mm ²	
V _{Rd}	508.87	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	ok		
F _s	2.25		



3 Conclusioni

Il presente documento riporta le analisi e le verifiche strutturali della platea di fondazione in funzione della palificata come effettivamente eseguita: 11 pali diametro $D = 1.5$ m e lunghezza $L = 23.0$ m.

Dalle analisi si evince che la mancata realizzazione del palo 2 comporta un incremento delle sollecitazioni flettenti e taglianti nella platea di fondazione. Tuttavia, anche a fronte di tale incremento, le armature previste nel PE risultano sufficienti a soddisfare le verifiche strutturali, fatta eccezione di fasce di dimensioni contenute lungo gli allineamenti longitudinali e trasversali dei pali. Sui due allineamenti longitudinali dei pali centrali, infatti, è necessario l'inserimento di un rinforzo dell'armatura superiore e inferiore costituito da 5 barre $\Phi 26$ disposte a passo 40 cm, mentre per l'allineamento posteriore in direzione trasversale, un rinforzo dell'armatura superiore costituito da 5 barre $\Phi 26$ disposte a passo 40 cm.

Si precisa infine che le analisi sono state condotte con le stesse combinazioni di carico della relazione di calcolo: per verificare che fosse la condizione peggiore è stato tolto prima il palo nella geometria indicata e poi il simmetrico dall'altra parte: le verifiche sono state condotte con le sollecitazioni peggiori derivanti dall'analisi dei due modelli.

01 Dicembre 2022

Il Progettista
Ing. Giuseppe Grimaldi

