

Regione autonoma della Sardegna
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

PROGETTO ESECUTIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA
DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO

ATI: AREA IMPIANTI - MONSUD S.p.A.



Progettista incaricato:



PROGETTO ESECUTIVO



AREA 100 – AVANFOSSA

Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)
Certificato n° FS 587971

CODICE DESCRITTIVO: ITV240FMRR713,1.00			N° ALLEGATO:C.4,1		
0	12/04/2016	EMISSIONE	campri	martino	martino
1					
2					
3					
4					
revisione	data	descrizione	redatto	controllato	approvato

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	Rev.0	
	<i>Tabulati di collegamento</i>	PAG. III/30	

INDICE

1.	CRITERI DI VERIFICA.....	4
2.	GIUNTI DI BASE.....	12
2.1	GENERALE.....	12
3.	PILASTRO PRINCIPALE C 219.7X5.....	16
4.	PILASTRO PRINCIPALE C 139.7X4 E C 139.7X6.3	21
5.	PILASTRO SECONDARIO C 139.7X6.3	26

1. CRITERI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i paragrafi delle NTC relativi alle unioni per le strutture in acciaio:

4.2.8.1.1 Unioni con bulloni e chiodi

Tabella 4.2. XII *Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni.*

Resistenza dei bulloni	$\gamma_{M2} = 1,25$
Resistenza dei chiodi	
Resistenza delle connessioni a perno	
Resistenza delle saldature a parziale penetrazione e a cordone d'angolo	
Resistenza dei piatti a contatto	
Resistenza a scorrimento per SLU	$\gamma_{M3} = 1,25$
Resistenza a scorrimento per SLE	$\gamma_{M3} = 1,10$
Resistenza delle connessioni a perno allo stato limite di esercizio	$\gamma_{M6,ser} = 1,0$
Precarico di bulloni ad alta resistenza	$\gamma_{M7} = 1,10$

La posizione dei fori per le unioni bullonate o chiodate deve rispettare le limitazioni presentate nella Tab. 4.2.XIII, che fa riferimento agli schemi di unione riportati nella Fig. 4.2.3.

Tabella 4.2.XIII *Posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate.*

Distanze e interassi (Fig. 4.2.3)	Minimo	Massimo		
		Unioni esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni non esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni di elementi in acciaio resistente alla corrosione (EN10025-5)
e_1	$1,2 d_0$	$4t+40\text{mm}$	-	$\max(8t; 125\text{mm})$
e_2	$1,2 d_0$	$4t+40\text{mm}$	-	$\max(8t; 125\text{mm})$
p_1	$2,2 d_0$	$\min(14t; 200\text{mm})$	$\min(14t; 200\text{mm})$	$\min(14t; 175\text{mm})$
$p_{1,0}$	-	$\min(14t; 200\text{mm})$	-	-
$p_{1,i}$	-	$\min(28t; 400\text{mm})$	-	-
p_2	$2,4 d_0$	$\min(14t; 200\text{mm})$	$\min(14t; 200\text{mm})$	$\min(14t; 175\text{mm})$

L'instabilità locale del piatto posto tra i bulloni/chiodi non deve essere considerata se $(p_1/t) < [9(235/f_y)^{0.5}]$: in caso contrario si assumerà una lunghezza di libera inflessione pari a $0.6 \cdot p_1$.
 t è lo spessore minimo degli elementi esterni collegati.

I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato al massimo di 1 mm, per

bulloni sino a 20 mm di diametro, e di 1,5mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm. Si può derogare da tali limiti quando eventuali assestamenti sotto i carichi di servizio non comportino il superamento dei limiti di deformabilità o di servizio. Quando necessario, è possibile adottare "accoppiamenti di precisione" in cui il gioco foro-bullone non dovrà superare 0,3 mm per bulloni sino a 20 mm di diametro e 0,5 mm per bulloni di diametro superiore, o altri accorgimenti di riconosciuta validità.

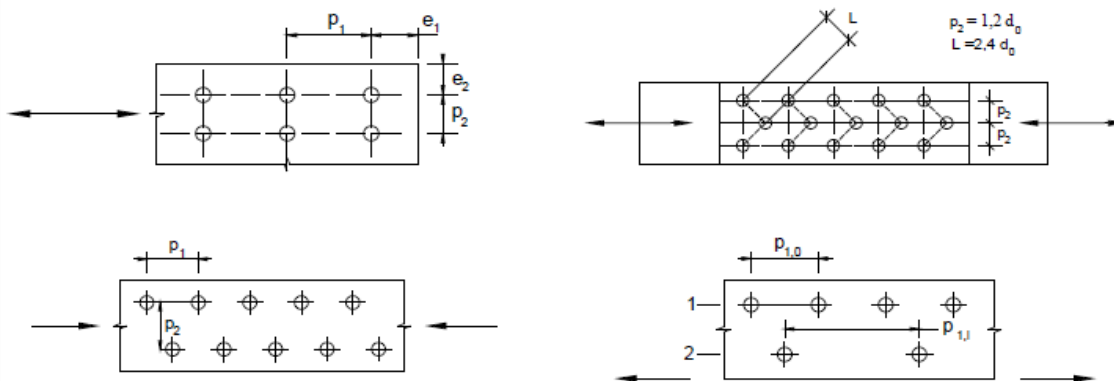


Figura 4.2.3 - Disposizione dei fori per le realizzazioni di unioni bullonate o chiodate

Unioni con bulloni o chiodi soggette a taglio e/o a trazione

La resistenza di calcolo a taglio dei bulloni e dei chiodi $F_{v,Rd}$, per ogni piano di taglio che interessa il gambo dell'elemento di connessione, può essere assunta pari a:

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ bulloni classe 4.6, 5.6 e 8.8;} \quad (4.2.57)$$

$$F_{v,Rd} = 0,5 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ bulloni classe 6.8 e 10.9;} \quad (4.2.58)$$

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tr} A_0 / \gamma_{M2}, \text{ per i chiodi.} \quad (4.2.59)$$

A_{res} indica l'area resistente della vite e si adotta quando il piano di taglio interessa la parte filettata della vite. Nei casi in cui il piano di taglio interessa il gambo non filettato della vite si ha

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A / \gamma_{M2}, \text{ bulloni - tutte le classi di resistenza,} \quad (4.2.60)$$

dove A indica l'area nominale del gambo della vite e f_{tb} , invece, indica la resistenza a rottura del materiale impiegato per realizzare il bullone. Con f_{tr} è indicata la resistenza del materiale utilizzato per i chiodi, mentre A_0 indica la sezione del foro.

La resistenza di calcolo a rifollamento $F_{b,Rd}$ del piatto dell'unione, bullonata o chiodata, può essere assunta pari a

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}, \quad (4.2.61)$$

dove:

d è il diametro nominale del gambo del bullone,

t è lo spessore della piastra collegata,

f_{tk} è la resistenza a rottura del materiale della piastra collegata,

$\alpha = \min \{ e_1 / (3 d_0) ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$ per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato,

$\alpha = \min \{ p_1 / (3 d_0) - 0,25 ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$ per bulloni interni nella direzione del carico applicato,

$k = \min \{ 2,8 e_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5 \}$ per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato,

$k = \min \{ 1,4 p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5 \}$ per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico applicato,

essendo e_1 , e_2 , p_1 e p_2 indicati in Fig. 4.2.3 e d_0 il diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone,

La resistenza di calcolo a trazione degli elementi di connessione $F_{t,Rd}$ può essere assunta pari a:

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ per i bulloni;} \quad (4.2.62)$$

$$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ per i chiodi.} \quad (4.2.63)$$

Inoltre, nelle unioni bullonate soggette a trazione è necessario verificare la piastra a punzonamento; ciò non è richiesto per le unioni chiodate. La resistenza a punzonamento del piatto collegato è pari a

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_{tk} / \gamma_{M2}; \quad (4.2.64)$$

dove d_m è il minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del bullone; t_p è lo spessore del piatto e f_{tk} è la tensione di rottura dell'acciaio del piatto.

La resistenza complessiva della singola unione a taglio è perciò data da $\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$, mentre la resistenza della singola unione a trazione è ottenuta come $\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$.

Nel caso di presenza combinata di trazione e taglio si può adottare la formula di interazione lineare:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1, \quad (4.2.65)$$

con la limitazione $\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$, dove con $F_{v,Ed}$ ed $F_{t,Ed}$ si sono indicate rispettivamente le sollecitazioni

di taglio e di trazione agenti sull'unione; per brevità, le resistenze a taglio ed a trazione dell'unione sono state indicate con $F_{v,Rd}$ ed $F_{t,Rd}$.

Unioni a taglio per attrito con bulloni ad alta resistenza

La resistenza di calcolo allo scorrimento $F_{s,Rd}$ di un bullone di classe 8.8 o 10.9 precaricato può essere assunta pari a:

$$F_{s,Rd} = n \mu F_{p,C} / \gamma_{M3}. \quad (4.2.66)$$

dove:

n è il numero delle superfici di attrito,

μ è il coefficiente di attrito di cui al § 4.2.8.1.1,

$F_{p,C}$ è la forza di precarico del bullone che, in caso di serraggio controllato, può essere assunta pari a $0,7 f_{tb} A_{res}$, invece che pari a $0,7 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M7}$.

Nel caso un collegamento ad attrito con bulloni ad alta resistenza precaricati sia soggetto a trazione $F_{t,Ed}$ (allo stato limite ultimo) la resistenza di calcolo allo scorrimento $F_{s,Rd}$ si riduce rispetto al valore sopra indicato e può essere assunta pari a:

$$F_{s,Rd} = n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed}) / \gamma_{M3}. \quad (4.2.67)$$

Nel caso di verifica allo scorrimento nello stato limite di esercizio, in modo analogo si può assumere:

$$F_{s,Rd,eser} = n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed,eser}) / \gamma_{M3}, \quad (4.2.68)$$

dove $F_{t,Ed,eser}$ è la sollecitazione di calcolo ottenuta dalla combinazione dei carichi per le verifiche in esercizio.

4.2.8.2 Unioni saldate

Nel presente paragrafo sono considerate unioni saldate a piena penetrazione, a parziale penetrazione, ed unioni realizzate con cordoni d'angolo. Per i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d'apporto e i controlli idonei e necessari per la realizzazione di saldature dotate di prestazioni meccaniche adeguate ai livelli di sicurezza richiesti dalla presente norma, si faccia riferimento al § 11.3.4.5.

4.2.8.2.1 Unioni con saldature a piena penetrazione

I collegamenti testa a testa, a T e a croce a piena penetrazione sono generalmente realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati. Pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi. Una saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto.

4.2.8.2.2 Unioni con saldature a parziale penetrazione

I collegamenti testa a testa, a T e a croce a parziale penetrazione vengono verificati con gli stessi criteri dei cordoni d'angolo (di cui al successivo § 4.2.8.2.4.).

L'altezza di gola dei cordoni d'angolo da utilizzare nelle verifiche è quella teorica, corrispondente alla preparazione adottata e specificata nei disegni di progetto, senza tenere conto della penetrazione e del sovrametallo di saldatura, in conformità con la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

4.2.8.2.3 Unioni con saldature a cordoni d'angolo

La resistenza di progetto, per unità di lunghezza, dei cordoni d'angolo si determina con riferimento all'altezza di gola "a", cioè all'altezza "a" del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone

stesso (Fig. 4.2.4).

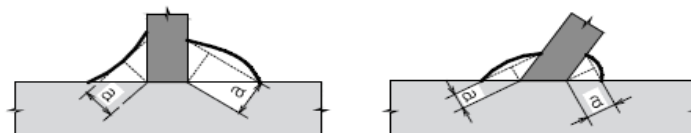


Figura 4.2.4 - Definizione dell'area di gola per le saldature a cordone d'angolo.

La lunghezza di calcolo L è quella intera del cordone, purché questo non abbia estremità palesemente mancanti o difettose.

Eventuali tensioni $\sigma_{//}$ definite al § successivo agenti nella sezione trasversale del cordone, inteso come parte della sezione resistente della membratura, non devono essere prese in considerazione ai fini della verifica del cordone stesso.

Per il calcolo della resistenza delle saldature con cordoni d'angolo, qualora si faccia riferimento ai modelli di calcolo presentati nel paragrafo seguente, si adottano i fattori parziali γ_M indicati in Tab. 4.2.XII. E' possibile utilizzare modelli contenuti in normative di comprovata validità, adottando fattori parziali γ_M che garantiscano i livelli di sicurezza stabiliti nelle presenti norme.

Ai fini della durabilità delle costruzioni, le saldature correnti a cordoni intermittenti, realizzati in modo non continuo lungo i lembi delle parti da unire, non sono ammesse in strutture non sicuramente protette contro la corrosione.

Per le verifiche occorre riferirsi alternativamente alla sezione di gola nella effettiva posizione o in posizione ribaltata, come indicato nel paragrafo successivo.

4.2.8.2.4 Resistenza delle saldature a cordoni d'angolo

Allo stato limite ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola (definita al § 4.2.8.2.3).

Nel seguito si indicano con σ_{\perp} la tensione normale e con τ_{\perp} la tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone d'angolo, agenti nella sezione di gola nella sua posizione effettiva, e con σ_{\parallel} la tensione normale e con τ_{\parallel} la tensione tangenziale parallele all'asse del cordone d'angolo. La tensione normale σ_{\parallel} non influenza la resistenza del cordone.

Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2}), \quad (4.2.75)$$

dove

f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

$\beta = 0,80$ per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

In alternativa, detta a l'altezza di gola, si può adottare cautelativamente il criterio semplificato

$$F_{w,Ed} / F_{w,Rd} \leq 1, \quad (4.2.76)$$

dove $F_{w,Ed}$ è la forza di calcolo che sollecita il cordone d'angolo per unità di lunghezza e $F_{w,Rd}$ è la resistenza di calcolo del cordone d'angolo per unità di lunghezza

$$F_{w,Rd} = a f_{tk} / (\sqrt{3} \beta \gamma_{M2}). \quad (4.2.77)$$

Considerando la sezione di gola in posizione ribaltata, si indicano con n_{\perp} e con t_{\perp} la tensione normale e la tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone.

La verifica dei cordoni d'angolo si effettua controllando che siano soddisfatte simultaneamente le due condizioni

$$\sqrt{n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \leq \beta_1 \cdot f_{yk} \quad (4.2.78)$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}, \quad (4.2.79)$$

dove f_{yk} è la tensione di snervamento caratteristica ed i coefficienti β_1 e β_2 sono dati, in funzione del grado di acciaio, in Tab. 4.2.XIV.

Tabella 4.2.XIV Valori dei coefficienti β_1 e β_2

	S235	S275 - S355	S420 - S460
β_1	0,85	0,70	0,62
β_2	1,0	0,85	0,75

Tabella 7.5.I - Fattori di sovraresistenza γ_{Rd}

Acciaio	$\gamma_{Rd} = \frac{f_{y,m}}{f_{yk}}$
S 235	1,20
S 275	1,15
S 355	1,10
S 420	1,10
S 460	1,10

Se la tensione di snervamento f_{yk} dell'acciaio delle zone non dissipative e delle connessioni è superiore alla $f_{y,max}$ dell'acciaio delle zone dissipative, è possibile assumere $\gamma_{Rd}=1,00$.

7.5.3.2 Parti tese delle zone dissipative

Nel caso di membrature tese con collegamenti bullonati, la resistenza plastica di progetto deve risultare inferiore alla resistenza ultima di progetto della sezione netta in corrispondenza dei fori per i dispositivi di collegamento. Pertanto si deve verificare che:

$$\frac{A_{res}}{A} \geq 1,1 \cdot \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{tk}} \quad (7.5.1)$$

essendo A l'area lorda e A_{res} l'area resistente costituita dall'area netta in corrispondenza dei fori integrata da un'eventuale area di rinforzo e i fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} sono definiti nella Tab. 4.2.V del § 4.2.3.1.1. delle presenti norme.

7.5.3.3 Collegamenti in zone dissipative

I collegamenti in zone dissipative devono avere sufficiente sovraresistenza per consentire la plasticizzazione delle parti collegate. Si ritiene che tale requisito di sovraresistenza sia soddisfatto nel caso di saldature a completa penetrazione.

Nel caso di collegamenti con saldature a cordoni d'angolo e nel caso di collegamenti bullonati il seguente requisito deve essere soddisfatto:

$$R_{j,d} \geq \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot R_{pl,Rd} = R_{U,Rd} \quad (7.5.2)$$

dove:

$R_{j,d}$ è la resistenza di progetto del collegamento;

$R_{pl,Rd}$ è la resistenza plastica di progetto della membratura collegata (da valutarsi secondo le indicazioni del § 4.2;

$R_{U,Rd}$ è il limite superiore della resistenza plastica della membratura collegata.

7.5.4 REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE

Al fine di conseguire un comportamento duttile, i telai devono essere progettati in modo che le cerniere plastiche si formino nelle travi piuttosto che nelle colonne.

Questo requisito non è richiesto per le sezioni delle colonne alla base ed alla sommità dei telai multipiano e per tutte le sezioni degli edifici monopiano.

7.5.4.4 Collegamenti trave-colonna

I collegamenti trave-colonna devono essere progettati in modo da possedere una adeguata sovrarresistenza per consentire la formazione delle cerniere plastiche alle estremità delle travi secondo le indicazioni di cui al § 7.5.3.3. In particolare, il momento flettente resistente del collegamento, $M_{j,Rd}$, trave-colonna deve soddisfare la seguente relazione

$$M_{j,Rd} \geq 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot M_{b,pl,Rd} \quad (7.5.12)$$

dove $M_{b,pl,Rd}$ è il momento resistente della trave collegata e γ_{Rd} è il coefficiente di sovra-resistenza indicato nella tabella 7.5.I.

7.5.4.5 Pannelli nodali

Nei nodi trave-colonna, i pannelli d'anima delle colonne devono possedere una resistenza sufficiente e consentire lo sviluppo del meccanismo dissipativo della struttura a telaio, e cioè la plasticizzazione delle sezioni delle travi convergenti nel nodo trave-colonna.

La forza di taglio agente sul pannello d'anima del nodo trave-colonna deve essere determinata assumendo la completa plasticizzazione delle travi in esso convergenti secondo lo schema e le modalità previste in fase di progetto.

7.5.4.6 Collegamenti colonna-fondazione

Il collegamento colonna-fondazione deve essere progettato in modo tale da risultare sovra-resistente rispetto alla colonna ad esso collegata.

In particolare, il momento resistente plastico del collegamento deve rispettare la seguente disuguaglianza

$$M_{C,Rd} \geq 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot M_{c,pl,Rd}(N_{Ed}) \quad (7.5.13)$$

dove $M_{c,pl,Rd}$ è il momento resistente plastico di progetto della colonna, calcolato per lo sforzo normale di progetto N_{Ed} che fornisce la condizione più gravosa per il collegamento di base. Il coefficiente γ_{Rd} è fornito nel §7.5.1.

7.5.5 REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI

Le strutture con controventi concentrici devono essere progettate in modo che la plasticizzazione delle diagonali tese preceda la rottura delle connessioni e l'instabilizzazione di travi e colonne.

7.5.5.1 Resistenza dei collegamenti

I collegamenti delle diagonali di controvento alle altre parti strutturali devono essere progettati secondo quanto esposto in § 7.5.3.3.

7.5.6 REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI

I controventi eccentrici dividono le travi dei telai in due o più parti. Ad una di queste parti, chiamata «elemento di connessione» o «link», è affidato il compito di dissipare l'energia sismica attraverso deformazioni plastiche cicliche taglianti e/o flessionali.

Gli elementi di connessione vengono denominati «corti» quando la plasticizzazione avviene per taglio, «lunghi» quando la plasticizzazione avviene per flessione e «intermedi» quando la plasticizzazione è un effetto combinato di taglio e flessione. In relazione alla lunghezza “e” dell’elemento di connessione, si adotta la classificazione seguente:

$$\text{«corti»}: e \leq 0,8(1 + \alpha) \frac{M_{1,Rd}}{V_{1,Rd}} \quad (7.5.15a)$$

$$\text{«intermedi»}: 0,8(1 + \alpha) \frac{M_{1,Rd}}{V_{1,Rd}} < e < 1,5(1 + \alpha) \frac{M_{1,Rd}}{V_{1,Rd}} \quad (7.5.15b)$$

$$\text{«lunghi»}: e \geq 1,5(1 + \alpha) \frac{M_{1,Rd}}{V_{1,Rd}} \quad (7.5.15c)$$

dove $M_{1,Rd}$ e $V_{1,Rd}$ sono, rispettivamente, la resistenza flessionale e la resistenza a taglio di progetto dell’elemento di connessione, α è il rapporto tra il minore ed il maggiore dei momenti flettenti attesi alle due estremità dell’elemento di connessione⁶. Per le sezioni ad I il momento resistente, $M_{1,Rd}$, ed il taglio resistente, $V_{1,Rd}$, dell’elemento di connessione sono definiti in assenza di sollecitazione assiale, rispettivamente, dalle formule:

$$M_{1,Rd} = f_y \cdot b \cdot t_f \cdot (h - t_f) \quad (7.5.16)$$

$$V_{1,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3}} \cdot t_w \cdot (h - t_f) \quad (7.5.17)$$

In tutti i casi, gli irrigidimenti d’anima devono essere disposti da ambo i lati in corrispondenza delle estremità delle diagonali. Con riferimento al dettaglio costruttivo degli irrigidimenti, nel caso di «elementi di connessione corti» e travi di modesta altezza (600 mm) è sufficiente che gli irrigidimenti siano disposti da un solo lato dell’anima, impegnando almeno i 3/4 della altezza dell’anima. Tali irrigidimenti devono avere spessore non inferiore a t_w , e comunque non inferiore a 10 mm, e larghezza pari a $(b_f/2) - t_w$.

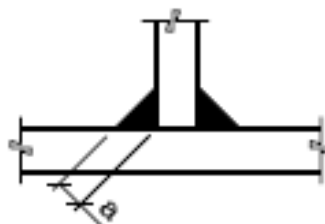
Nel caso degli elementi di connessione lunghi e degli elementi di connessione intermedi, gli irrigidimenti hanno lo scopo di ritardare l’instabilità locale e, pertanto, devono impegnare l’intera altezza dell’anima.

Le saldature che collegano il generico elemento di irrigidimento all’anima devono essere progettate per sopportare una sollecitazione pari a $A_{st}f_y$, essendo A_{st} l’area dell’elemento di irrigidimento; le saldature che lo collegano alle piattabande devono essere progettate per sopportare una sollecitazione pari a $A_{st}f_y/4$.

7.5.6.1 Resistenza dei collegamenti

Si applica quanto esposto in § 7.5.3.3, intendendo con il termine $R_{pl,Rd}$ la resistenza plastica sviluppata dall’elemento di connessione.

Per la verifica delle saldature a cordone d’angolo si considera una dimensione “a” del cordone di saldatura almeno pari a 0.6 volte lo spessore minimo degli elementi da saldare.



2. GIUNTI DI BASE

2.1 GENERALE

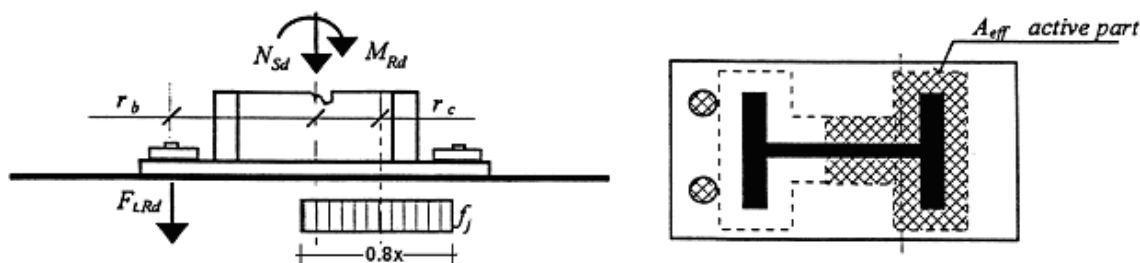
Questa categoria include i giunti delle colonne con fondazioni in calcestruzzo. I tipi di giunti il quale programma calcola sono i seguenti:

- Giunto a cerniera con piatto di fondazione
- Giunto fisso con piatto di fondazione
- Giunto fisso con piatto di fondazione e nervature

La soluzione del giunto descritto sopra è basata sul "metodo delle componenti". Questo metodo calcola le forze finali dei giunti dalla resistenza del suo "metodo delle componenti".

Il "metodo delle componenti" per questi giunti sono:

Resistenza del calcestruzzo a compressione



Resistenza del calcestruzzo a compressione ottenuta dalla relazione:

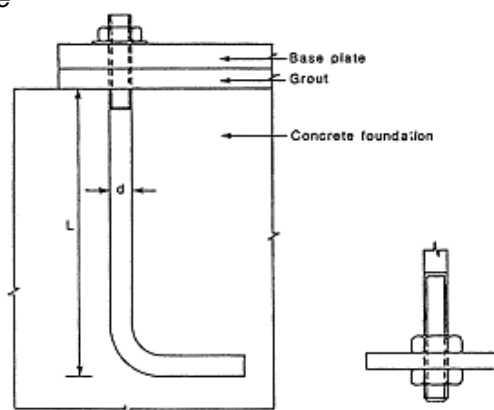
$$f_j = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd}$$

L'area effettiva della fondazione ottenuta dalla relazione:

$$c = t \left(\frac{f_y}{3 \cdot f_j \cdot \gamma_{M0}} \right)^{0.5}$$

Con l'area effettiva, le forze e il momento applicate, il programma calcola la lunghezza dell'area compressa del giunto la quale è utilizzata per calcolare la forza di compressione applicata ad entrambi sulla fondazione in calcestruzzo e l'equivalente Elemento-T.

Resistenza del tirafondi a trazione

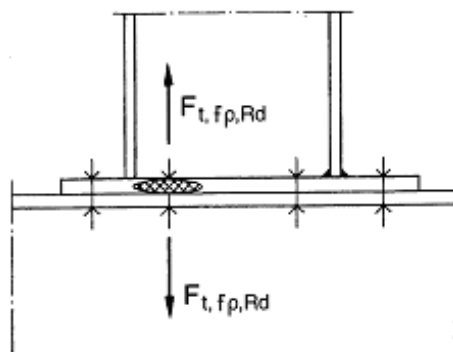


Resistenza di uno dei tirafondi è ottenuta dalla relazione:

$$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot f_{u,a} \cdot A_s / \gamma_{M2} \dots (\text{Tabella 6.5.3.})$$

Il controllo dei tirafondi a trazione è eseguita dalla forza a trazione applicata conosciuta in precedenza. Anche la lunghezza dell'ancoraggio è stato calcolato usando le normative dell'EC2.

Resistenza del piatto di base a flessione

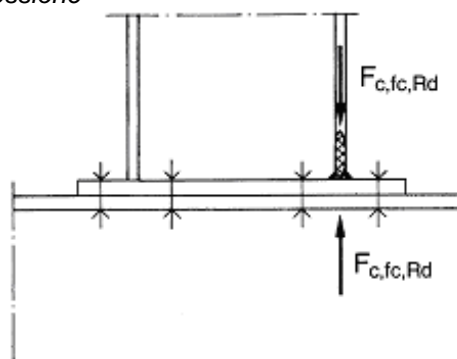


La resistenza del piatto di base a flessione assieme con i tirafondi associati a trazione è ottenuta utilizzando l'equivalente metodo Elemento-T per entrambi:

1. Ogni fila di bulloni individuale necessaria a resistere a trazione
2. Ogni gruppo di file di bulloni necessaria a resistere a trazione

Altri dettagli per l'equivalente metodo Elemento-T può essere trovato in questo manuale nella parte relative "trave-Colonna".

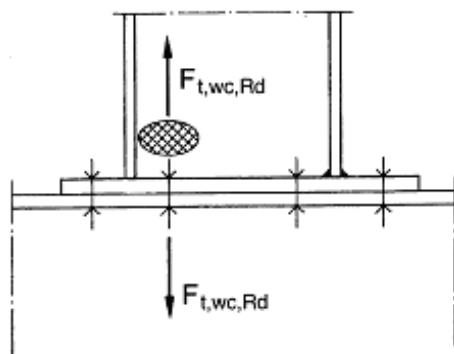
Ali e anima della colonna a compressione



La resistenza delle ali e anima della colonna a compressione è ottenuta dalla formula:

$$F_{c,fc,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{Fc}) \quad (5.2.6.7)$$

Anima della colonna a trazione



La resistenza dell'anima della colonna a trazione è ottenuta dalla formula:

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,twc} * t_{wc} * f_{y,wc} K_{wc} / \gamma_{Mo} \dots (5.2.6.3)$$

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	Rev.0	
	<i>Tabulati di collegamento</i>	PAG. 14/30	

Resistenza della saldature

In aggiunta alla verifica del "metodo delle componenti" per i giunti la resistenza delle saldature è stata verificata (colonne-piatto di base, nervature ecc) in relazione con le sollecitazioni applicate. La verifica della saldature è ottenuta utilizzando la seguente relazione dell'EC3 (Annex M):

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{Mw}) \quad \sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{Mw} \quad \text{dove : } \sigma_{\perp} = N_{sd} / A_w + M_{y,sd} / W_y + M_{z,sd} / W_z$$

$$\tau_{\perp} = V_{z,sd} / A_w \quad \tau_{//} = V_{y,sd} / A_w$$

Resistenza a taglio del giunto

Riguarda la resistenza del giunto a taglio e vengono eseguite le seguenti verifiche:

- resistenza dei tirafondi a taglio (quando non esiste l'elemento a taglio)
- resistenza del piatto di base a rifollamento (quando non esiste l'elemento a taglio)
- resistenza dell'elemento a taglio a flessione e taglio

La resistenza a taglio di ogni tirafondo è stata calcolata usando le formule dell'EC3:

$$f_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ua} f_s}{\gamma_{mb}} \quad , \text{ per classe bullone 4.6 / 5.6 / 8.8}$$

$$f_{v,Rd} = \frac{0,5 f_{ua} f_s}{\gamma_{mb}} \quad , \text{ per classe bullone 4.8 / 5.8 / 10.9}$$

$$f_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ua} f}{\gamma_{mb}} \quad , \text{ per tutte le classi dei bulloni quando il piano di taglio passa attraverso una parte non filettata del bullone.}$$

La resistenza del piatto di base a rifollamento per ogni posizione del tirafondo è stata calcolata utilizzando la seguente formula:

$$f_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_{ua} \cdot t}{\gamma_{mb}}$$

Per i tirafondi i quali combinano taglio e trazione la resistenza a taglio è ridotta secondo la seguente formula:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

La resistenza a taglio per ogni fila di tirafondi è il minimo risultato del controllo sopra e la resistenza finale a taglio del giunto è trovata aggiungendo la resistenza di tutte le file dei tirafondi del giunto.

Quando esiste un elemento a taglio tutte le forze a taglio applicate sono considerate per agire su di esse e tutte le verifiche di sopra per i tirafondi sono omesse, invece di loro le seguenti verifiche dell'elemento a taglio sono eseguite secondo l'EC3:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W \cdot f_y}{\gamma_{m0}}, V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{m0}}$$

Rigidezza rotazionale del giunto

La procedura della soluzione è descritta nell'EC3 parte 1.8. La rigidezza rotazionale del giunto determinata dalla flessibilità del "metodo delle componenti" attraverso il coefficiente elastico di rigidezza k_j come mostrato nella seguente formula dell'EC3:

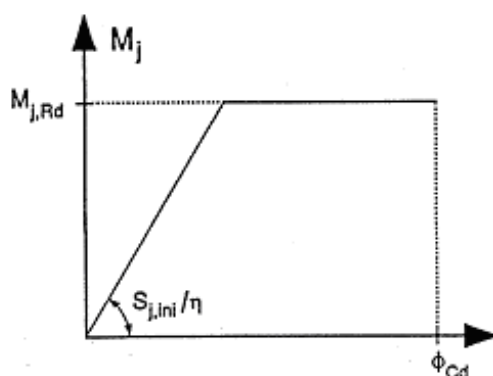
$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\mu \cdot \left(\frac{1}{k_{T,l}} + \frac{1}{k_{T,R}} \right)} \cdot \frac{e}{e + e_k}$$

dove:

k_j è il coefficiente di rigidezza del "metodo delle componenti" i

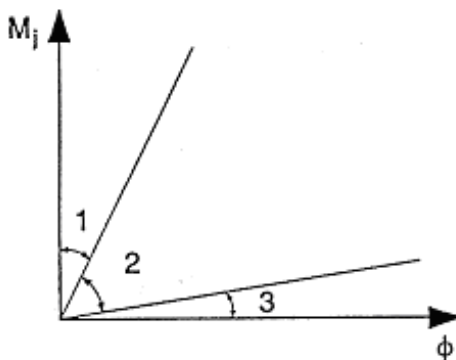
z è il braccio di leva

μ è la frazione della rigidezza $S_{j,ini}/S_j$



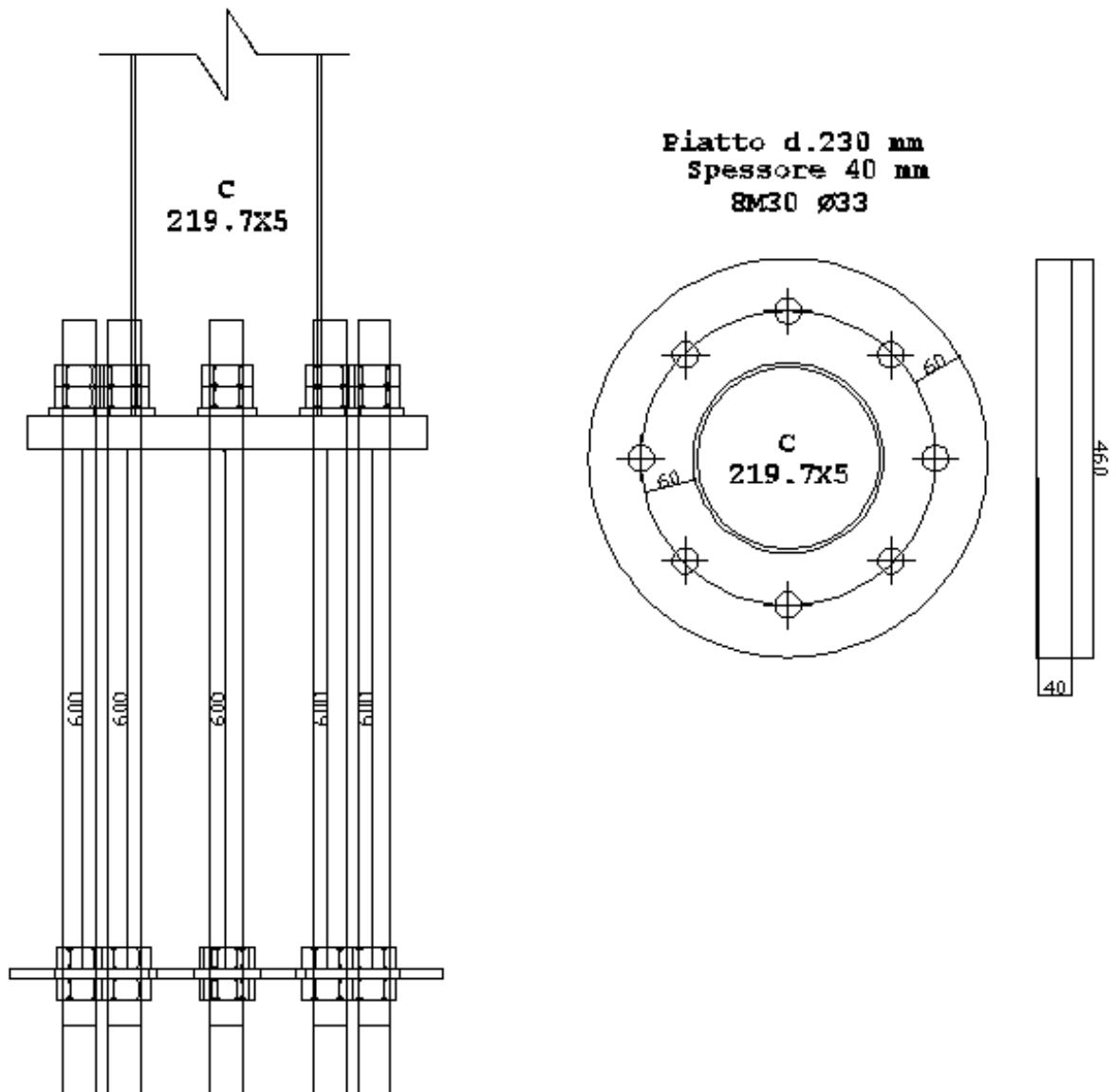
bi-lineare semplificata di progetto caratteristiche momento-rotazione

I giunti del piatto di base sono classificati come rigidi, a cerniera o semi-rigidi secondo la sua rigidezza attraverso il confronto delle loro rigidezze rotazionali $S_{j,ini}$ e i contorni dati dell'EC3 parte 1.8 i quali sono:



Contorni per classificazione della rigidezza dei giunti trave-colonna

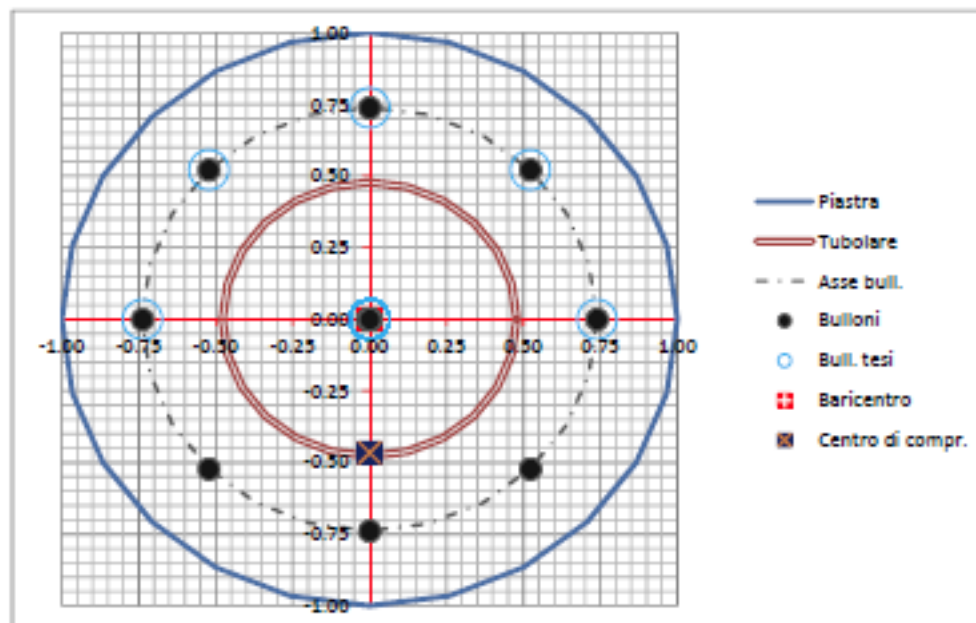
3. PILASTRO PRINCIPALE C 219.7X5



VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI			
Materiali utilizzati		© Dott. Simone Caffè - 27/01/2010	
Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio dei tirafondi	$f_{yk,t}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dei tirafondi	$f_{uk,t}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio della piastra	$f_{yk,b}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della piastra	$f_{uk,b}$	510	[N/mm ²]
Coefficienti di sicurezza			
Coefficiente di sicurezza per le sezioni lorde	γ_{M0}	1.05	[-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni nette e per i tirafondi	γ_{M2}	1.25	[-]
Caratteristiche geometriche			
Diametro esterno della colonna tubolare	$d_{c,est}$	219.70	[mm]
Spessore della colonna tubolare	t_c	5.00	[mm]
Diametro interno della colonna tubolare	$d_{c,int}$	209.7	[mm ²]
Area della sezione trasversale	A_c	3373	[mm ²]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	I_c	19442922	[mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,c}$	176995	[mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,c}$	230522	[mm ³]
Classificazione della sezione	$d_{c,est}/t_c$	43.94	[-]
	e	0.81	[-]
	CL	Classe 2	[-]
Momento resistente della colonna	$M_{Rd,c}$	77.94	[kNm]
25% del momento resistente	$25\%M_{Rd,c}$	19.48	[kNm]
Sollecitazioni di progetto			
Forza assiale (positiva se di compressione)	$N_{Ed,c}$	428.00	[kN]
Forza assiale (negativa se di trazione)	$N_{Ed,t}$	-428.00	[kN]
Momento flettente di progetto	M_{Ed}	17.20	[kNm]
Tensione massima nei tirafondi (da Gelfi)	σ_t	79.51	[N/mm ²]
Tasso di lavoro della colonna per pura flessione	ρ_c	0.22	[-]
Verifica di resistenza dei tirafondi			
Diametro dei tirafondi	ϕ_t	30.00	[mm]
Area della sezione lorda del tirafondo	A_t	707	[mm ²]
Area della sezione netta del tirafondo	$A_{t,netta}$	551	[mm ²]
Resistenza della sezione lorda	$N_{p,Ed}$	238.99	[kN]
Resistenza della sezione netta	$N_{u,Ed}$	202.46	[kN]
Resistenza minima del tirafondo	$N_{min,Ed}$	202.46	[kN]
Sollecitazione nel tirafondo	$N_{t,Ed}$	56.20	[kN]
Tasso di lavoro del tirafondo	ρ_t	0.28	[-]
Resistenza della piastra lato tirafondi			
Distanza tra la colonna ed il tirafondo	s	60.00	[mm]
Spessore della piastra di base	t_b	40.00	[mm]
Larghezza efficace della piastra di base	b_{eff}	150	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	60000	[mm ³]

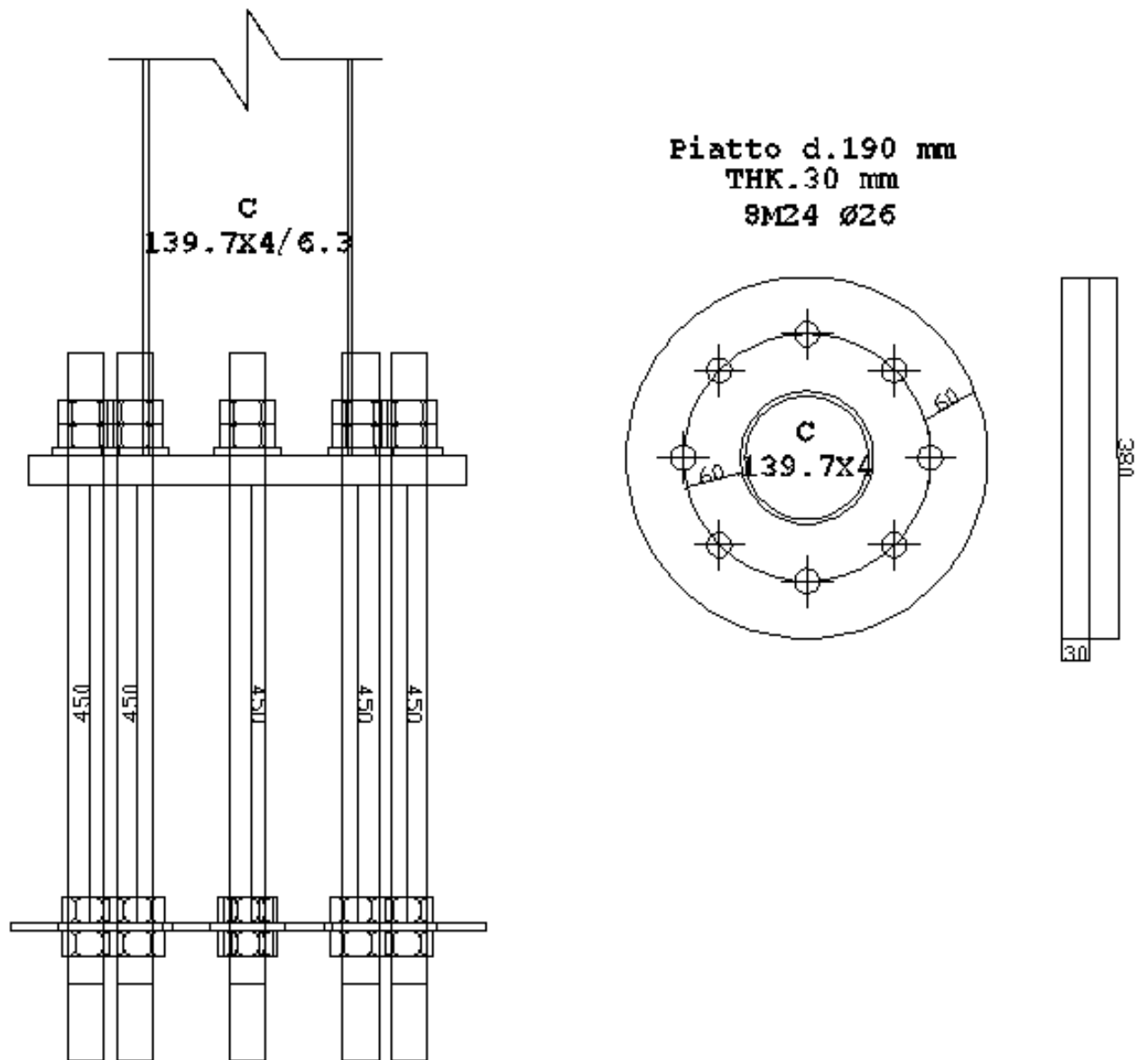
VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI		
Momento resistente della piastra di base	$M_{pl,Rd}$	20.29 [kNm]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	12.15 [kNm]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,t}$	0.60 [-]
Resistenza della piastra lato calcestruzzo		
Diametro della piastra di base	d_b	460.00 [mm]
Resistenza del grout sotto la piastra	f_{jd}	20.00 [N/mm ²]
Coefficiente di ripartizione	c	95 [mm]
Diametro effettivo esterno	$d_{b,eff,est}$	409.60 [mm]
Diametro effettivo interno	$d_{b,eff,int}$	19.80 [mm]
Considerare o meno la ripartizione interna		si [-]
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	131463 [mm ²]
Resistenza efficace del grout al di sotto della piastra	$N_{j,Rd}$	2629 [kN]
Forza assiale (positiva se di compressione)	N_{Ed}	428 [kN]
Tasso di lavoro del grout	P_j	0.16 [-]
Distanza tra bordo piastra e bordo colonna	s_b	120.15 [mm]
Ripartizione effettiva	c_{eff}	95 [mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	400 [mm ³ /mm]
Momento resistente della piastra di base	$M_{pl,Rd}$	0.135 [kNm/m]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	0.090 [kNm/m]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,c}$	0.67 [-]
APPROCCIO PLASTICO - EC.3 - 1 - B		
Resistenza a pura compressione		
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	131463 [mm ²]
Resistenza a pura compressione	$N_{c,Rd}$	2629 [kN]
Resistenza a pura trazione		
Numero complessivo dei tirafondi	n_t	8.00 [mm]
Lunghezza del tirafondo	L_t	600.00 [mm]
Distanza dal bordo del getto	a_t	60.00 [mm]
Resistenza caratteristica cubica del cls della fondazione	R_{ck}	30.00 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24.90 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.79 [N/mm ²]
Fattore η	η	1 [-]
Resistenza di aderenza di calcolo	f_{bd}	2.69 [N/mm ²]
Resistenza minima a trazione del tirafondo	$F_{t,Rd}$	202.46 [kN]
Resistenza di aderenza del tirafondo	$F_{t,bond,Rd}$	67.51 [kN]
Presenza o meno della rosetta		si [-]
Tensione di contatto per pura compressione (Ballio)	$f_{c,d}$	20 [N/mm ²]
Diametro della rosetta	$d_{rosetta}$	100.00 [mm]
Coefficiente di efficacia della rosetta (Ballio)	$\alpha_{rosetta}$	0.17 [-]
Area della rosetta	$A_{rosetta}$	7854 [mm ²]
Resistenza per contatto della rosetta	$N_{Rd,rosetta}$	26.18 [kN]
Resistenza complessiva di aderenza	$F_{Rd,bond,tot}$	93.69 [kN]
Considerare o meno la resistenza di aderenza		si [-]

Resistenza effettiva dell'ancoraggio	$F_{t,anchor,Rd}$	93.69 [kN]
Altezza di gola della saldatura tra tubolare e piastra	a_g	3.54 [mm]
Distanza tra asse del bullone e saldatura	m	56.00 [mm]
Distanza dal bordo libero della piastra all'asse del bullone	e	60.15 [mm]
Passo dei tirafondi	w	133.40 [mm]
Lunghezze effettive per collasso circolare	$l_{eff,cp,1}$	351.86 [mm]
	$l_{eff,cp,2}$	296.23 [mm]
	$l_{eff,cp,3}$	309.33 [mm]
	$l_{eff,cp,min}$	296.23 [mm]
Lunghezze effettive per collasso non circolare	$l_{eff,nc,1}$	299.19 [mm]
	$l_{eff,nc,2}$	216.29 [mm]
	$l_{eff,nc,3}$	150.00 [mm]
	$l_{eff,nc,min}$	150.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 1° Modo	$L_{w,1}$	150.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 2° Modo	$L_{w,2}$	150.00 [mm]
Modulo di resistenza plastico relativo al 1° Modo	$W_{pl,1}$	60000 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico relativo al 2° Modo	$W_{pl,2}$	60000 [mm ³]
Momento plastico della piastra relativo al 1° Modo	$M_{Rd,1}$	20.29 [kNm]
Momento plastico della piastra relativo al 2° Modo	$M_{Rd,2}$	20.29 [kNm]
Dimensione geometrica "n"	n	60.15 [mm]
Forza di trazione relativa al 1° Modo di collasso	$F_{t,1,Rd}$	724.49 [kN]
Forza di trazione relativa al 2° Modo di collasso	$F_{t,2,Rd}$	223.17 [kN]
Forza di trazione relativa al 3° Modo di collasso	$F_{t,3,Rd}$	93.69 [kN]
Forza di trazione relativa allo spessore del tubolare teso	$F_{t,t,Rd}$	253.57 [kN]
Resistenza a pura trazione	$N_{t,Rd}$	749 [kN]



Resistenza a pura flessione						
Numero tirafondi tesi	$n_{t,tesi}$	5.00 [-]				
Somma complessiva dei bracci di leva	Σb_l	0.95 [m]				
Forza di trazione minima per ciascun tirafondo	$F_{t,min,Rd}$	93.69 [kN]				
Momento resistente della piastra di base	$M_{b,Rd}$	88.70 [kNm]				
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento M_{Ed}	$P_{b,MEd}$	0.19 [-]				
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento $M_{Rd,c}$	$P_{b,MEd}$	0.88 [-]				
La seconda verifica non deve essere necessariamente soddisfatta						
Verifica a pura compressione						
Tasso di lavoro per pura compressione	$P_{b,NEd,c}$	0.16 [-]				
Verifica a pura trazione						
Tasso di lavoro per pura trazione	$P_{b,NEd,t}$	0.57 [-]				
Spessore minimo della rosetta						
Diametro esterno della rosetta	$d_{rosetta,est}$	100.00 [mm]				
Diametro interno della rosetta	$d_{rosetta,int}$	30.00 [mm]				
Rapporto tra i diametri	r	3.33 [-]				
η	r					
	1.25	1.50	2.00	3.00	5.00	10.00
	0.124	0.373	0.947	1.960	3.360	5.300
	inf.	dato	sup.			
r	3.00	3.333	5.00			
η	1.960	2.193	3.360			
Valore di snervamento dell'acciaio della rosetta	$f_{yk,rosetta}$	355 [N/mm ²]				
Pressione massima sulla rosetta	$f_{c,d}$	20 [N/mm ²]				
Spessore minimo della rosetta	$t_{rosetta,min}$	18 [mm]				

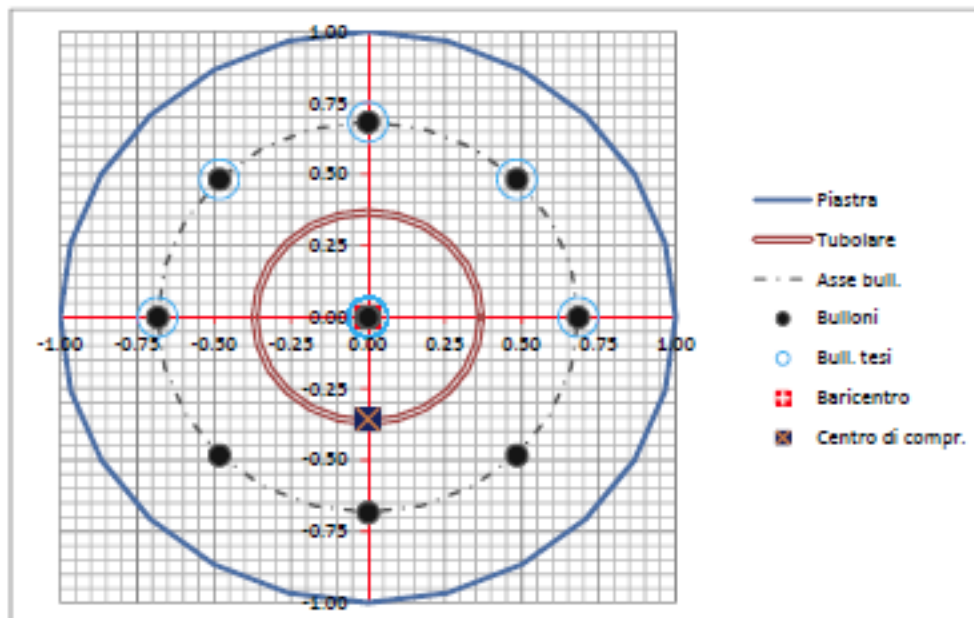
4. PILASTRO PRINCIPALE C 139.7X4 E C 139.7X6.3



VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI			
Materiali utilizzati		© Dott. Simone Caffè - 27/01/2010	
Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{tk,c}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio dei tirafondi	$f_{yk,t}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dei tirafondi	$f_{tk,t}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio della piastra	$f_{yk,b}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della piastra	$f_{tk,b}$	510	[N/mm ²]
Coefficienti di sicurezza			
Coefficiente di sicurezza per le sezioni lorde	γ_{M0}	1.05	[-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni nette e per i tirafondi	γ_{M2}	1.25	[-]
Caratteristiche geometriche			
Diametro esterno della colonna tubolare	$d_{c,est}$	139.70	[mm]
Spessore della colonna tubolare	t_c	4.00	[mm]
Diametro interno della colonna tubolare	$d_{c,int}$	131.7	[mm ²]
Area della sezione trasversale	A_c	1705	[mm ²]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	I_c	3928590	[mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,c}$	56243	[mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,c}$	73679	[mm ³]
Classificazione della sezione	$d_{c,est}/t_c$	34.925	[-]
	ϵ	0.81	[-]
	CL	Classe 2	[-]
Momento resistente della colonna	$M_{Rd,c}$	24.91	[kNm]
25% del momento resistente	$25\%M_{Rd,c}$	6.23	[kNm]
Sollecitazioni di progetto			
Forza assiale (positiva se di compressione)	$N_{Ed,c}$	365.00	[kN]
Forza assiale (negativa se di trazione)	$N_{Ed,t}$	-365.00	[kN]
Momento flettente di progetto	M_{Ed}	19.10	[kNm]
Tensione massima nei tirafondi (da Gelfi)	σ_t	79.51	[N/mm ²]
Tasso di lavoro della colonna per pura flessione	ρ_c	0.77	[-]
Verifica di resistenza dei tirafondi			
Diametro dei tirafondi	ϕ_t	24.00	[mm]
Area della sezione lorda del tirafondo	A_t	452	[mm ²]
Area della sezione netta del tirafondo	$A_{t,netta}$	353	[mm ²]
Resistenza della sezione lorda	N_{pUd}	152.95	[kN]
Resistenza della sezione netta	$N_{u,Rd}$	129.57	[kN]
Resistenza minima del tirafondo	$N_{min,Rd}$	129.57	[kN]
Sollecitazione nel tirafondo	$N_{t,Rd}$	35.97	[kN]
Tasso di lavoro del tirafondo	ρ_t	0.28	[-]
Resistenza della piastra lato tirafondi			
Distanza tra la colonna ed il tirafondo	s	60.00	[mm]
Spessore della piastra di base	t_b	30.00	[mm]
Larghezza efficace della piastra di base	b_{eff}	144	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	32400	[mm ³]

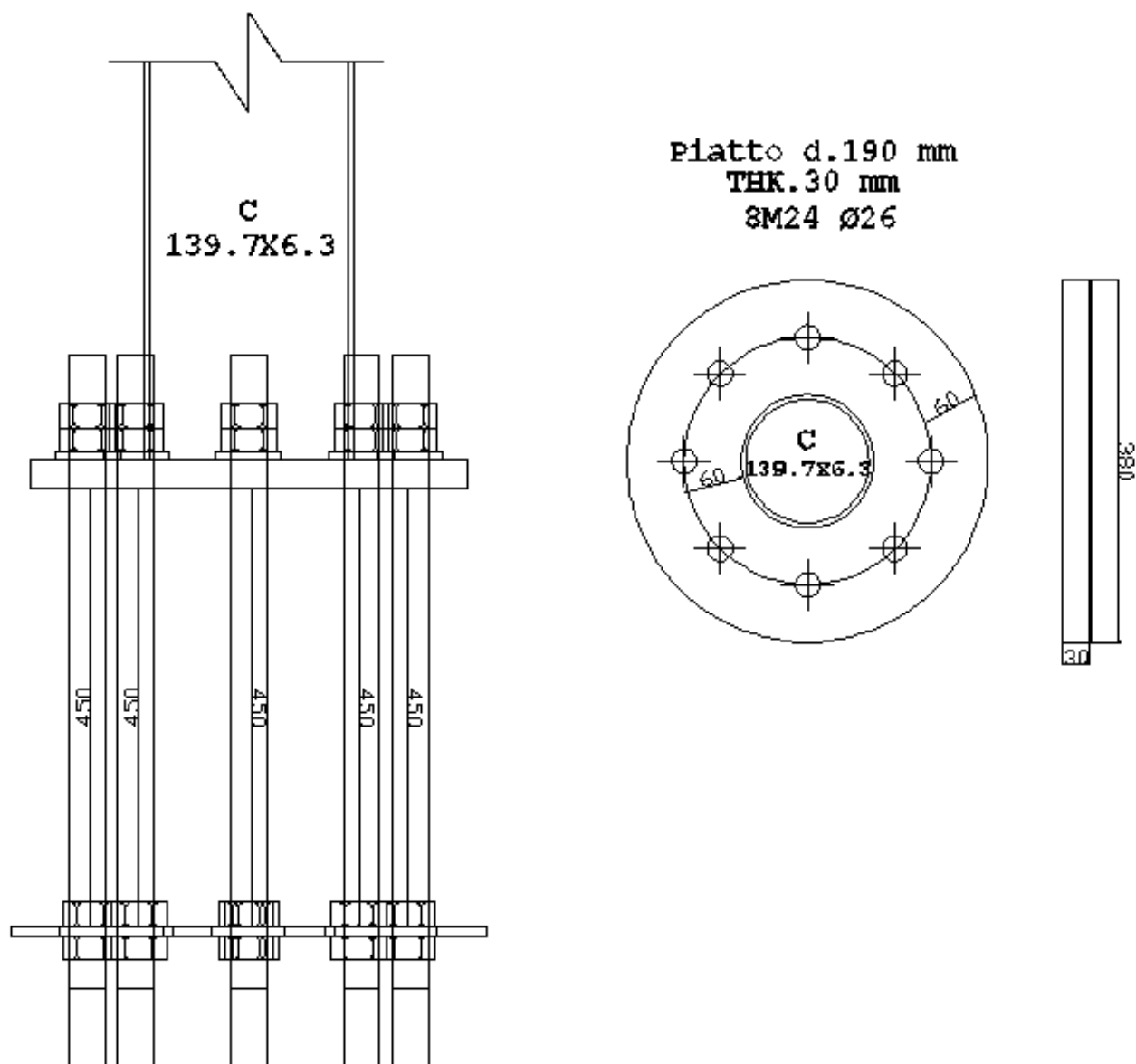
VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI		
Momento resistente della piastra di base	$M_{p,Rd}$	10.95 [kNm]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	7.77 [kNm]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,t}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.71 [-]
Resistenza della piastra lato calcestruzzo		
Diametro della piastra di base	d_b	380.00 [mm]
Resistenza del grout sotto la piastra	f_{jd}	20.00 [N/mm ²]
Coefficiente di ripartizione	c	<input checked="" type="checkbox"/> 71 [mm]
Diametro effettivo esterno	$d_{b,eff,est}$	282.13 [mm]
Diametro effettivo interno	$d_{b,eff,int}$	0.00 [mm]
Considerare o meno la ripartizione interna		<input type="checkbox"/> si [-]
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	62515 [mm ²]
Resistenza efficace del grout al di sotto della piastra	$N_{L,Rd}$	1250 [kN]
Forza assiale (positiva se di compressione)	N_{Ed}	365 [kN]
Tasso di lavoro del grout	P_j	<input checked="" type="checkbox"/> 0.29 [-]
Distanza tra bordo piastra e bordo colonna	s_b	120.15 [mm]
Ripartizione effettiva	c_{eff}	71 [mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	225 [mm ³ /mm]
Momento resistente della piastra di base	$M_{p,Rd}$	0.076 [kNm/m]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	0.051 [kNm/m]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,c}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.67 [-]
APPROCCIO PLASTICO - EC.3 - 1 - 8		
Resistenza a pura compressione		
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	62515 [mm ²]
Resistenza a pura compressione	$N_{c,Rd}$	1250 [kN]
Resistenza a pura trazione		
Numero complessivo dei tirafondi	n_t	<input checked="" type="checkbox"/> 8.00 [mm]
Lunghezza del tirafondo	L_t	450.00 [mm]
Distanza dal bordo del getto	a_t	60.00 [mm]
Resistenza caratteristica cubica del cls della fondazione	R_{ck}	30.00 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24.90 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.79 [N/mm ²]
Fattore η	η	1 [-]
Resistenza di aderenza di calcolo	f_{bd}	2.69 [N/mm ²]
Resistenza minima a trazione del tirafondo	$F_{t,Rd}$	129.57 [kN]
Resistenza di aderenza del tirafondo	$F_{t,bond,Rd}$	40.50 [kN]
Presenza o meno della rosetta		<input type="checkbox"/> si [-]
Tensione di contatto per pura compressione (Ballio)	$f_{c,d}$	20 [N/mm ²]
Diametro della rosetta	$d_{rosetta}$	100.00 [mm]
Coefficiente di efficacia della rosetta (Ballio)	$\alpha_{rosetta}$	0.17 [-]
Area della rosetta	$A_{rosetta}$	7854 [mm ²]
Resistenza per contatto della rosetta	$N_{Rd,rosetta}$	26.18 [kN]
Resistenza complessiva di aderenza	$F_{Rd,bond,tot}$	66.68 [kN]
Considerare o meno la resistenza di aderenza		<input type="checkbox"/> si [-]

Resistenza effettiva dell'ancoraggio	$F_{t,anchor,Rd}$	66.68 [kN]
Altezza di gola della saldatura tra tubolare e piastra	a_g	2.83 [mm]
Distanza tra asse del bullone e saldatura	m	56.80 [mm]
Distanza dal bordo libero della piastra all'asse del bullone	e	60.15 [mm]
Passo dei tirafondi	w	101.98 [mm]
Lunghezze effettive per collasso circolare	$l_{eff,cp,1}$	356.88 [mm]
	$l_{eff,cp,2}$	296.74 [mm]
	$l_{eff,cp,3}$	280.43 [mm]
	$l_{eff,cp,min}$	280.43 [mm]
Lunghezze effettive per collasso non circolare	$l_{eff,nc,1}$	302.39 [mm]
	$l_{eff,nc,2}$	202.19 [mm]
	$l_{eff,nc,3}$	144.00 [mm]
	$l_{eff,nc,min}$	144.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 1° Modo	$L_{w,1}$	144.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 2° Modo	$L_{w,2}$	144.00 [mm]
Modulo di resistenza plastico relativo al 1° Modo	$W_{pl,1}$	32400 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico relativo al 2° Modo	$W_{pl,2}$	32400 [mm ³]
Momento plastico della piastra relativo al 1° Modo	$M_{pl,1}$	10.95 [kNm]
Momento plastico della piastra relativo al 2° Modo	$M_{pl,2}$	10.95 [kNm]
Dimensione geometrica "n"	n	60.15 [mm]
Forza di trazione relativa al 1° Modo di collasso	$F_{t,1,Rd}$	385.71 [kN]
Forza di trazione relativa al 2° Modo di collasso	$F_{t,2,Rd}$	127.96 [kN]
Forza di trazione relativa al 3° Modo di collasso	$F_{t,3,Rd}$	66.68 [kN]
Forza di trazione relativa allo spessore del tubolare teso	$F_{t,t,Rd}$	194.74 [kN]
Resistenza a pura trazione	$N_{t,Rd}$	533 [kN]



Resistenza a pura flessione																				
Numero tirafondi tesi	$n_{t,tesi}$ 5.00 [-]																			
Somma complessiva dei bracci di leva	Σb_i 0.65 [m]																			
Forza di trazione minima per ciascun tirafondo	$F_{t,min,Rd}$ 66.68 [kN]																			
Momento resistente della piastra di base	$M_{b,Rd}$ 43.53 [kNm]																			
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento M_{Ed}	$P_{b,MEd}$ <input checked="" type="checkbox"/> 0.44 [-]																			
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento $M_{Ed,c}$	$P_{b,MEd,c}$ <input checked="" type="checkbox"/> 0.57 [-]																			
La seconda verifica non deve essere necessariamente soddisfatta																				
Verifica a pura compressione																				
Tasso di lavoro per pura compressione	$P_{b,NEd,c}$ <input checked="" type="checkbox"/> 0.29 [-]																			
Verifica a pura trazione																				
Tasso di lavoro per pura trazione	$P_{b,NEd,t}$ <input checked="" type="checkbox"/> 0.68 [-]																			
Spessore minimo della rosetta																				
Diametro esterno della rosetta	$d_{rosetta,est}$ 100.00 [mm]																			
Diametro interno della rosetta	$d_{rosetta,int}$ 24.00 [mm]																			
Rapporto tra i diametri	r 4.17 [-]																			
η	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">r</th> </tr> <tr> <th>1.25</th> <th>1.50</th> <th>2.00</th> <th>3.00</th> <th>5.00</th> <th>10.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.124</td> <td>0.373</td> <td>0.947</td> <td>1.960</td> <td>3.360</td> <td>5.300</td> </tr> </tbody> </table>	r							1.25	1.50	2.00	3.00	5.00	10.00	0.124	0.373	0.947	1.960	3.360	5.300
r																				
1.25	1.50	2.00	3.00	5.00	10.00															
0.124	0.373	0.947	1.960	3.360	5.300															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>inf.</th> <th>dato</th> <th>sup.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.00</td> <td>4.167</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>1.960</td> <td>2.777</td> <td>3.360</td> </tr> </tbody> </table>	inf.	dato	sup.	3.00	4.167	5.00	1.960	2.777	3.360										
inf.	dato	sup.																		
3.00	4.167	5.00																		
1.960	2.777	3.360																		
Valore di snervamento dell'acciaio della rosetta	$f_{yk,rosetta}$ <input checked="" type="checkbox"/> 355 [N/mm ²]																			
Pressione massima sulla rosetta	$f_{c,d}$ 20 [N/mm ²]																			
Spessore minimo della rosetta	$t_{rosetta,min}$ 20 [mm]																			

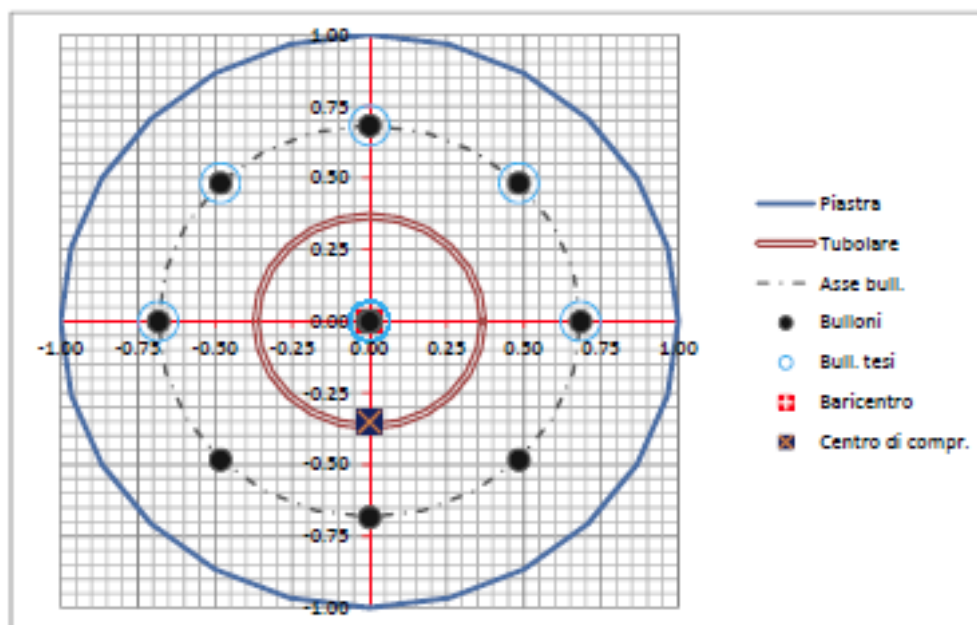
5. PILASTRO SECONDARIO C 139.7X6.3



VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI			
Materiali utilizzati		© Dott. Simone Caffè - 27/01/2010	
Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio dei tirafondi	$f_{yk,t}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dei tirafondi	$f_{uk,t}$	510	[N/mm ²]
Valore di snervamento dell'acciaio della piastra	$f_{yk,b}$	355	[N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della piastra	$f_{uk,b}$	510	[N/mm ²]
Coefficienti di sicurezza			
Coefficiente di sicurezza per le sezioni lorde	γ_{M0}	1.05	[-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni nette e per i tirafondi	γ_{M2}	1.25	[-]
Caratteristiche geometriche			
Diametro esterno della colonna tubolare	$d_{c,est}$	139.70	[mm]
Spessore della colonna tubolare	t_c	6.30	[mm]
Diametro interno della colonna tubolare	$d_{c,int}$	127.1	[mm ²]
Area della sezione trasversale	A_c	2640	[mm ²]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	I_c	5886207	[mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,c}$	84269	[mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,c}$	112195	[mm ³]
Classificazione della sezione	$d_{c,est}/t_c$	22.17460317	[-]
	ϵ	0.81	[-]
	CL	Classe 2	[-]
Momento resistente della colonna	$M_{Rd,c}$	37.93	[kNm]
25% del momento resistente	$25\%M_{Rd,c}$	9.48	[kNm]
Sollecitazioni di progetto			
Forza assiale (positiva se di compressione)	$N_{Ed,c}$	152.00	[kN]
Forza assiale (negativa se di trazione)	$N_{Ed,t}$	-152.00	[kN]
Momento flettente di progetto	M_{Ed}	4.98	[kNm]
Tensione massima nei tirafondi (da Gelfi)	σ_t	79.51	[N/mm ²]
Tasso di lavoro della colonna per pura flessione	P_c	0.13	[-]
Verifica di resistenza dei tirafondi			
Diametro dei tirafondi	ϕ_t	24.00	[mm]
Area della sezione lorda del tirafondo	A_t	452	[mm ²]
Area della sezione netta del tirafondo	$A_{t,netta}$	353	[mm ²]
Resistenza della sezione lorda	$N_{p,l,td}$	152.95	[kN]
Resistenza della sezione netta	$N_{s,td}$	129.57	[kN]
Resistenza minima del tirafondo	$N_{min,td}$	129.57	[kN]
Sollecitazione nel tirafondo	$N_{t,td}$	35.97	[kN]
Tasso di lavoro del tirafondo	P_t	0.28	[-]
Resistenza della piastra lato tirafondi			
Distanza tra la colonna ed il tirafondo	s	60.00	[mm]
Spessore della piastra di base	t_b	30.00	[mm]
Larghezza efficace della piastra di base	b_{eff}	144	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	32400	[mm ³]

VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI		
Momento resistente della piastra di base	$M_{pl,Rd}$	10.95 [kNm]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	7.77 [kNm]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,t}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.71 [-]
Resistenza della piastra lato calcestruzzo		
Diametro della piastra di base	d_b	380.00 [mm]
Resistenza del grout sotto la piastra	f_{jd}	20.00 [N/mm ²]
Coefficiente di ripartizione	c	<input checked="" type="checkbox"/> 71 [mm]
Diametro effettivo esterno	$d_{b,eff,est}$	282.13 [mm]
Diametro effettivo interno	$d_{b,eff,int}$	0.00 [mm]
Considerare o meno la ripartizione interna		<input type="checkbox"/> si [-]
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	62515 [mm ²]
Resistenza efficace del grout al di sotto della piastra	$N_{j,Rd}$	1250 [kN]
Forza assiale (positiva se di compressione)	N_{Ed}	152 [kN]
Tasso di lavoro del grout	P_j	<input checked="" type="checkbox"/> 0.12 [-]
Distanza tra bordo piastra e bordo colonna	s_b	120.15 [mm]
Ripartizione effettiva	c_{eff}	71 [mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b}$	225 [mm ³ /mm]
Momento resistente della piastra di base	$M_{pl,Rd}$	0.076 [kNm/m]
Momento sollecitante della piastra di base	$M_{b,Rd}$	0.051 [kNm/m]
Tasso di lavoro della piastra di base	$P_{b,c}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.67 [-]
APPROCCIO PLASTICO - EC 3 - 1 - B		
Resistenza a pura compressione		
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff}$	62515 [mm ²]
Resistenza a pura compressione	$N_{c,Rd}$	1250 [kN]
Resistenza a pura trazione		
Numero complessivo dei tirafondi	n_t	<input checked="" type="checkbox"/> 8.00 [mm]
Lunghezza del tirafondo	L_t	450.00 [mm]
Distanza dal bordo del getto	a_t	60.00 [mm]
Resistenza caratteristica cubica del cls della fondazione	R_{ck}	30.00 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24.90 [N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1.79 [N/mm ²]
Fattore η	η	1 [-]
Resistenza di aderenza di calcolo	f_{bd}	2.69 [N/mm ²]
Resistenza minima a trazione del tirafondo	$F_{t,Rd}$	129.57 [kN]
Resistenza di aderenza del tirafondo	$F_{t,bond,Rd}$	40.50 [kN]
Presenza o meno della rosetta		<input type="checkbox"/> si [-]
Tensione di contatto per pura compressione (Ballio)	$f_{c,d}$	20 [N/mm ²]
Diametro della rosetta	$d_{rosetta}$	100.00 [mm]
Coefficiente di efficacia della rosetta (Ballio)	$\alpha_{rosetta}$	0.17 [-]
Area della rosetta	$A_{rosetta}$	7854 [mm ²]
Resistenza per contatto della rosetta	$N_{Rd,rosetta}$	26.18 [kN]
Resistenza complessiva di aderenza	$F_{Rd,bond,tot}$	66.68 [kN]
Considerare o meno la resistenza di aderenza		<input type="checkbox"/> si [-]

Resistenza effettiva dell'ancoraggio	$F_{t,anchor,Rd}$	66.68 [kN]
Altezza di gola della saldatura tra tubolare e piastra	a_g	4.45 [mm]
Distanza tra asse del bullone e saldatura	m	54.96 [mm]
Distanza dal bordo libero della piastra all'asse del bullone	e	60.15 [mm]
Passo dei tirafondi	w	101.98 [mm]
Lunghezze effettive per collasso circolare	$l_{eff,cp,1}$	345.32 [mm]
	$l_{eff,cp,2}$	292.96 [mm]
	$l_{eff,cp,3}$	274.65 [mm]
	$l_{eff,cp,min}$	274.65 [mm]
Lunghezze effettive per collasso non circolare	$l_{eff,nc,1}$	295.03 [mm]
	$l_{eff,nc,2}$	198.51 [mm]
	$l_{eff,nc,3}$	144.00 [mm]
	$l_{eff,nc,min}$	144.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 1° Modo	$L_{eR,1}$	144.00 [mm]
Lunghezza efficace per il collasso di 2° Modo	$L_{eR,2}$	144.00 [mm]
Modulo di resistenza plastico relativo al 1° Modo	$W_{pl,1}$	32400 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico relativo al 2° Modo	$W_{pl,2}$	32400 [mm ³]
Momento plastico della piastra relativo al 1° Modo	$M_{Rd,1}$	10.95 [kNm]
Momento plastico della piastra relativo al 2° Modo	$M_{Rd,2}$	10.95 [kNm]
Dimensione geometrica "n"	n	60.15 [mm]
Forza di trazione relativa al 1° Modo di collasso	$F_{t,1,Rd}$	398.63 [kN]
Forza di trazione relativa al 2° Modo di collasso	$F_{t,2,Rd}$	130.01 [kN]
Forza di trazione relativa al 3° Modo di collasso	$F_{t,3,Rd}$	66.68 [kN]
Forza di trazione relativa allo spessore del tubolare teso	$F_{t,t,Rd}$	306.72 [kN]
Resistenza a pura trazione	$N_{t,Rd}$	533 [kN]



Resistenza a pura flessione						
Numero tirafondi tesi	$n_{t,tesi}$	5.00 [-]				
Somma complessiva dei bracci di leva	Σb_i	0.65 [m]				
Forza di trazione minima per ciascun tirafondo	$F_{t,min,Rd}$	66.68 [kN]				
Momento resistente della piastra di base	$M_{b,Rd}$	43.14 [kNm]				
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento M_{Ed}	$P_{b,MEd}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.12 [-]				
Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento $M_{Rd,c}$	$P_{b,MEd}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.88 [-]				
La seconda verifica non deve essere necessariamente soddisfatta						
Verifica a pura compressione						
Tasso di lavoro per pura compressione	$P_{b,NEd,c}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.12 [-]				
Verifica a pura trazione						
Tasso di lavoro per pura trazione	$P_{b,NEd,t}$	<input checked="" type="checkbox"/> 0.28 [-]				
Spessore minimo della rosetta						
Diametro esterno della rosetta	$d_{rosetta,est}$	100.00 [mm]				
Diametro interno della rosetta	$d_{rosetta,int}$	24.00 [mm]				
Rapporto tra i diametri	r	4.17 [-]				
η	r					
	1.25	1.50	2.00	3.00	5.00	10.00
	0.124	0.373	0.947	1.960	3.360	5.300
	inf.	dato	sup.			
r	3.00	4.167	5.00			
η	1.960	2.777	3.360			
Valore di snervamento dell'acciaio della rosetta	$f_{yk,rosetta}$	<input type="text" value="355"/> [N/mm ²]				
Pressione massima sulla rosetta	$f_{c,d}$	20 [N/mm ²]				
Spessore minimo della rosetta	$t_{rosetta,min}$	20 [mm]				