

# LOMBARDI AMPLIFICAZIONI di Lombardi Renato

*via G. Mengozzi 21/b - 47011 Castrocaro Terme (FC)*

*tel/fax: 0543767482 cel: 3392272769*

*P.I. 02552890408 - C.F. LMBRNT62C16D704J*

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

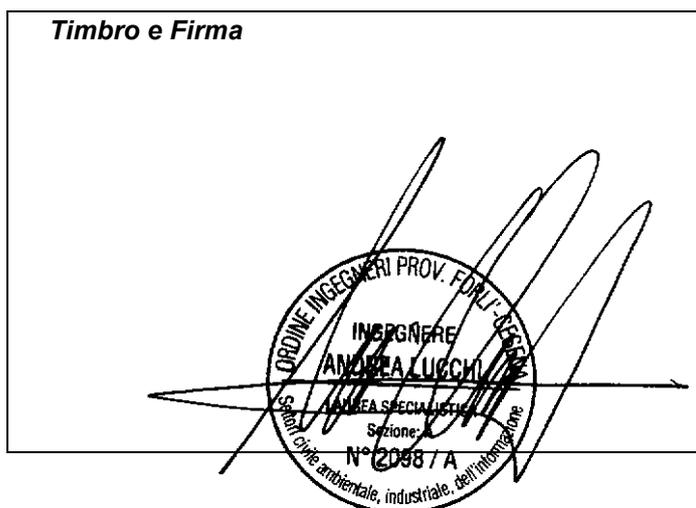
Dott. Ing. ANDREA LUCCHI

*via G. Regnoli 11*

*47121 Forlì*

**Oggetto: CALCOLO DI VERIFICA DEL SISTEMA DI  
SOSPENSIONE PER DIFFUSORI "LVR 1200 BP"**

**Calcolatore delle strutture: Dott. Ing. ANDREA LUCCHI**



**Data: Forlì 29 Giugno 2012**

## 1) PREMESSE:

La presente relazione di calcolo riguarda la verifica della portata degli elementi di connessione per array prodotti dalla Ditta "LOMBARDI AMPLIFICAZIONI DI RENATO LOMBARDI", a formare nello specifico il sistema di appendimento per i diffusori LVR 1200 BP

Gli elementi oggetto di tale certificazione sono:

**BRACCETTO ANTERIORE**, realizzata in acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

**BRACCETTO POSTERIORE**, realizzata in acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

**ELEMENTI LATERALI**, realizzata in acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

**FLYING BAR**, realizzata in acciaio S235 (tubolari) e acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

**SUPPORTO A C**, realizzata in acciaio S235 (tubolari) e acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

**SUPPORTO A DISCO**, realizzata in acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio)

Gli "ELEMENTI LATERALI" sono collegati ai diffusori acustici dell'array audio a mezzo di bullonature su contropiastra, la loro funzione è quella di collegare i diffusori tra loro, a mezzo di spine alla coppia di "BRACCETTI ANTERIORI" (sul fronte) e ai due "BRACCETTI POSTERIORI" (presenti sul retro), al fine di poter ottenere a seconda del foro del "BRACCETTO POSTERIORE" utilizzato, una sorta di regolazione angolare del "grappolo" da sospendere al "FLYING BAR", quest'ultimo è l'elemento di collegamento tra il grappolo e la struttura di appendimento a cui verrà sospeso a mezzo del SUPPORTO A DISCO.

In alternativa per appendimento a strutture o posizionamento dei diffusori in appoggio su stativi, può essere utilizzato l'elemento SUPPORTO A C.

Per le specifiche relative alle istruzioni di corretto utilizzo, sospensione e collegamento dei diffusori, si rimanda alle schede specifiche fornite dal produttore.

Lo Scrivente e Calcolatore, Ing. Andrea Lucchi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Forlì – Cesena al n. 2098/A dichiara di aver visionato direttamente gli elementi di cui sopra presso la sede della Ditta "LOMBARDI AMPLIFICAZIONI di Renato Lombardi" in Castrocaro Terme (FC).

## 2) MATERIALI E NORMATIVA PRESA IN ESAME PER LA REDAZIONE DEL CALCOLO E VERIFICA DELLA PORTATA DEI CONNETTORI:

Le norme prese in considerazione nella presente relazione di calcolo sono le seguenti:

- UNI ENV 1993-1-1:2005 EUROCODICE 3, progettazione delle strutture in acciaio;
- Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

**Il materiale utilizzato per la realizzazione delle strutture è il seguente:**

- Acciaio S235 (tubolari), con  $f_{yk}$  2350 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  3600 Kg/cm<sup>2</sup>. utilizzato per i tubolari 25x25x2 del "FLYING BAR" e del "SUPPORTO A C"
- Acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111 (lamiera da taglio), utilizzato per tutti gli elementi, con  $f_{yk}$  1700 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

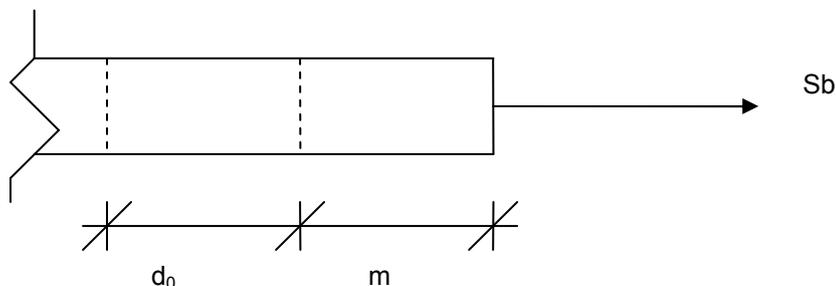
## 3) CALCOLO DEGLI ELEMENTI "BRACCETTO ANTERIORE"

- Gli elementi "BRACCETTO ANTERIORE" sono caratterizzati a taglio laser da una lamiera di acciaio.  
Una coppia di BRACCETTI ANTERIORI collega il fronte della cassa al fronte dell'elemento sovrastante a mezzo spine da alloggiare all'interno di fori di diametro 7,5 mm. ; entrambi gli elementi sono realizzati in Acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111, utilizzato per tutti gli elementi, con  $f_{yk}$  1700 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

## RIFOLLAMENTO DELL'ELEMENTO "BRACCETTO ANTERIORE":

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

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2$$



Con:

$F_{tk}$  = resistenza a rottura della piastra del materiale collegato = 4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

t = spessore dell'elemento collegato = 1,00 cm.

d = diametro nominale del gambo della spina = 0,75 cm.

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato = 0,78

$k = \min \{2,8 e_2/d_0 - 1,7; 2,5\}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato = 1,72

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale = 2,00 cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale = 1,04 cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore = 0,85 cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 1,72 \times 0,78 \times 4400 \text{ Kg/cm}^2 \times 0,75 \text{ cm} \times 1,00 \text{ cm} / 1,25 = 3.541 \text{ Kg.}$$

**Ovvero:**

**Si considera a favore di sicurezza il 60% dell'intero peso di un "grappolo" di 12 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente su una coppia di elementi "BRACCETTO", in sommità avrò:**

$$S_b = 12 \times 21 \text{ Kg.} \times 0,60 = 151,20 \text{ Kg.}$$

**Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:**

$$7 \times S_b \leq S_{b_{max}}$$

**Quindi:**

$$(7 \times 151,20 \text{ Kg.}) = 1.058,40 \text{ Kg.} \leq 2 \times 3.541 \text{ Kg.} = 7.082 \text{ Kg.}$$

**VERIFICATO**

#### **4) CALCOLO DEGLI ELEMENTI "BRACCETTO POSTERIORE"**

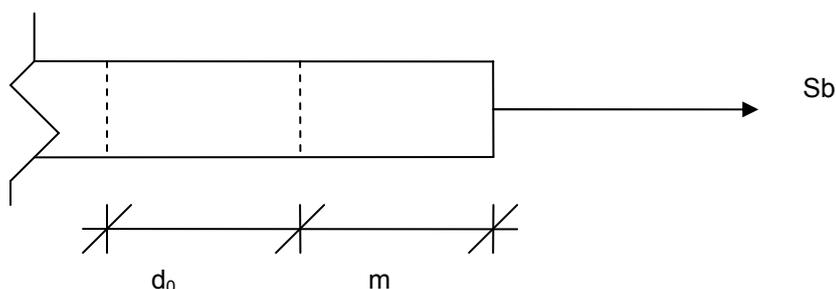
- Gli elementi "BRACCETTO POSTERIORE" sono caratterizzati a taglio laser da una lamiera di acciaio.  
Una coppia di BRACCETTI POSTERIORI collega il retro della cassa al retro dell'elemento sovrastante a mezzo spine da alloggiare all'interno di fori di diametro 7,5 mm. ; entrambi gli elementi sono realizzati in Acciaio

di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111, utilizzato per tutti gli elementi, con  $f_{yk}$  1700 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

### RIFOLLAMENTO DELL'ELEMENTO "BRACCETTO POSTERIORE":

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

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2$$



Con:

$f_{tk}$  = resistenza a rottura della piastra del materiale collegato = 4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

t = spessore dell'elemento collegato = 0,80 cm.

d = diametro nominale del gambo della spina = 0,75 cm.

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato = 0,78

$k = \min \{2,8 e_2/d_0 - 1,7; 2,5\}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato = 1,75

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale = 2,00 cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale = 1,05 cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore = 0,85 cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 1,75 \times 0,78 \times 4400 \text{ Kg/cm}^2 \times 0,75 \text{ cm} \times 0,8 \text{ cm} / 1,25 = 2.882 \text{ Kg.}$$

Ovvero:

Si considera a favore di sicurezza il 60% dell'intero peso di un "grappolo" di 12 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente su una coppia di elementi "BRACCETTO", in sommità avrò:

$$S_b = 12 \times 21 \text{ Kg.} \times 0,60 = 151,20 \text{ Kg.}$$

Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:

$$7 \times S_b \leq S_{b_{\max}}$$

Quindi:

$$(7 \times 151,20 \text{ Kg.}) = 1.058,40 \text{ Kg.} \leq 2 \times 2.882 \text{ Kg.} = 5.764 \text{ Kg.}$$

**VERIFICATO**

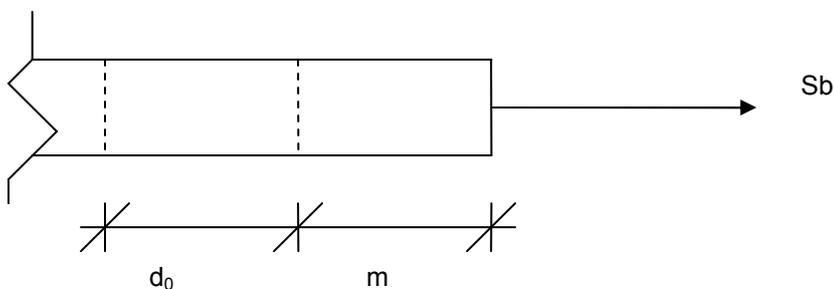
## 5) CALCOLO DEGLI "ELEMENTI LATERALI"

- Gli "ELEMENTI LATERALI" sono due, simmetricamente identici, posizionati uno sul lato destro ed uno sul lato sinistro; sono caratterizzati sul fronte e sul retro da due elementi femmina per l'inserimento e la connessione degli elementi "BRACCETTO ANTERIORE" e "BRACCETTO POSTERIORE". Tali elementi sono realizzati in Acciaio di qualità DD 11 secondo Norma EN 10111, utilizzato per tutti gli elementi, con  $f_{yk}$  1700 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

### RIFOLLAMENTO degli "ELEMENTI LATERALI":

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

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_2$$



Con:

$$F_{tk} = \text{resistenza a rottura della piastra del materiale collegato} = 4400 \text{ Kg/cm}^2.$$

Dott. Ing. Andrea Lucchi – Via G. Regnoli n. 11 47121 Forlì  
Telefono e Fax 0543 540728 – Cell. 328 2477055 – email [andreainglucchi@libero.it](mailto:andreainglucchi@libero.it)

$t$  = spessore dell'elemento collegato =  $0,30 + 0,15 = 0,45$  cm.

$d$  = diametro nominale del gambo della spina =  $0,75$  cm.

in alternativa alle spine possono essere utilizzati bulloni e dadi classe 8.8 aventi diametro 6 mm. ma unicamente per il collegamento degli ultimi tre amplificatori del grappolo.

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato =  $0,75$

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

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale  $1,80$  cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale =  $1,25$  cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore =  $0,80$  cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 2,5 \times 0,75 \times 4400 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \times 0,75 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm} / 1,25 = 2.227 \text{ Kg.}$$

**Ovvero:**

**Si considera a favore di sicurezza il 60% dell'intero peso di un "grappolo" di 12 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente su una coppia di femmine di "ELEMENTI LATERALI".**

$$S_b = 12 \times 21 \text{ Kg.} \times 0,60 = 151,20 \text{ Kg.}$$

**Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:**

$$7 \times S_b \leq S_{b_{\max}}$$

**Quindi:**

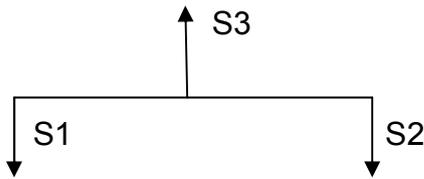
$$(7 \times 151,20 \text{ Kg.}) = 1.058,40 \text{ Kg.} \leq 2 \times 2.227 \text{ Kg.} = 4.454 \text{ Kg.}$$

**VERIFICATO**

## **6) CALCOLO DELL'ELEMENTO "FLYING BAR"**

Considero di sospendere il line array composto da 12 elementi, lo sforzo a flessione viene ripartito tra i tre elementi  $25 \times 25 \times 2$  mm.

Lo schema statico peggiore sarà il seguente:



A favore di sicurezza considero agenti le seguenti grandezze:

$$S1 = S2 = 12 \times 21 \text{ Kg.} / 2 = 126 \text{ Kg.}$$

$$S3 = 2 \times S2 = 252 \text{ Kg.}$$

L = lunghezza libera di inflessione = 0,65 ml.

La sezione resistente è caratterizzata da tre elementi tubolari 25x25x2 realizzati in Acciaio S 235, con  $f_{yk}$  2350 Kg/cm<sup>2</sup>. e  $f_{tk}$  3600 Kg/cm<sup>2</sup>.

Verifica a flessione:

$$M_{Ed} = S3 \times L / 4 = 252 \text{ Kg.} \times 0,65 \text{ ml.} / 4 = 40,95 \text{ Kgm.} = 4.095 \text{ Kgcm.}$$

La sezione composta da tre tubolari 25x25x2 mm. avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$A = 3 \times 1,805 \text{ cm}^2. \quad W_{el} = 3 \times 1,295 \text{ cm}^3.$$

Da cui ottengo il momento resistente della sezione:

$$M_{c,Rd} = W_{el} \times f_{yk} / 1,05 = 3 \times 1,295 \text{ cm}^3. \times 2.350 \text{ Kg/cm}^2. / 1,05 = 8.695 \text{ Kg/cm.}$$

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} = 4.095 \text{ Kgcm.} / 8.695 \text{ Kg/cm.} = 0,47 \leq 1$$

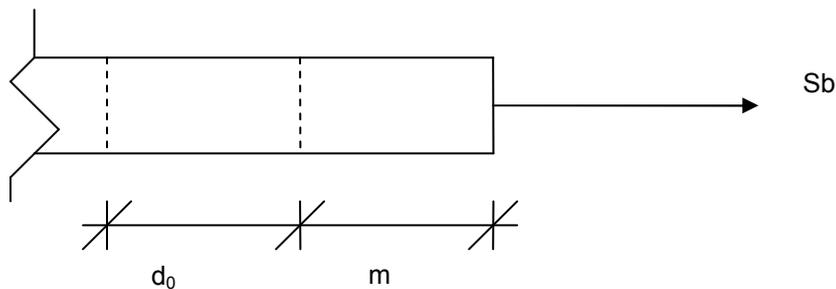
**VERIFICATO**

**RIFOLLAMENTO degli elementi in lamiera forata del "FLYING BAR"**

Considero di sospendere il "FLYING BAR" a mezzo del "SUPPORTO A DISCO" e di due perni. In tale condizione la lamiera forata del "FLYING BAR" sarà soggetta a rifollamento.

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

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_2$$



Con:

$F_{tk}$  = resistenza a rottura della piastra del materiale collegato = 4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

$t$  = spessore dell'elemento collegato = 0,8 cm.

$d$  = diametro nominale del gambo della spina = 1,05 cm.

$\alpha$  =  $\min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato = 0,45

$k$  =  $\min \{2,8 e_2/d_0 - 1,7; 2,5\}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato = 1,99

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale 1,50 cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale = 1,45 cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore = 1,10 cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 1,99 \times 0,45 \times 4400 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 1,05 \text{ cm} \cdot 0,80 \text{ cm} / 1,25 = 2.647 \text{ Kg.}$$

**Ovvero:**

**Si considera l'intero peso di un "grappolo" di 12 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente nel punto di connessione**

$$S_b = 12 \times 21 \text{ Kg.} = 252 \text{ Kg.}$$

**Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:**

$$7 \times S_b \leq S_{b_{max}}$$

**Quindi:**

$$(7 \times 252 \text{ Kg.}) = 1.764 \text{ Kg.} \leq 2.647 \text{ Kg. Kg.}$$

## VERIFICATO

L'appendimento del "FLYING BAR" in sospensione all'elemento "SUPPORTO A DISCO" risulta verificato anche con un singolo connettore; tuttavia per aumentare i range di sicurezza si PRESCRIVE:

che la connessione tra il "FLYING BAR" e il "SUPPORTO A DISCO" sia realizzata utilizzando un numero minimo di due perni, e che tali perni vengano alloggiati all'interno di fori non attigui.

## 7) CALCOLO DELL'ELEMENTO "SUPPORTO A DISCO"

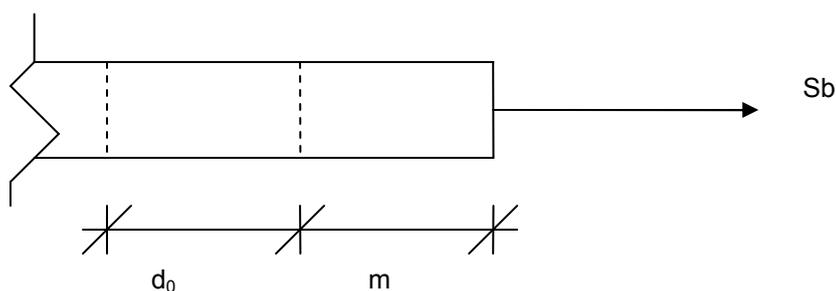
L'elemento superiore "SUPPORTO A DISCO" permette di sospendere il line array al tubolare di un truss a mezzo di aliscaff o altri elementi di connessione certificati. Tale elemento presenta nella parte superiore un disco che ne permette il posizionamento mediante rotazione attorno al proprio asse verticale, e fori per il collegamento ad aliscaff, mentre nella parte inferiore presenta un doppio piatto forato per il collegamento a mezzo di perni alla parte superiore del "FLYNG BAR", o in alternativa al "SUPPORTO A C"

### RIFOLLAMENTO degli elementi in lamiera forata del "SUPPORTO A DISCO"

Considero di sospendere il "FLYING BAR" a mezzo del "SUPPORTO A DISCO" e di due perni. In tale condizione la lamiera forata del "SUPPORTO A DISCO" sarà soggetta a rifollamento.

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

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2$$



Con:

$F_{tk}$  = resistenza a rottura della piastra del materiale collegato = 4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

$t$  = spessore dell'elemento collegato = 0,8 cm.

$d$  = diametro nominale del gambo della spina = 1,05 cm.

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato = 0,36

$k = \min \{2,8 e_2/d_0-1,7; 2,5\}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato = 1,99

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale 1,20 cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale = 1,45 cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore = 1,10 cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 2 \times 1,99 \times 0,36 \times 4400 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \times 1,05 \text{ cm} \times 0,80 \text{ cm} / 1,25 = 4.236 \text{ Kg.}$$

**Ovvero:**

Si considera l'intero peso di un "grappolo" di 12 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente nel punto di connessione

$$S_b = 12 \times 21 \text{ Kg.} = 252 \text{ Kg.}$$

Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:

$$7 \times S_b \leq S_{b_{max}}$$

Quindi:

$$(7 \times 252 \text{ Kg.}) = 1.764 \text{ Kg.} \leq 4.236 \text{ Kg. Kg.}$$

**VERIFICATO**

L'appendimento del "FLYING BAR" in sospensione all'elemento "SUPPORTO A DISCO" risulta verificato anche con un singolo connettore; tuttavia per aumentare i range di sicurezza si PRESCRIVE:

che la connessione tra il "FLYING BAR" e il "SUPPORTO A DISCO" sia realizzata utilizzando un numero minimo di due perni, e che tali perni vengano alloggiati all'interno di fori non attigui.

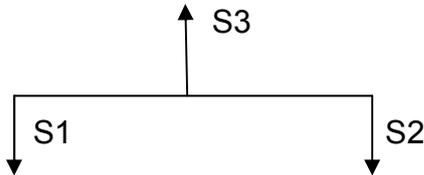
## **8) CALCOLO DELL'ELEMENTO "SUPPORTO A C"**

Il "SUPPORTO A C", è un elemento utilizzato per il posizionamento dei diffusori in appoggio su stativi o elementi simili, con un numero massimo di due diffusori, o in alternativa può essere utilizzato in abbinamento all'elemento

“SUPPORTO A DISCO” per la sospensione di line array con un numero di elementi diffusori massimo pari a tre.

Ai fini della verifica di tale elemento, considero la condizione peggiore, ovvero la sospensione ad una truss di un line array composto da tre diffusori acustici.

Lo schema statico peggiore sarà il seguente:



A favore di sicurezza considero agenti le seguenti grandezze:

$$S1 = S2 = 3 \times 21 \text{ Kg.} / 2 = 31,5 \text{ Kg.}$$

$$S3 = 2 \times S2 = 63 \text{ Kg.}$$

L = lunghezza libera di inflessione = 0,73 ml.

La sezione resistente è caratterizzata da un elemento tubolare 25x25x2 realizzato in Acciaio S 235, con  $f_{yk} 2350 \text{ Kg/cm}^2$ . e  $f_{tk} 3600 \text{ Kg/cm}^2$ .

Verifica a flessione:

$$M_{Ed} = S3 \times L / 4 = 31,5 \text{ Kg.} \times 0,73 \text{ ml.} / 4 = 5,75 \text{ Kgm.} = 575 \text{ Kgcm.}$$

La sezione del tubolare 25x25x2 mm. avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$A = 1,805 \text{ cm}^2. \quad W_{el} = 1,295 \text{ cm}^3.$$

Da cui ottengo il momento resistente della sezione:

$$M_{c,Rd} = W_{el} \times f_{yk} / 1,05 = 1,295 \text{ cm}^3. \times 2.350 \text{ Kg/cm}^2. / 1,05 = 2.898 \text{ Kg/cm.}$$

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} = 575 \text{ Kgcm.} / 2.898 \text{ Kg/cm.} = 0,20 \leq 1$$

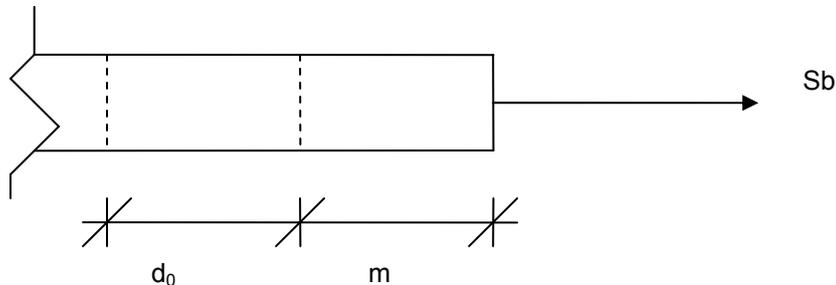
**VERIFICATO**

**RIFOLLAMENTO degli elementi in lamiera forata del “SUPPORTO A C”**

Considero di sospendere il “SUPPORTO A C” a mezzo del “SUPPORTO A DISCO” e di due perni. In tale condizione la lamiera forata del “SUPPORTO A C” sarà soggetta a rifollamento.

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

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2$$



Con:

$F_{tk}$  = resistenza a rottura della piastra del materiale collegato = 4400 Kg/cm<sup>2</sup>.

t = spessore dell'elemento collegato = 0,5 cm.

d = diametro nominale del gambo della spina = 0,75 cm.

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_t ; 1\}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato = 0,40

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

$e_1$  = distanza dal centro del foro al limite esterno frontale 1,00 cm.

$e_2$  = distanza dal centro del foro al limite esterno laterale = 4,00 cm.

$d_0$  = diametro nominale del foro di alloggiamento del connettore = 0,83 cm.

Si può quindi ottenere lo sforzo massimo di trazione sopportabile da tale sezione:

$$F_{b,Rd} = k\alpha f_{tk} dt / \gamma_2 = 2,50 \times 0,40 \times 4400 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \cdot 0,75 \text{ cm} \cdot 0,50 \text{ cm} / 1,25 = 1.320 \text{ Kg}.$$

**Ovvero:**

**Si considera l'intero peso di un "grappolo" di 3 diffusori del peso di 21 Kg. ciascuno, agente nel punto di connessione**

**$S_b = 3 \times 21 \text{ Kg.} = 63 \text{ Kg.}$**

**Per verificare un rapporto di sicurezza pari a 7:1 , dovrò verificare che:**

$$7 \times S_b \leq S_{b_{max}}$$

Quindi:

$$(7 \times 63 \text{ Kg.}) = 441 \text{ Kg.} \leq 2 \times 1.320 \text{ Kg.} = 2.640 \text{ Kg.}$$

VERIFICATO

## 9) CONCLUSIONI

Stante quanto sopra esposto, lo scrivente Dott. Ing. Andrea Lucchi, Ingegnere libero professionista con studio professionale in Forlì, Via Giorgio Regnoli n°11 (telefono e fax 0543 540728), iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Forlì al n° 2098/A

dichiara

con il presente atto che gli elementi analizzati nella relazione in oggetto sono verificati con rapporto di sicurezza 7:1.

Si precisa che la presente relazione di calcolo è valida per gli elementi in essa descritte, realizzati con i medesimi materiali, aventi le caratteristiche citate, assemblati come definito dalla Ditta produttrice, ed in perfetto stato d'uso. Qualora le stesse subissero modifiche nelle dimensioni, nella tipologia dei materiali definiti in relazione e nei carichi applicati si renderà necessario adeguare il calcolo alle modifiche stesse.



Forlì 29 Giugno 2012