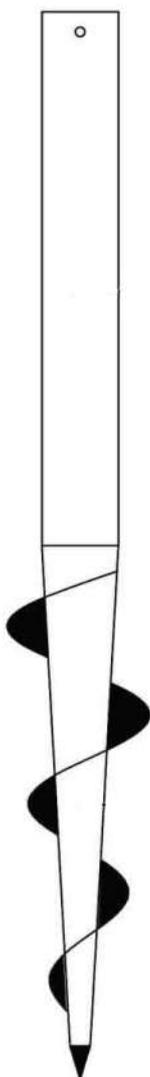
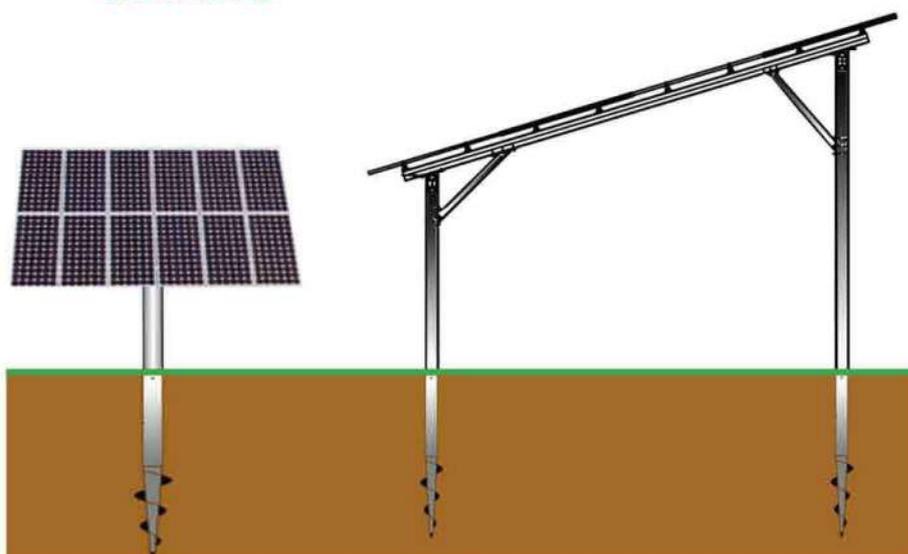




**OFFICINE  
CAPUTO**



## *Palo a vite*

### IMPIEGO:

Il sistema di infissione mediante palo a vite è particolarmente idoneo laddove non è possibile (ad es. per vincoli paesaggistici ecc.) predisporre fondazioni in cemento.

Il sistema "palo a vite" garantisce la perfetta tenuta in quanto dimensionato in base alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alla struttura che dovrà supportare.

OFFICINE CAPUTO

**IMPRESIM SRL**  
P.I. 04394130654

Sede Legale: Via Nazionale. 252 - 84034 - Padula (Sa)

Sede Operativa: Zona Industriale - 84032 - Buonabitacolo (Sa)

Tel. +39 0975 32 18 65 - Fax +39 0975 32 18 65

web site: [www.officinecaputo.it](http://www.officinecaputo.it) - e.mail: [info@officinecaputo.it](mailto:info@officinecaputo.it)

**CQOP SOA**  
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE  
Cat: OS18, OS24, OS6, OS33



CERT. N 229  
ISO 9001



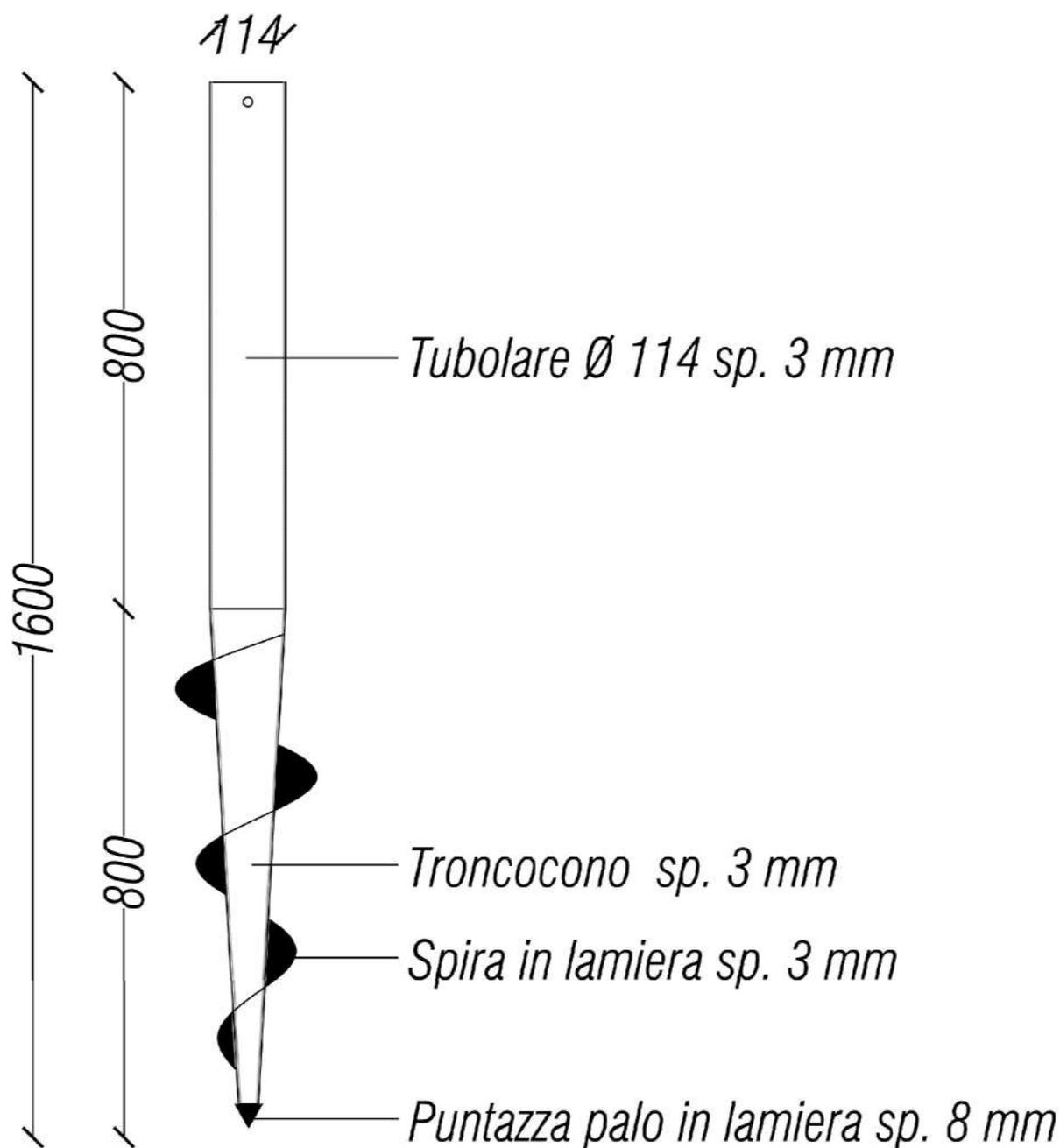
Socio  
Consorzio  
Stabile

**Coimart**



**OFFICINE  
CAPUTO**

## *Palo a vite - mod. VT800 D114*



OFFICINE CAPUTO

**IMPRESIM SRL**  
P.I. 04394130654

Sede Legale: Via Nazionale. 252 - 84034 - Padula (Sa)  
Sede Operativa: Zona Industriale - 84032 - Buonabitacolo (Sa)  
Tel. +39 0975 32 18 65 - Fax +39 0975 32 18 65  
web site: [www.officinecaputo.it](http://www.officinecaputo.it) - e.mail: [info@officinecaputo.it](mailto:info@officinecaputo.it)

**CQOP SOA**  
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE  
Cat: OS18, OS24, OS6, OS33



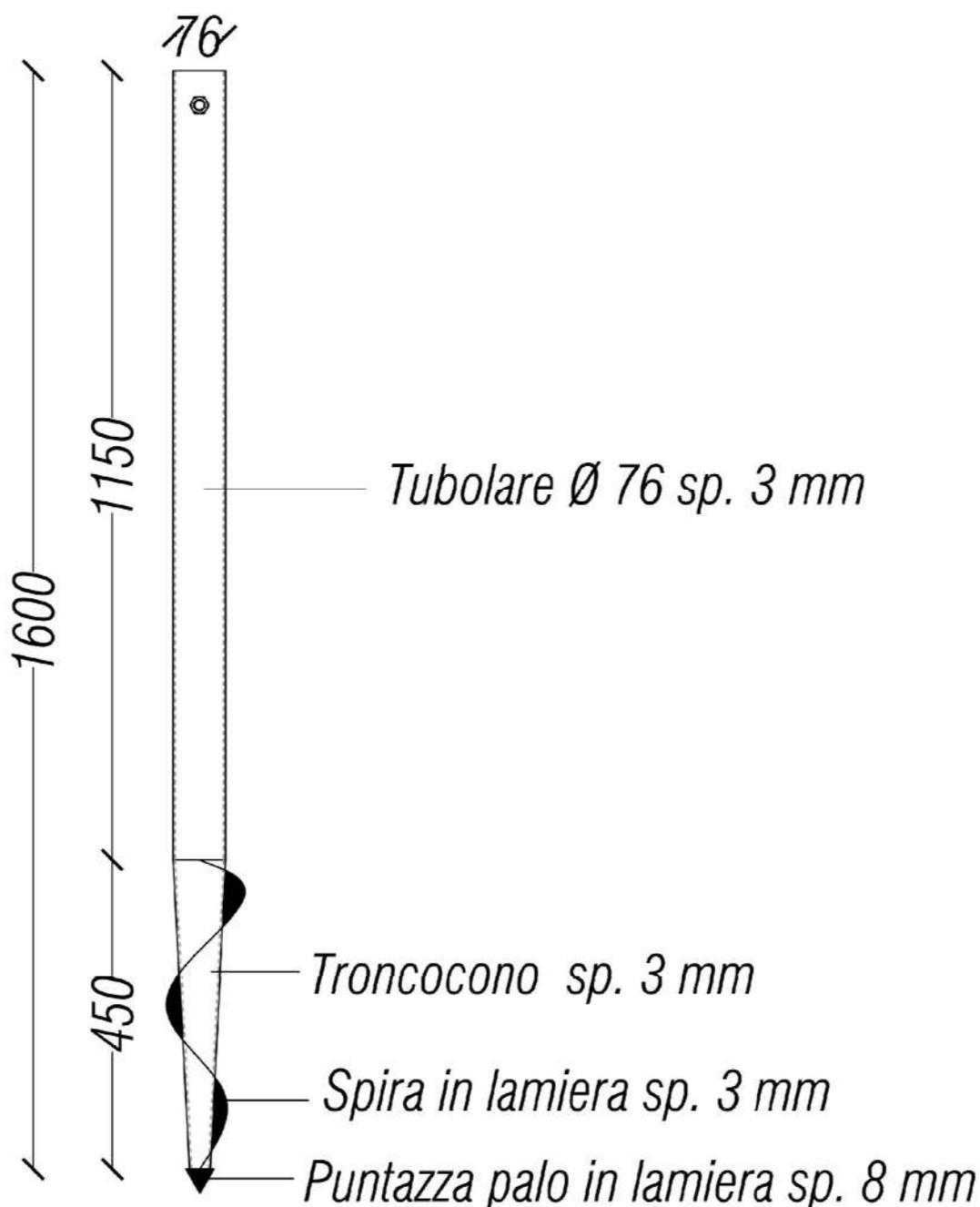
Socio  
Consorzio  
Stabile

**Coimart**



**OFFICINE  
CAPUTO**

## *Palo a vite - mod. VT450 D76*



OFFICINE CAPUTO

**IMPRESIM SRL**  
P.I. 04394130654

Sede Legale: Via Nazionale. 252 - 84034 - Padula (Sa)  
Sede Operativa: Zona Industriale - 84032 - Buonabitacolo (Sa)  
Tel. +39 0975 32 18 65 - Fax +39 0975 32 18 65  
web site: [www.officinecaputo.it](http://www.officinecaputo.it) - e.mail: [info@officinecaputo.it](mailto:info@officinecaputo.it)

**CQOP SOA**  
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE  
Cat: OS18, OS24, OS6, OS33



CERT. N. 229  
ISO 9001



Socio  
Consorzio  
Stabile

**Coimart**



**OFFICINE  
CAPUTO**



OFFICINE CAPUTO

**CQOP SOA**  
COSTRUTTORI QUALIFICATI OPERE PUBBLICHE  
Cat: OS18, OS24, OS6, OS33

**IMPRESIM SRL**  
P.I. 04394130654  
Sede Legale: Via Nazionale. 252 - 84034 - Padula (Sa)  
Sede Operativa: Zona Industriale - 84032 - Buonabitacolo (Sa)  
Tel. +39 0975 32 18 65 - Fax +39 0975 32 18 65  
web site: [www.officinecaputo.it](http://www.officinecaputo.it) - e.mail: [info@officinecaputo.it](mailto:info@officinecaputo.it)



Socio  
Consorzio  
Stabile

**Coimart**

## Premessa

La relazione di calcolo che segue riguarda il dimensionamento delle caratteristiche geometriche delle strutture fondali atte a sostenere la recinzione, delimitante l'area in cui sorgerà l'impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, da realizzarsi nel comune di Olevano Romano - Roma, come già precedentemente menzionato, viene proposta come soluzione, la realizzazione di pali a vite di fondazione in acciaio.

## Analisi dei carichi

### Carichi permanenti

$Pr := 13 \frac{\text{kg}}{\text{mq}}$  peso della recinzione (ZINCOLINE PLUS)

$hr := 2 \text{ mt}$  Altezza della recinzione

$Qr := Pr \cdot hr$   $Qr = 26 \frac{\text{kg}}{\text{ml}}$  carico uniformemente distribuito

### Azione del Vento

A favore di sicurezza consideriamo la recinzione come se fosse un pannello pieno e quindi l'azione del vento come se investisse una parete, pertanto in considerazione della Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 14/01/2008 Parag. 3.3, avremo:

- Pressione del Vento

$p := qb \cdot ce \cdot cp \cdot cd$  dove:

$qb$  = Pressione cinetica di riferimento di cui al parag. 3.3.6.

$ce$  = coefficiente di esposizione di cui al parag. 3.3.7

$cp$  = coefficiente di forma

$cd$  = Coefficiente dinamico di cui al parag. 3.3.8

1) calcolo della pressione cinetica  $qb$

$as := 330$  m.s.l. altitudine sul livello del mare - Comune di Olevano Romano

$ao := 500$  Tab. 3.3.1

$vbo := 27$  Tab. 3.3.1.

$ka := 0.02$  Tab. 3.3.1.

essendo  $as < ao$  avremo

$vb = vbo$   $Vb := 27$

$\rho := 1.25$

$qb := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Vb^2$   $qb = 455.625 \frac{\text{kg}}{\text{mq}}$

2) calcolo del coefficiente di esposizione

nel caso in esame la zona è 3, classe di rugosità D (aree prive di ostacoli), il dislivello da mare pari a  $330 \text{ mt} < a 500 \text{ mt}$  quindi ricade in categoria di esposizione del sito II, pertanto dalla Tab. 3.3.II avremo

$$z_{\min} := 4 \text{ mt}$$

$$z := 2.5 \text{ altezza recinzione} < z_{\min}, \text{ pertanto } C_e(z) = C_e(z_{\min})$$

dalla figura 3.3.3. si calcola che:

$$c_e := 1.8$$

3) calcolo del coefficiente di forma

$$c_p := 1$$

4) coefficiente dinamico

$$c_d := 1$$

Calcolo della pressione del vento

$$p := \frac{q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d}{10} \quad p = 82.013 \quad \frac{\text{kg}}{\text{mq}}$$

NOTA: nel dimensionamento dei pali di fondazione considereremo il carico permanente della recinzione e l'azione del vento reagente su ogni singolo montante e quindi avremo che le azioni di carico sono:

$$h_r = 2 \quad \text{altezza recinzione}$$

$$l_r := 2.5 \quad \text{interasse montanti della recinzione}$$

$$P := Q_r \cdot l_r \quad P = 65 \quad \text{sfuerzo normale agente sulla base di ogni montante}$$

NOTA: a favore di sicurezza consideriamo un sovraccarico assiale dovuto alla posa di pali per l'illuminazione pubblica da realizzarsi al disopra del montante e quindi in via cautelativa consideriamo un ulteriore carico di kg 40, pertanto avremo

$$P_{ill} := 35 \quad \text{kg}$$

$$N := P + P_{ill} \quad N = 100 \quad \text{kg}$$

$$N_v := p \cdot l_r \quad N_v = 205.031 \quad \frac{\text{kg}}{\text{ml}} \quad \text{Carico uniformemente distribuito agente sul montante, dovuto all'azione del vento}$$

$$M := N_v \cdot \frac{h_r^2}{2} \quad M = 410.063 \quad \text{kg} \cdot \text{ml} \quad \text{momento alla base del montante dovuto all'azione del vento, l'azione del momento verrà assorbita dai bulloni che collegheranno le 2 piastre, di cui una salda al palo e una al montante, di seguito infatti verrà effettuata una verifica dei bulloni}$$

$$T := N_v \cdot h_r \quad T = 410.063 \quad \text{kg} \quad \text{Sfuerzo di tagli alla base per la verifica a rifollamento della piastra presunte di sp. 8 mm}$$

## Relazione di Calcolo

come si rileva dalla relazione geologica l'assetto stratigrafico del terreno è caratterizzato dalla presenza di terreni vegetali a matrice silto - sabbiosa - argillosa di colore marrone - rossastro con rari elementi litoidi calcarei di medio - piccole dimensioni, fino alla profondità di 0,80 mt, mentre fino alla profondità di 6,00 mt troveremo arenarie gialle e grigie, argillose o calcarifere, pertanto i valori dei parametri litotecnici a cui si farà riferimento nella presente sono:

- Depositi di copertura (profondità 0,00 - 0,80 mt)

peso di volume naturale  $\gamma_t := 1.62 \frac{t}{mc}$

angolo di attrito interno  $\phi := 17$

coesione a rottura  $c := 0.00 \frac{t}{mq}$

- Arenarie (profondità 0,80 - 6,00 mt)

peso naturale del terreno  $\gamma_{t1} := 1.75 \frac{t}{mc}$

angolo di attrito interno  $\phi_1 := 27$

coesione a rottura  $c_1 := 0.02 \frac{kg}{cmq}$

densità relativa  $\theta := 0.5$

modulo edometrico  $E = 70 - 100 \frac{kg}{cmq}$

da un punto di vista geotecnico, le caratteristiche fisico - meccaniche del terreno risultano abbastanza discrete già alla profondità di circa - 0,80 mt dal p.d.c., quindi è opportuno impiantare le fondazioni o i pali al disotto di tale profondità, pertanto la relazione di seguito riportata terrà conto di quanto innanzi precisato.

## **Calcolo palo**

Questa soluzione prevede l'immissione di pali a vite, avente punta in acciaio a vite di sezione molto superiore al fusto e capace di penetrare nei terreni senza rimuovere la giacitura, su cui verranno ancorati i montanti della recinzione, le cui dimensioni saranno le seguenti:

$h_s := 40$  cm Lunghezza della spira

$h_f := 80$  cm Lunghezza del fusto

$D_f := 6.03$  Diametro del fusto 60,3 mm

$D_s := 18$  cm Diametro della spira

$L_{tot} := h_s + h_f$   $L_{tot} = 120$  Lunghezza totale del palo

$A_v := \frac{D_f^2 \cdot \pi}{4}$   $A_v = 28.558$  cmq area palo

In considerazione di quanto sopra, consideranto un terreno coesivo avremo che la capacità portante del palo vale:

## PORTATA DI PUNTA - Q1

$$\sigma_v := \frac{N}{A_v} \quad \sigma_v = 3.502 \quad \frac{\text{kg}}{\text{cmq}} \quad \text{pressione totale agente sulla punta}$$

$$Q1 := (9 \cdot c1 \cdot \sigma_v) \cdot A_v \quad Q1 = 18 \quad \text{kg} \quad \text{Portata di punta}$$

## PORTATA LATERALE - Q2 + Q3

il contributo dovuto alla resistenza laterale viene distinto in due componenti, il primo Q2 si sviluppa lungo l'involuppo di una superficie cilindrica tangenziale all'elicoide, il secondo Q3 è offerto dall'adesione che si sviluppa all'interfaccia fusto - terreno

$$A2 := \pi \cdot D_s \cdot h_s \quad A2 = 2.262 \times 10^3 \quad \text{cmq}$$

$$A3 := \pi \cdot D_f \cdot h_f \quad A3 = 1.516 \times 10^3 \quad \text{cmq}$$

$$Q2 := c1 \cdot A2 \quad Q2 = 45.239 \quad \text{kg}$$

$$Q3 := 1 \cdot c1 \cdot A3 \quad Q3 = 30.31 \quad \text{kg}$$

$$Q_{\text{tot}} := Q1 + Q2 + Q3 \quad Q_{\text{tot}} = 93.549 \quad \text{kg} \quad \text{Capacità portante del palo}$$

si nota che  $Q_{\text{tot}} > N$ , pertanto utilizzeremo dei pali a vite aventi diametro 60,3 mm, con lunghezza spirale  $L2 = 40$  cm e lunghezza fusto  $L3 = 80$  cm, diametro della spirale cm 18

## Verifica dei Bulloni

di seguito verranno verificati i bulloni di ancoraggio fra le 2 piastre, di cui una saldata al palo a vite e una al monante delle dimensioni 50x100 mm, si utilizzeranno dei bulloni classe MA 8.8 del diametro di mm 14, atti a sopportare il momento flettente dovuto al vento  $M$  sopra determinato:

Bulloni classe MA 8.8

$$\tau_{\text{amm}} := 1900 \quad \frac{\text{kg}}{\text{cmq}} \quad \text{Taglio ammissibile}$$

$$\sigma_{\text{amm}} := 2200 \quad \frac{\text{kg}}{\text{cmq}} \quad \text{Trazione ammissibile}$$

nel rispetto delle limitazioni relativamente ai bulloni di bordo piastra, si utilizzerà una piastra delle dimensioni 200 x 100 mm dello spessore 8 mm, e n° 2 bulloni del diametro di mm 14, di cui sotto l'azione del vento uno sarà soggetto a trazione mentre l'altro a compressione, l'interasse fra i bulloni di cm 15, pertanto avremo che lo sforzo di trazione sarà:

$$N_{\text{tr}} := \frac{M}{0.15} \quad N_{\text{tr}} = 2.734 \times 10^3 \quad \text{kg}$$

$$\phi_{\text{bull}} := 1.4 \quad \text{cm} \quad \text{Diametro del bullone}$$

$$A_{\text{bull}} := \frac{\pi \cdot \phi_{\text{bull}}^2}{4} \quad A_{\text{bull}} = 1.539 \quad \text{cmq}$$

$$\sigma_t := \frac{N_{\text{tr}}}{A_{\text{bull}}} \quad \sigma_t = 1.776 \times 10^3 \quad \sigma_t < \sigma_{\text{amm}}$$

Pertanto si conferma l'utilizzo di 2 bulloni classe MA 8.8 ad alta resistenza del diametro di mm 14

### Verifica a rifollamento della piastra

come già innanzi specificato utilizzeremo 2 piastre dello spessore di mm 8, di cui una saldata al palo a vite e una al montante, collegate fra di esse da 2 bulloni del diametro mm 14, di seguito si riporta la verifica a rifollamento della piastra in acciaio Fe360:

$s := 0.8$  cm spessore piastra

$n := 2$  numero piastre collegate

$m := 2$  numero dei bulloni

$\tau := \frac{T}{n \cdot m \cdot A_{\text{bull}}}$   $\tau = 66.595$   $\tau < \tau_{\text{amm}}$  verifica soddisfatta a taglio

$\sigma_{\text{rif}} := \frac{n \cdot m \cdot \tau \cdot A_{\text{bull}}}{\phi_{\text{bull}} \cdot s}$   $\sigma_{\text{rif}} = 366.127$

$\sigma_{\text{rif}} < 2 \cdot \sigma_{\text{amm}} = 2 \cdot 1600$  (acciaio Fe360) Verifica a rifollamento delle piastre soddisfatta

il Progettista \_\_\_\_\_