

Istituto Istruzione Superiore "N. Pellegrini"  
Istituto Tecnico Agrario - Via Bellini, 5 - 07100 Sassari

PROGRAMMAZIONE OPERATIVA NAZIONALE - PON "PER LA SCUOLA" - 2014-2020  
**AZIONE 7 : LABORATORI TERRITORIALI PER L'OCCUPABILITA'**  
PIANO NAZIONALE SCUOLA DIGITALE ( PNSD )

**OPERA PUBBLICA**  
**"LAB SMART RURALITY"**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

ELABORATO

TAVOLA

**RELAZIONI SPECIALISTICHE**

**C**

**AGGIORNAMENTO  
REV. 1**

DATA  
DICEMBRE 2017

RUP : GEOM. SATTA SABATTINO ANTONIO

PROGETTISTA CAPOGRUPPO : -- STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE --  
DOTT. ING. VIA MANNO 7  
FRANCESCO BOSINCU 07100 SASSARI - TEL. 079238513  
MANDANTI :  
DOTT. GEOL. DONATELLA GIANNONI  
DOTT. ING. ELENA DEMARTIS  
DOTT. ING. ANTONIO MEDDA  
DOTT. AGR. MARCO PERRA  
P. I. ANTONELLO BIDDAU  
DOTT. ARCH. SILVIA MARCHINU

PER L'AMM/NE APPALTANTE

IL PROGETTISTA CAPOGRUPPO

**Istituto Istruzione Superiore “N. Pellegrini”  
Istituto Tecnico Agrario via Bellini, 5 – 07100 Sassari**

**PROGRAMMAZIONE OPERATIVA NAZIONALE – PON “PER LA SCUOLA” – 2014-2020;  
AVVISI NAZIONALI  
AZIONE 7: LABORATORI TERRITORIALI PER L'OCCUPABILITA'  
PIANO NAZIONALE SCUOLA DIGITALE (PNSD)  
CUP [C87B16001030001] – CIG [7043126B6E]**

**LAB SMART RURALITY**

**Progetto definitivo - esecutivo**

**RELAZIONE SULLE STRUTTURE PORTANTI**

**Dicembre 2017 – Rev. 1**

**A - PREMESSE**

Trattandosi di un prodotto industriale standardizzato e prefabbricato, così come indicato nel C.S.A. e nella voce d'elenco prezzi, la struttura metallica della serra e della struttura portante dei pannelli solari sarà calcolata a cura dell'appaltatore, riservandosi il D.L. la verifica ed accettazione dei suddetti calcoli.

Oggetto delle opere strutturali: serra metallica di luce netta 9,60 mt, lunghezza 20,00 mt e struttura metallica di sostegno dell'impianto fotovoltaico (anche assemblata con elementi modulari industriali), nell'Azienda Agraria dell'I.I.S. “N. Pellegrini” di Sassari.

Descrizione delle strutture: Struttura portante in acciaio IPE 140 (ritti principali perimetrali), pilastri centrali con sezione scatolare, arcarecci, controventi, plinti in c.a. con tirafondi, bulloni e dadi classe 8.8.

Materiali e dosaggi previsti:

- Piani di fondazione : sigma t = circa 1,50 Kg/cmq
- Cemento : tipo 42,5
- Acciaio a barre ad alta duttilità : B 450 C  
con sigma s = 255 N/mmq
- Conglomerato cementizio : Classe C 25/30, Rck 30
- Getti : dosatura a 360 kg/mc - 380 kg/mc
- Inerti sabbio-ghiaiosi : idonei con dimensione max 30 mm
- Calcestruzzo per sottofondo : Rck 20  
dosaggio 200 kg/mc
- Copriferro nelle opere in c.a. : secondo disposizioni del D.L. con  
minimo per garantire la durabilità  
secondo EUROCODICE 2  
(UNI EN 1992-1-1: 2015)  
Riferite alla classe di esposizione  
ambientale secondo UNI 11104: 2016
- Strutture metalliche : acciaio tipo S 275 conforme alla  
norma UNI EN 10025.

VITA UTILE DI PROGETTO

Risulta definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di predimensionamento, che essi non sono superati.

La durabilità della struttura sarà adeguata con opportune procedure non solo in fase di progettazione, ma anche in quelle di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi e corrispondono alle voci d'elenco prezzi.

In fase di costruzione saranno attuate procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Sono state seguite tutte le indicazioni previste dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NCT 2008).

La vita nominale dell'opera è stata posta uguale a 30 anni.

Per l'esecuzione dei calcoli sono state seguite le prescrizioni contenute nella normativa in materia di costruzioni metalliche e precisamente:

- Legge 5 novembre 1971, n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere in cemento armato normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- D.M. 14 GENNAIO 2008: "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circ. Min. Infr. Trasp. 2 febbraio 2009 n° 617, "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- UNI EN 13031-1: 2004: Serre: calcolo e costruzione - Parte 1: serre di produzione".
- Linee Guida sulla messa in opera del calcestruzzo strutturale (26.09.2017).
- Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera (26.09.2017).
- Tutte le vigenti norme UNI e UNI EN riportate nel C.S.A. e nelle voci d'elenco prezzi.

La struttura, a cui la presente relazione di calcolo si riferisce, è relativa alla serra iper tech rappresentata sui disegni allegati al progetto, nonché alla struttura di sostegno dell'impianto fotovoltaico.

La struttura portante della serra è costituita da telai a portale di luce pari a 9,60 m, a falda doppia, con ritti incastrati al piede. I traversi, incastrati alle colonne mediante bullonatura, sono costituiti da travi di falda costituiti da traliccio con profilo ad M, che supportano le strutture della copertura.

I portali così realizzati sono installati con interasse 4,00 m.

Il calcolo verrà eseguito con il metodo degli stati limite, secondo le modalità ed i coefficienti previsti dalla norma UNI-EN 13031-1: 2004, nei limiti che la D.L. si riserva di accettare.

La struttura è ad un solo piano ed è regolare in pianta. Inoltre il contrasto alle azioni sismiche nelle due direzioni ortogonali è attribuito ad elementi strutturali differenti (rigidezza del telaio nel suo piano, elementi di controventatura nel piano perpendicolari).

Nota bene

Avendo individuato la "vita utile" della serra in 30 anni, si intende che i calcoli vanno effettuati in base al D.M. 14.01.2008, con riserva di accettabilità da parte del D.L. di valori diversi per neve e vento proposti dall'appaltatore.

**B - NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Studio geologico - geotecnico a cura del R.T.P., con il geologo Donatella Giannoni.

D.M. 11.03.1988:

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Materiali e componenti per strutture metalliche

**UNI EN ISO 18278/3: 2017**

Saldatura a resistenza - Saldabilità - Parte 3: Procedure per la valutazione della resistenza all'adesione dei punti di saldatura.

**UNI EN ISO 19285: 2017**

Prove non distruttive delle saldature - Prove a ultrasuoni "phased array" (PAUT) - Livelli di accettazione.

**UNI EN ISO 23279: 2017**

Prove non distruttive delle saldature - Prove a ultrasuoni - Caratterizzazione della discontinuità nelle saldature.

Dadi, bulloni

**UNI EN ISO 6789/1: 2017**

Attrezzi di manovra per viti e dadi - Attrezzi dinamometrici a mano - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per verificare la rispondenza al progetto, la conformità alla qualità: requisiti minimi per la dichiarazione di conformità.

**UNI EN ISO 6789/2: 2017**

Attrezzi di manovra per viti e dadi - Attrezzi dinamometrici a mano - Parte 2: Requisiti per la taratura e la determinazione dell'incertezza di misura.

**UNI EN ISO 15614-1: 2017**

Specifiche e qualificazione delle procedure di saldature, per materiali metallici - Prove di qualificazione delle procedure di saldatura - Parte 1: saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e sue leghe.

**UNI EN 1993-1-2: 2005:** Progettazione strutturale contro l'incendio.

**UNI EN 1993-1-1: 2014:** Progettazione strutturale

**UNI EN 1993-1-8: 2005:** Progettazione dei collegamenti

**UNI EN 1993-1-3: 2005:** Progettazione carico della neve

**UNI EN 1993-1-8: 2005:** Progettazione carico del vento

**UNI EN 1993-1-3: 2007:** Progettazione profilati a freddo

**UNI EN 1090-2 2011:** Requisiti tecnici per strutture di acciaio

**UNI EN ISO 1461: 2009:** Rivestimenti per zincatura a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.

**C - INDICAZIONI SUL CALCOLO STRUTTURALE**

- a) Il calcolo prevede la verifica ed il dimensionamento delle fondazioni;
- b) per la redazione dei calcoli si sono seguite le normative indicate separatamente;
- c) è stata considerata l'azione sismica con i riferimenti alla D.G.R. 30.03.2004, n° 15/31 (zona 4);
- d) si sono rispettate le norme del cap. 10, paragrafo 10.2 D.M. 14.01.2008, NTC;
- e) al termine del calcolo si sono effettuati i necessari controlli sui risultati forniti dal software, confrontando quanto ottenuto con calcoli effettuati anche con il metodo delle tensioni ammissibili e con strutture simili già calcolate nel passato.

**D - RISPETTO DELLA NORMATIVA GEOTECNICA**

Si sono seguite le disposizioni di cui al D.M. 11.3.88 e alla Circolare 24.09.88, n° 30483.

Si fa riferimento allo studio specifico geologico - geotecnico della Dott. Geol. Donatella Giannoni.

**D.1 - PARAMETRI GEOTECNICI**

$\gamma$  = peso specifico dei granuli espressa in kg/mc 1800 kg/mc

$\phi$  = angolo d'attrito interno 260 (°)

C = coesione espressa in kg/cmq 0 KPa (a vantaggio della sicurezza)

**D.2 - PRESCRIZIONI GENERALI**

Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche sono stati sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi e indagini.

I calcoli di progetto comprendono le verifiche di stabilità e le valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni ultime che possono manifestarsi sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno. Le situazioni di esercizio, tenendo conto delle possibili variazioni di sollecitazione e deformazione, sono ugualmente state verificate con la dovuta sicurezza. La scelta dei coefficienti di sicurezza è stata motivata in rapporto al grado di approfondimento delle indagini sui terreni, all'affidabilità dalla valutazione delle azioni esterne, tenuto conto del previsto processo costruttivo e dei fattori ambientali.

Per i pozzetti non è stata fatta una valutazione dei possibili spostamenti dell'insieme opera-terreno, in considerazione della loro collocazione interrata e del completo rinterro degli stessi.

**E - PREDIMENSIONAMENTI STRUTTURE METALLICHE**

Ritti IPE 140, tondi o quadri

Acciaio **S 275**

$$F_{yk} = 2.750 \text{ daN/cm}^2$$

Altri elementi strutturali

Acciaio **S 235**

$$F_{yk} = 2.350 \text{ daN/cm}^2$$

Bulloneria: acciaio classe 8.8

$$F_{yb} = 6.490 \text{ daN/cm}^2$$

Profilati e lamiera : acciaio 1^ Qualità Fe 430 (S 275)  
Ancoraggi : 4 D  
Profilati a freddo : tipo 1 S - vecchia norma CNR 10022/84  
260x90x30x3,5 mm  
Zincatura : UNI EN ISO 1461: 2009.

**F - CONDIZIONI DI CARICO CONSIDERATE**

- I - peso proprio delle strutture metalliche del telaio
- II - peso proprio delle coperture:  $q = 20 \text{ kg/mq}$ ;  $q_{II} = 20 \times 8 \times 28 = 166 \text{ kg/ml}$
- III- Peso proprio neve: Per Sassari ad altitudine di mt. 200 s.l.m., si ha:  
neve =  $60 \text{ kg/mq}$  che, in considerazione delle condizioni locali di clima ed esposizione, si incrementa fino a  $100 \text{ kg/mq}$   
 $q = 100 \text{ kg/mq}$   
 $q_{III} = - 100 \times 8,28 = 828 \text{ kg/ml}$
- IV - Azione del vento diretto Nord-Sud  
 $q = 120 \text{ kg/mq}$   
 $q_{IV} = 120 \times 0,75 \times 0,8 \times 8,28 = 596 \text{ kg/ml}$
- V - Azione del vento indiretto  
 $q_{V} = 120 \times 0,75 \times 0,4 \times 8,28 = 298 \text{ kg/ml}$
- VI - Azione del vento diretto Sud-Nord  
 $q_{VI} = 60 \text{ Kg/mq}$
- VII - Azione del vento indiretto Sud-Nord  
 $q_{VII} = - 298 \text{ kg/ml}$
- VIII- Azione del vento sulla copertura  
 $q_{VIII} = 120 \times 0,4 \times 8,28 \times 0,75 = 298 \text{ kg/ml}$ .

Qualora prodotti prefabbricati le strutture devono essere verificate per carico accidentale verticale (neve)  $100 \text{ kg/mq}$  e carico accidentale orizzontale fino a  $120 \text{ km/h}$ .



**H - TRAVE PRINCIPALE SERRA**

Interasse mt 4,00

Analisi carichi:

- copertura	20	kg/mq
- arcarecci	10	kg/mq
- sovracc.	<u>100</u>	<u>kg/mq</u>

Carico verticale sulla copertura 130 kg/mq

$Q = 130 \times 4,00 = 520 \text{ kg/ml} + \text{peso proprio trave.}$

Vento =  $\left( \frac{17,5+20}{40} \times 120 \right) = 112,5 \text{ kg/mq.}$



**I - CALCOLO DELLE FONDAZIONI**

<b>STRUTTURE DI FONDAZIONE</b>	
Classe di resistenza a compressione	C25/30 - $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione ambientale	XC2
Massimo rapporto a/c	0,6
Minimo contenuto in cemento (Kg/mc)	300
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo inerti	32 mm
<b>ACCIAIO PER BARRE D'ARMATURA ORDINARIA</b>	
Acciaio controllato in stabilimento tipo B450C ad aderenza migliorata	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

Per la verifica delle strutture in acciaio si rimanda alla relazione di calcolo e sui materiali delle serre a struttura metallica a firma del tecnico incaricato della ditta fornitrice della serra.

Per la caratterizzazione geologica e lo studio geotecnico dei terreni di fondazione interessati alla realizzazione dell'opera si rimanda alla relazione geologica e geotecnica a firma del Dott. Donatella Giannoni, geologo.

Si fa riferimento alla Normativa Tecnica già richiamata per quanto riguarda i controlli e le prescrizioni da effettuare in cantiere sulle barre di acciaio e sul calcestruzzo (Nuove Norme Tecniche per le costruzioni D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, cap. 11, par. 11.2.4-11.2.5-11.3.2.10.4).

**L - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

L'opera è costituita da una serra posizionata all'interno dell'azienda agraria, è costituita da 6 telai piani posti a distanza di circa 4,0 metri e collegati da arcarecci e diagonali di controvento.

Nello svolgimento del progetto strutturale delle fondazioni si è scelto di utilizzare il sistema a plinto isolato da realizzare in corrispondenza di ogni pilastro in acciaio delle serre.

Tale sistema di fondazione, condiviso nella relazione geologica e geotecnica, permette una distribuzione dei carichi costante ed ottimale sul terreno con valori massimi di pressione sul terreno pari a 0,6 daN/cm<sup>2</sup> nella combinazione dei carichi più gravosa.

I plinti saranno realizzati in due fasi:

La prima fase prevede il getto di un sottoplinto non armato di spessore minimo pari a 10 cm, necessario per il posizionamento dei pilastri in acciaio.

La seconda fase prevede il posizionamento delle armature, la posa della struttura in acciaio ed il getto di completamento di 60 cm.

**M - CARICHI AGENTI SULLA STRUTTURA E COMBINAZIONI DI CARICO**

Le azioni considerate per il dimensionamento delle opere di fondazione sono quelle elementari (senza coefficienti di amplificazione agli SLU) che saranno indicate nella relazione tecnica del calcolatore della serra, trasmesse dalla struttura in acciaio alle fondazioni, combinate secondo la combinazione caratteristica indicata nel cap. 2.5.3 delle NTC per le verifiche alle tensioni ammissibili (i valori dei coefficienti di combinazione sono riportati nella tab. 2.5.I delle NTC):

Carichi agenti:

1. peso proprio della struttura
2. carico permanente impianti
3. vento da sx (interno depressione)
4. vento da dx (interno depressione)
5. vento da sx (interno pressione)
6. neve
7. sisma sx
8. sisma dx.

## **N - CRITERI GENERALI DI ANALISI E DI VERIFICA**

Nelle operazioni di dimensionamento e di verifica ci si è attenuti ai principi generali della Scienza delle Costruzioni.

Il calcolo delle fondazioni è stato eseguito utilizzando il metodo delle tensioni ammissibili.

Il calcolo delle strutture di fondazione e le relative verifiche sono state condotte con l'ausilio di programmi di calcolo con analisi strutturale di tipo statico e lineare.

Tutti i risultati ottenuti sono stati confrontati con i risultati di semplici calcoli, anche di larga massima, eseguiti con i metodi tradizionali ed adottati anche in fase di primo proporzionamento della struttura.

Poiché allo stato attuale non si conoscono i valori tensionali delle strutture metalliche, si è eseguito un dimensionamento che il D.L. verificherà una volta in possesso dei suddetti calcoli.

## **O - PIANO DI MANUTENZIONE**

Il presente documento costituisce il piano di manutenzione delle strutture portanti in acciaio della doppia falda da 9,60 mt di luce.

La struttura viene costruita mediante l'assemblaggio in cantiere di elementi prefabbricati in officina e protetti dalla corrosione mediante zincatura a caldo; nel caso di elementi formati a freddo per pressopiegatura, la protezione dalla corrosione è fornita mediante l'utilizzo di lamiere zincate in continuo con procedimento Sendzimir oppure zincate e preverniciate in continuo.

Le procedure di assemblaggio non prevedono l'esecuzione di saldature in cantiere.

Le strutture di fondazione in c.a. non rientrano in questo piano di manutenzione.

Il piano è redatto in conformità alle prescrizioni del §10.1 del D.M. 14/01/08 (NTC 2008).

## **P - COLLOCAZIONE OPERE E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

Le strutture portanti prese in considerazione dal presente piano costituiscono l'intera parte strutturale dell'opera, con l'esclusione delle fondazioni.

## **Q - LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI**

Il grado di resistenza meccanica degli elementi strutturali deve essere conforme ai valori prescritti dalle regole tecniche e dalla normativa tecnica di settore, per il tipo di acciaio specificato nel progetto esecutivo.

I trattamenti di protezione dalla corrosione devono essere conformi alle normative tecniche di settore (UNI EN).

Il manufatto non prevede trattamenti di protezione atti ad una particolare protezione al fuoco delle strutture portanti.

## **R - ANOMALIE RISCONTRABILI**

La struttura sarà progettata in modo da non richiedere interventi di manutenzione ordinaria nel corso della sua vita utile (30 anni).

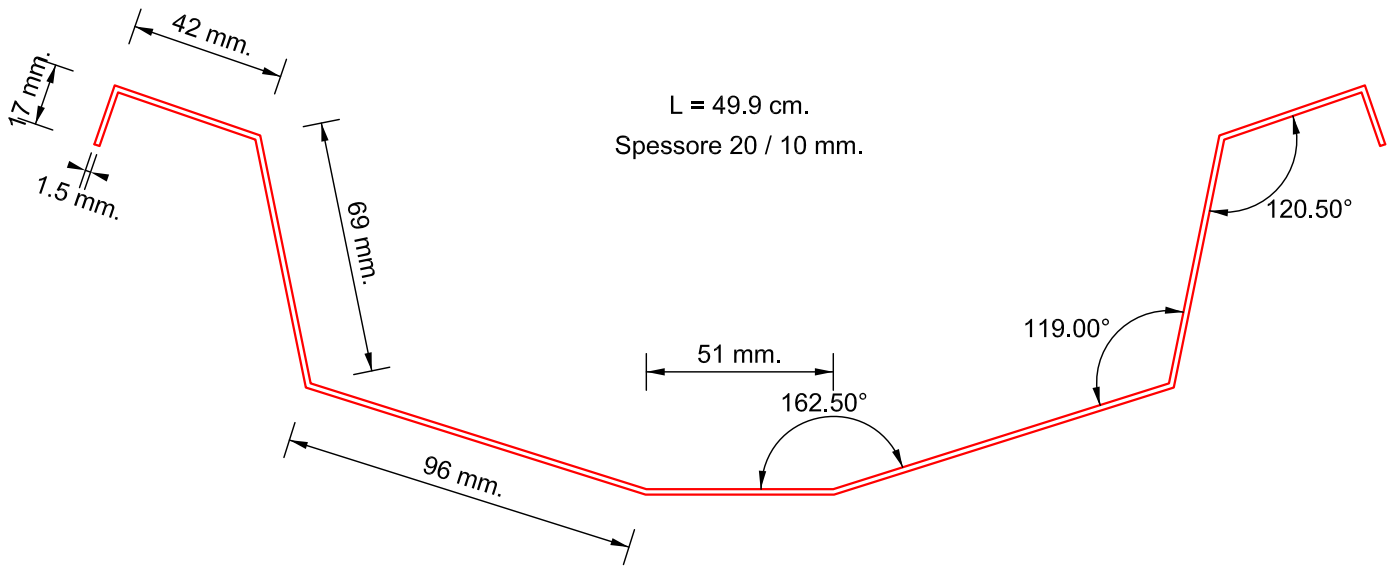
Condizioni di impiego differenti da quelle previste o eventi fortuiti possono creare situazioni che richiedono il ripristino delle condizioni preesistenti con idonei interventi, pertanto è necessario controllare i seguenti fenomeni:

- innesco di fenomeni corrosivi negli elementi portanti e nei bulloni;
- mantenimento delle corrette condizioni di serraggio dei bulloni;
- degrado degli elementi di collegamento dei supporti delle lastre di vetro delle strutture portanti.

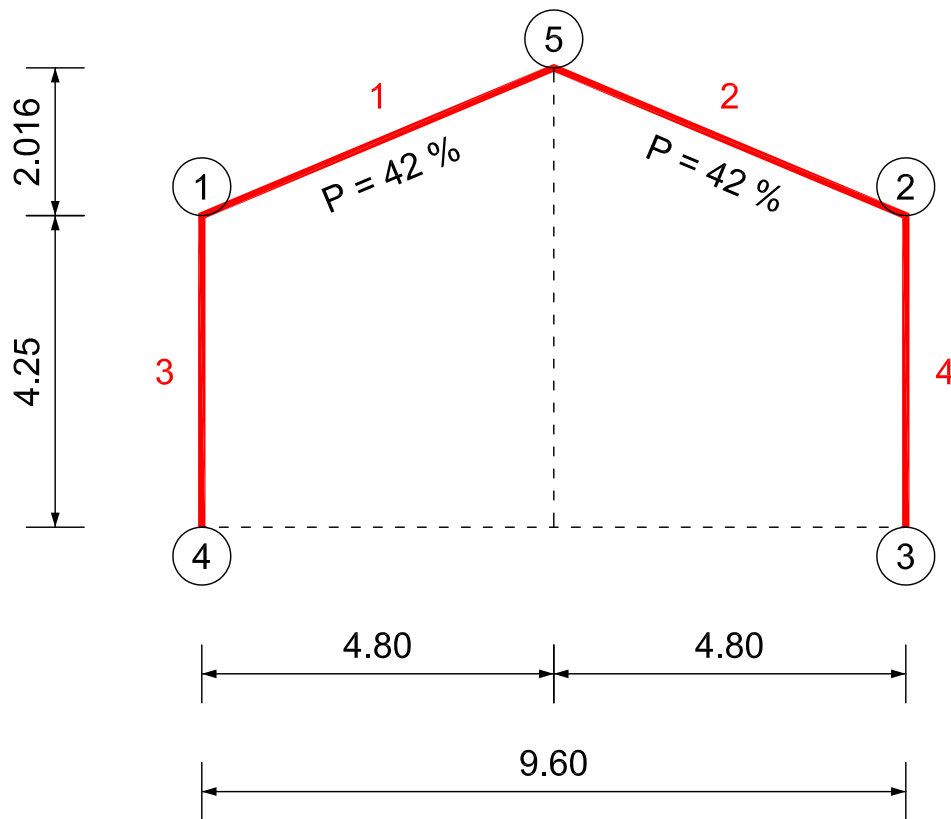
**S - CONTROLLI PREVISTI**

<b>Controllo</b>	<b>Periodicità</b>	<b>Risorse</b>	<b>Esecuzione</b>
Controllo visivo delle condizioni della protezione contro la corrosione e dell'innesco di eventuali fenomeni di corrosione	Ogni anno	Non necessarie per il controllo; prodotti specifici per eventuale ripristino.	Controllo eseguibile dall'utente; eventuali ripristini necessari eseguibili da personale specializzato.
Verifica serraggio bulloni ed eventuale ripristino ai valori previsti dalla normativa.	Ogni 3 anni e dopo eventuali eventi di particolare intensità	Attrezzatura specifica (chiave dinamometrica, ecc.)	Personale specializzato
Verifica visiva delle condizioni degli elementi di collegamento di copertura e tamponamento alle strutture portanti ed eventuale sostituzione o ripristino	Ogni 3 anni	Non necessarie per il controllo; attrezzatura e materiale specifico per eventuale ripristino o sostituzione	Personale specializzato.

# VERIFICA GRONDAIA SERRA IPERTECH



# SCHEMA STRUTTURA SERRA IPERTECH



① NUMERO NODI

1 NUMERO ASTE