

ISTANZA DI VIA  
AI SENSI DEGLI ARTT. 23-24-25 D.LGs. 152/2006

**PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA e  
relative opere di Connessione  
Potenza Nominale 65,8028 MWp**

**Città Metropolitana di Cagliari - Comuni di Uta e Assemini  
Zona Industriale Macchiareddu CACIP - loc. "Sa Tanca de su Marchesu"**



IDENTIFICATORE

RELAPROG013

SCALA

TITOLO ELABORATO

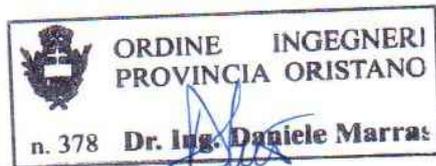
CALCOLO STRUTTURALE STAZIONE UTENTE  
RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTO SHELTER



MV PROGETTI s.r.l.  
p.i. 03783170925  
Via Galassi 2, 09131 Cagliari  
Cell. 393.9902969 - 342.0776977

PROGETTISTI

Dott. Ing. Daniele Marras, Dott. Ing. Lorena Vacca



COMMITTENTE



AGRISARD S.R.L.

VIA FILIPPI, 21  
45021 BADIA POLESINE (RO)  
P.I. 01612830297  
NUMERO REA: RO-438486

DATA

GIUGNO 2023

FASE DI PROGETTO

- STUDIO DI FATTIBILITA'  
 PRELIMINARE  
 DEFINITIVO  
 ESECUTIVO

REVISIONI

REVISIONI

QUESTO DISEGNO E' DI ESCLUSIVA PROPRIETA' DEGLI ING. DANIELE MARRAS E ING. LORENA VACCA. ED E' CONCESSO IN USO A MV PROGETTI SRL PER I SOLI SCOPI AUTORIZZATI DEL PROGETTO FV "AGRISARD". E' VIETATA LA COPIATURA, RIPRODUZIONE, PUBBLICAZIONE DA PERSONE NON AUTORIZZATE SIA IN FORMA PARZIALE, TOTALE, ELETTRONICA E CARTACEA, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEI PROPRIETARI. TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI AI PROPRIETARI

SOMMARIO

1.	GENERALITÀ .....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
3.	MATERIALI IMPIEGATI.....	3
4.	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	3
5.	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA .....	4
5.1.	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA .....	4
5.2.	ANALISI DEI CARICHI .....	4
5.2.1.	Permanenti strutturali .....	4
5.2.2.	Permanenti portati .....	4
5.2.3.	Variabili.....	4
5.2.4.	Combinazione delle azioni.....	4
5.3.	ANALISI SISMICA.....	6
6.	VERIFICHE STRUTTURALI (STR).....	6
6.1.	PLATEA .....	6
6.2.	TRAVI .....	7
6.2.1.	Travata 3 0 1 .....	7
6.2.2.	Travata 3 0 2 .....	8
6.2.3.	Travata 3 0 3 .....	9

## 1. GENERALITÀ

La presente relazione descrive tutte le verifiche eseguite per il dimensionamento del basamento per l'appoggio dello shelter presente all'interno della SSE del Parco Fotovoltaico AGRISARD, sito a Uta (CA).

La fondazione in oggetto è una platea in c.a. di spessore 15 cm e dimensioni 19.60 x 6.50 m.

La modellazione è stata eseguita con il programma di calcolo strutturale Sismicad, realizzato dalla ditta "Concrete" di Padova, versione 12.15.; Sismicad è un programma di grafica interattiva per la modellazione di strutture intelaiate spaziali costituite da travi, pilastri ed elementi bidimensionali con geometria, carichi e vincoli di qualunque tipo. Il calcolo è affidato a codici di calcolo agli elementi finiti, le strutture in oggetto sono state calcolate con il programma XFINEST della "Ce.A.S. s.r.l." di Milano.

La struttura viene modellata nel programma Sismicad con elementi bidimensionali e monodimensionali.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le costruzioni" (D.P.C.M. 12 ottobre 2007);
- Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale - allineamento alle nuove Norme Tecniche per le costruzioni" (Circolare 26/2010);
- UNI EN 1998-1 (2005) - Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- OPCM n. 3519 del 28.04.2006 – 'Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone'.
- OPCM n. 3274 del 20.03.2003 – 'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica' - Allegato 1 – 'Criteri zone sismiche'.
- DPR 6.06.2001 n. 380 – 'Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- Legge 2.02.1974 n. 64 – 'Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche'
- Legge 5.11.1971 n. 1086 – 'Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica'.
- CNR-UNI 10011/88

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

I materiali impiegati sono i seguenti:

CEMENTO		
	CEMENTO C10/15	Rck 150 kg/cm <sup>2</sup>
	CEMENTO C20/25	Rck 250 kg/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO PER C.A.		
	B450C	fyk = 4500 kg/cmq
		ftk = 5400 kg/cm

#### 4. PERICOLOSITÀ SISMICA

Ai sensi del D.M. 17/01/18, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito d'intervento. La "pericolosità sismica di base" costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche: essa è definita in termini accelerazione massima attesa "ag" in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 delle NTC, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4 delle NTC. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag = accelerazione orizzontale massima al sito;

F0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c= periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale.

Come indicato nell'allegato A del D.M. 17/01/18, i valori dei parametri (ag, F0, e T\*c) propri del sito in esame sono ottenibili tramite una media pesata di 4 punti della griglia di che comprendono l'area in esame. Le strutture in progetto rispondono alle seguenti caratteristiche:

Vita Nominale  $V_N = 100$  anni

Classe d'uso III >  $c_u = 1,5$

Nel caso specifico, attribuendo alle strutture una vita nominale  $V_N = 100$  anni ed attribuendo una Classe d'uso III, si ottiene il seguente valore di riferimento  $V_R$  per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \times 1.5 = 150 \text{ anni}$$

La categoria del suolo di fondazione indicata nella relazione geologica allegata è suolo di CATEGORIA D (Tabella 3.2.II delle NTC) corrispondente a "Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti" con velocità  $V_{s30} < 180$  m/s. Le condizioni topografiche del sito d'intervento ricadono nella "categoria T1" corrispondente a "superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazioni media  $i < 15^\circ$ ". E' stata effettuata per il sito d'intervento la seguente caratterizzazione:

Sito in esame MACCHIAREDDU LON. 8.97223 LAT. 39.21600

Vita nominale: 100

---

Parametri sismici:Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento:

100anni Coefficiente  $c_u$ : 1,5

STATOLIMITE	Tr (anni)	A <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	Tc* [s]
OPERATIVITÀ [SLO]	90	0.0233	2.50	0.20
DANNO [SLD]	151	0.0295	2.48	0.23
SALVAGUARDIA VITA [SLV]	1424	0.0623	2.58	0.35

## 5. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

### 5.1. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il basamento dello shelter è costituito da una platea di spessore 15 cm e dimensioni 19.60 x 6.50 m, emergente dal piano di campagna di 15 cm. Il peso dello shelter è indicato dal costruttore.

### 5.2. ANALISI DEI CARICHI

La struttura in esame è gravata di carichi permanenti (strutturali e non). Si riassumono i carichi considerati. Le azioni trasferite alla base dalle apparecchiature saranno incrementate di un fattore  $\gamma_{Rd}=1.1$  secondo le indicazioni del cap. 7.2.5 delle NTC.

#### 5.2.1. Permanenti strutturali

Si è assunto per il peso proprio delle strutture di fondazione un valore di  $\gamma_{cls}= 2500$  kg/mc; il peso degli elementi è determinato in automatico dal programma di calcolo.

#### 5.2.2. Permanenti portati

Si considerano il peso dello shelter e si incrementano di  $\gamma_{Rd}=1.1$ , per un totale di 20t.

#### 5.2.3. Variabili

Si considera un carico accidentale di potenza  $Q1=600$  kg/mq per la soletta, per tener conto dei carichi che vi potrebbero gravare in fase di montaggio.

#### 5.2.4. Combinazione delle azioni

Si riassumono i carichi individuati e gli opportuni coefficienti da applicare:

Tipologia carico		Favorevoli	Sfavorevoli
Permanenti strutturali G1	$\gamma_{G1}$	1.00	1.30
Permanenti non strutturali G2	$\gamma_{G2}$	0.00	1.50
Variabili Q1	$\gamma_{Q1}$	0.00	1.50
	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$	$\psi_{3j}$
Variabili E	1.0	0.9	0.8

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 (2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 (2.5.3)
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 (2.5.4)
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 (2.5.5)
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad:  

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

CC	COMM.	TCC	1	2	3	F	S
1	AMB. 1 (SISMA)	SLU S	1	1	$\Psi_2$	-	1
2	AMB. 2 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	1	-
3	AMB. 3 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	-
4	AMB. 4 (SLE F)	SLE F	1	1	$\Psi_1$	1	-
5	AMB. 5 (SLE Q)	SLE Q	1	1	$\Psi_2$	1	-

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3	FX	FY	SX	SY
1	CC 1 - Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	0.30
2	CC 2 - Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	0.30
3	CC 3 - Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	0.30
4	CC 4 - Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	-0.30
5	CC 5 - Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	-0.30
6	CC 6 - Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	1.00	-0.30
7	CC 7 - Amb. 1 (SLU S) S -X+0.3Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	0.30
8	CC 8 - Amb. 1 (SLE) S -X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	0.30
9	CC 9 - Amb. 1 (SLE) S -X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	0.30
10	CC 10 - Amb. 1 (SLU S) S -X-0.3Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	-0.30
11	CC 11 - Amb. 1 (SLE) S -X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	-0.30
12	CC 12 - Amb. 1 (SLE) S -X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-1.00	-0.30
13	CC 13 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	1.00
14	CC 14 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	1.00
15	CC 15 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	1.00
16	CC 16 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	1.00
17	CC 17 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	1.00
18	CC 18 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	1.00
19	CC 19 - Amb. 1 (SLU S) S +0.3X-Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	-1.00
20	CC 20 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X-Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	-1.00
21	CC 21 - Amb. 1 (SLE) S +0.3X-Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	0.30	-1.00
22	CC 22 - Amb. 1 (SLU S) S -0.3X-Y	SLV	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	-1.00
23	CC 23 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X-Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	-1.00
24	CC 24 - Amb. 1 (SLE) S -0.3X-Y	SLO	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	0.00	-0.30	-1.00
25	CC 25 - Amb. 2 (SLU) F X	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00
26	CC 26 - Amb. 2 (SLU) F -X	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50	-1.00	0.00	0.00	0.00
27	CC 27 - Amb. 2 (SLU) F Y	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00
28	CC 28 - Amb. 2 (SLU) F -Y	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50	0.00	-1.00	0.00	0.00
29	CC 29 - Amb. 2 (SLE R) F X	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
30	CC 30 - Amb. 2 (SLE R) F -X	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00
31	CC 31 - Amb. 2 (SLE R) F Y	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
32	CC 32 - Amb. 2 (SLE R) F -Y	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
33	CC 33 - Amb. 2 (SLE F) F X	SLE F	L	N	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
34	CC 34 - Amb. 2 (SLE F) F -X	SLE F	L	N	1.00	1.00	0.90	-1.00	0.00	0.00	0.00
35	CC 35 - Amb. 2 (SLE F) F Y	SLE F	L	N	1.00	1.00	0.90	0.00	1.00	0.00	0.00
36	CC 36 - Amb. 2 (SLE F) F -Y	SLE F	L	N	1.00	1.00	0.90	0.00	-1.00	0.00	0.00
37	CC 37 - Amb. 2 (SLE Q) F X	SLE Q	L	N	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00	0.00
38	CC 38 - Amb. 2 (SLE Q) F -X	SLE Q	L	N	1.00	1.00	0.80	-1.00	0.00	0.00	0.00
39	CC 39 - Amb. 2 (SLE Q) F Y	SLE Q	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	1.00	0.00	0.00
40	CC 40 - Amb. 2 (SLE Q) F -Y	SLE Q	L	N	1.00	1.00	0.80	0.00	-1.00	0.00	0.00

### 5.3. ANALISI SISMICA

È stata eseguita una analisi sismica statica, considerando l'altezza dei manufatti al di sopra del basamento. Si riassumono le principali caratteristiche della modellazione sismica, rimandando al fascicolo di calcolo per il dettaglio.

Zona sismica 4

Sito di costruzione: MACCHIAREDDU Lat. 39°21'28.03"; Long. 8°9'35.14"

Contenuto tra ID reticolo: 45382 45604 45826 45605

Edificio Esistente: NO

Tipo di opera: Grande opera

Vita nominale VN: 100.00

Classe d'uso: Classe III

SL Esercizio: SLO - Pvr 81.00, SLD - Pvr 63.00

SL Ultimi: SLV - Pvr 10.00, SLC - Pvr no

Classe di duttilità: Classe B

Quota di riferimento: 0.00 <m>

Altezza della struttura: 3.20 <m>

Numero piani edificio: 1

Coefficiente  $\Theta$ : 0.00

Edificio regolare in altezza: SI

Edificio regolare in pianta: SI

Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: 1.00%

Categoria del suolo di fondazione: D

Tipologia edificio: prefabbricato monolitico a cella

Coeff. C1	0.0500
Periodo T1	0.2626
Coeff. $\lambda$ SLO	1.0000
Coeff. $\lambda$ SLD	1.0000
Coeff. $\lambda$ SLV	1.0000
Rapporto di sovra-resistenza ( $\alpha/\alpha_1$ )	1.0000
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	2.0000
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.0000
Fattore riduttivo regolarità in altezza ( $K_R$ )	0.8000
Fattore di struttura ( $q$ )	2.0000

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coeff. amplificazione topografica ST: 1.00

Fattore di struttura per sisma verticale ( $q_v$ ):

1.50 Smorzamento spettro: 5.00

## 6. VERIFICHE STRUTTURALI (STR)

Si riportano le verifiche allo SLU ed agli SLE più gravose, rimandando ai tabulati per i risultati completi.

### 6.1. PLATEA

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fcd <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctd <daN/cm <sup>2</sup> >	Acc.	Fyk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fyd <daN/cm <sup>2</sup> >
15.00	5.00	5.00	C20/25	207.50	15.86	117.58	10.57	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

Nodo	X <m>	Y <m>	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	Mom <daNm>	Mu <daNm>	Sic.
-96	3.75	8.44	25	SLU	1.41	1.41	-242.69	-776.22	3.198
-96	3.75	8.44	1	SLV	1.41	1.41	-152.09	-776.22	5.104
-96	3.75	8.44	2	SLD	1.41	1.41	-152.09	-902.93	5.937

**Stato limite ultimo - Verifica a taglio del calcestruzzo**

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	Vsdu <daN>	Vrdu <daN>
-77	4.30	6.50	XX	22	SLV	1.41	1.41	202.01	4509.43
-77	4.30	6.50	XX	25	SLU	1.41	1.41	322.49	4509.43
-77	4.30	6.50	XX	2	SLD	1.41	1.41	202.02	6492.87

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Nodo	X <m>	Y <m>	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	Mom <daNm>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
-96	3.75	8.44	32	SLE R	1.41	1.41	-165.63	19.52	1079.66
-96	3.75	8.44	37	SLE Q	1.41	1.41	-138.26	16.30	901.25

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Nodo	X <m>	Y <m>	CC	TCC	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
-96	3.75	8.44	37	SLE Q	47.00	50.00	0.13	153.53	6.00	0.57	93.37	901.25	9168.99	0.17	0.05
-96	3.75	8.44	33	SLE F	47.00	50.00	0.13	153.53	6.00	0.57	93.37	990.46	9168.99	0.19	0.05

6.2. TRAVI

6.2.1. Travata 3 0 1

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	ClS	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
2R		35.00	80.00	3.50	3.50	C20/25	207.50	15.86	117.58	10.57	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	Myu <daNm>	Sic.
0.1628	SLU		1	84.00	9.05	9.05	8.85	9.05	-242.50	-25521.00	>100
0.1623	SLD		1	84.00	9.05	9.05	8.85	9.05	-154.45	-29437.80	>100

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura a taglio**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	Tz <daN>	AfEP S <cmq>	$\sigma_f$ sup <daN/cmq>
0.1627	SLU		1	84.00	9.05	758.79	0.20	3851.30
0.1617	SLD		1	84.00	9.05	482.15	0.20	2447.18

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_f$ sup <daN/cmq>	$\sigma_f$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.1632	SLE R		1	84.00	9.05	9.05	-166.01	25.82	-6.58	0.54
0.1640	SLE Q		1	84.00	9.05	9.05	-139.26	21.66	-5.52	0.46

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
28	0.1640	SLE Q		84.00	-139.26	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	21.66	1960.88	0.00	0.00
32	0.1636	SLE F		84.00	-152.63	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	23.74	1960.88	0.00	0.00

**Staffe - Verifiche armatura**

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
27 SLU	0.16	0.93	0.77	ø8/16 2 br.	6.28	0.35	758.79	2.50	42319.30	48852.80	42319.30	55.77
26 SLU	0.93	15.50	14.57	ø8/16 2 br.	6.28	0.35	926.43	2.50	42319.30	48852.80	42319.30	45.68

6.2.2. Travata 3 0 2

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Clas	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	80.00	3.50	3.50	C20/25	207.50	15.86	117.58	10.57	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	Myu <daNm>	Sic.
0.03	25a	SLU	1	3.40	9.05	9.05	8.82	9.05	15601.70	26044.20	1.669
7.75	25c	SLU	8	74.78	9.05	9.05	8.97	9.05	-13864.00	-25829.00	1.863
15.46	25a	SLU	16	90.99	9.05	9.05	8.82	9.05	15601.70	26044.30	1.669
0.03	2a	SLD	1	3.40	9.05	9.05	8.82	9.05	8971.88	30024.70	3.347
7.75	2c	SLD	8	74.78	9.05	9.05	8.97	9.05	-7972.58	-29777.50	3.735
15.46	2a	SLD	16	90.99	9.05	9.05	8.82	9.05	8971.88	30024.80	3.347

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura a taglio**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	Tz <daN>	AfEP S <cmq>	σ <sub>r</sub> sup <daN/cmq>
0.03	25	SLU	1	3.40	9.05	-765.04	0.23	3313.79
0.03	5	SLD	1	3.40	9.05	-483.92	0.23	2096.09
7.75	25	SLU	8	74.78	9.05	246.70	0.08	3256.50
7.75	5	SLD	8	74.78	9.05	156.18	0.08	2061.55
15.46	25	SLU	16	90.99	9.05	746.52	0.23	3311.74
15.46	2	SLD	16	90.99	9.05	471.33	0.23	2090.96

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>r</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>r</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.03	29a	SLE R	1	3.40	9.05	9.05	10684.00	-461.61	1666.20	37.58
0.03	37a	SLE Q	1	3.40	9.05	9.05	8971.52	-387.62	1399.13	31.55
7.75	29c	SLE R	8	74.78	9.05	9.05	-9494.03	1480.62	-410.20	33.39
7.75	37c	SLE Q	8	74.78	9.05	9.05	-7972.26	1243.29	-344.45	28.04
15.46	29a	SLE R	16	90.99	9.05	9.05	10684.00	-461.61	1666.20	37.58
15.46	37a	SLE Q	16	90.99	9.05	9.05	8971.52	-387.62	1399.13	31.55

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c</sub> eff <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
49	0.03	37a	SLE Q	3.40	8971.52	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1399.13	1739.88	0.27	0.09
56	0.03	33a	SLE F	3.40	9827.78	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1532.67	1739.88	0.30	0.10
107	7.75	37c	SLE Q	74.78	-7972.26	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1243.29	1739.88	0.24	0.08
114	7.75	33c	SLE F	74.78	-8733.15	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1361.96	1739.88	0.26	0.09
165	15.46	37a	SLE Q	90.99	8971.52	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1399.13	1739.88	0.27	0.09
172	15.46	33a	SLE F	90.99	9827.78	23.00	230.00	0.19	205.02	24.00	9.05	570.42	1532.67	1739.88	0.30	0.10

6.2.3. Travata 3 0 3

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Clc	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
2R		35.00	80.00	3.50	3.50	C20/25	207.50	15.86	117.58	10.57	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	Myu <daNm>	Sic.
0.03	25a	SLU	1	96.60	9.05	9.05	8.79	9.05	21286.30	26081.60	1.225
7.75	25c	SLU	8	19.62	9.05	9.05	8.96	9.05	-18915.40	-25828.10	1.365
15.46	26a	SLU	16	3.40	9.05	9.05	8.80	9.05	21286.30	26081.60	1.225
0.03	2a	SLD	1	96.60	9.05	9.05	8.79	9.05	12118.50	30083.40	2.482
7.75	2c	SLD	8	19.62	9.05	9.05	8.96	9.05	-10768.70	-29791.60	2.767
15.46	2a	SLD	16	3.40	9.05	9.05	8.80	9.05	12118.50	30083.40	2.482

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura a taglio**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	Tz <daN>	AfEP S <cmq>	$\sigma_r$ sup <daN/cmq>
0.03	25	SLU	1	96.60	9.05	985.65	0.25	3876.37
0.03	5	SLD	1	96.60	9.05	617.77	0.25	2429.59
7.75	25	SLU	8	19.62	9.05	-339.63	0.09	3804.97
7.75	5	SLD	8	19.62	9.05	-212.71	0.09	2383.00
15.46	25	SLU	16	3.40	9.05	-964.00	0.25	3873.98
15.46	8	SLD	16	3.40	9.05	-604.14	0.25	2427.84

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_r$ sup <daN/cmq>	$\sigma_r$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.03	29a	SLE R	1	96.60	9.05	9.05	14523.80	-576.07	2259.14	47.47
0.03	37a	SLE Q	1	96.60	9.05	9.05	12118.40	-480.66	1884.99	39.61
7.75	29c	SLE R	8	19.62	9.05	9.05	-12906.10	2007.51	-511.90	42.18
7.75	37c	SLE Q	8	19.62	9.05	9.05	-10768.60	1675.04	-427.12	35.19
15.46	29a	SLE R	16	3.40	9.05	9.05	14523.80	-576.07	2259.14	47.47
15.46	32a	SLE R	16	3.40	9.05	9.05	14523.80	-576.07	2259.14	47.47
15.46	38a	SLE Q	16	3.40	9.05	9.05	12118.40	-480.66	1884.99	39.61

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
50	0.03	37a	SLE Q	96.60	12118.40	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	1884.99	1960.88	0.42	0.16
57	0.03	33a	SLE F	96.60	13321.10	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	2072.07	1960.88	0.56	0.22
110	7.75	37c	SLE Q	19.62	-10768.60	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	1675.04	1960.88	0.33	0.13
117	7.75	33c	SLE F	19.62	-11837.40	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	1841.28	1960.88	0.39	0.15
168	15.46	38a	SLE Q	3.40	12118.40	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	1884.99	1960.88	0.42	0.16
173	15.46	33a	SLE F	3.40	13321.10	23.00	280.00	0.19	229.03	24.00	9.05	641.11	2072.07	1960.88	0.56	0.22

**Staffe - Verifiche armatura**

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
25 SLU	0.00	0.77	0.77	$\emptyset 8/16$ 2 br.	6.28	0.35	1035.89	2.50	42319.30	48852.80	42319.30	40.85
25 SLU	0.77	14.73	13.97	$\emptyset 8/16$ 2 br.	6.28	0.35	86.53	2.50	42319.30	48852.80	42319.30	>100
25 SLU	14.73	15.50	0.77	$\emptyset 8/16$ 2 br.	6.28	0.35	1014.26	2.50	42319.30	48852.80	42319.30	41.72