

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG LAGO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 10,30 MWp - COMUNE DI ARGENTA (FE)

## Proponente

**EG LAGO S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 12084550966 · PEC: eglago@pec.it

## Progettazione



**TECNOSTUDIO S.R.L. Arch. Diego Zanaica**

Via Aquileia, 56 - 35035 Mestrino (PD)

tel.: +39 0499000684 · email: info@tecnostudio-pd.it

PEC: tecnostudio@legalmail.com



**QUATTROE S.R.L. Ing. Luigi De Santi**

Via Primo Maggio, 12A - 35035 Mestrino (PD)

cell.: 340 3309775 email: info@quattroe.eu



## Coordinamento progettuale



**SOLAR IT S.R.L.**

VIA ILARIA ALPI, 4 · 46100 MANTOVA (MN) · P.IVA: 02627240209 · email: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE TECNICA STRUTTURE

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	REL30	-	-	26/03/25	

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	26/03/25		FB - GB - SC	EF	DZ



COMUNE DI ARGENTA (FE)  
REGIONE EMILIA ROMAGNA





# RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE

## INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	ELENCO DELLE STRUTTURE IN PROGETTO .....	1
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	1
4.	INDICAZIONE PROGETTISTI.....	2
5.	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO E CRITERI DI VERIFICA .....	2
6.	ELEMENTO 1 – PLATEE PER ELEMENTI TECNOLOGICI.....	4
7.	ELEMENTO 2 – CONTROL ROOM.....	6
8.	ELEMENTO 3 – CABINA ELETTRICA .....	9

## 1. PREMESSA

La presente relazione strutturale descrive l'intervento di realizzazione degli elementi di carattere strutturale a servizio di un campo fotovoltaico da realizzarsi nel Comune di Argenta (Fe) in via Alberone.

## 2. ELENCO DELLE STRUTTURE IN PROGETTO

Gli elementi di principale rilevanza strutturale in progetto sono di seguito elencati:

- 1) CONTROL ROOM
- 2) CABINA ELETTRICA

## 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- UNI EN 1992-1-1:2004, Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI ENV 1992-4:2001, Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo Parte 4: Strutture di contenimento liquidi. Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 1994-4 (edizione dicembre 1998);
- UNI EN 1992-3:2006, Design of concrete structures Part 3: Liquid retaining and containment structures;
- UNI EN 1995-1-1:2005, Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture in legno, Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici;
- UNI EN 1997-1:2005, Eurocodice 7, Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- 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;
- UNI ENV 1998-4:2000, Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture, Parte 4: Silos, serbatoi e tubazioni.

## 4. INDICAZIONE PROGETTISTI

Di seguito si riportano i progettisti architettonico e strutturale:

### Progettista architettonico


**ZANAICA DIEGO**, residente a **Lozzo Atestino (PD)** indirizzo **Laterale Europa n°12 CAP 35034** Iscritto all'Ordine degli **Architetti di Padova n° iscr. 1953 C.F. ZNCDGI72L28D442C**

### Progettista strutturale

**TURATO DANILO**, residente a **Mestrino (PD)** indirizzo **Via Gorizia n°18/B CAP 35035** Iscritto all'Ordine degli **Architetti di Padova n° iscr. 634 C.F. TRTDNL56D19F161I**

## 5. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO E CRITERI DI VERIFICA

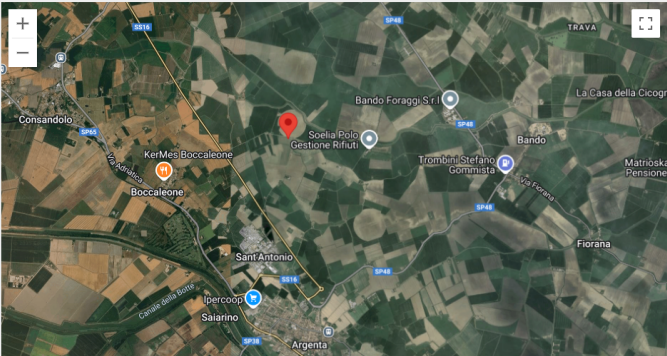
### Parametri sismici:



CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI

01. INSERIRE INDIRIZZO:

CERCA



02. INSERIRE PARAMETRI:

VITA NOMINALE:  
 (anni)

VITA DI RIFERIMENTO:

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO:  
 %

LATITUDINE:

CLASSE DI UTILIZZO:  

Classe I

SPETTRO:  

SLV 10%

PERIODO DI RITORNO:  
 (anni)

LONGITUDINE:

RISULTATI:

AG/G:

0.1346

F0:

2.58

TC:

0.27

Dati di calcolo da considerare:

- Peso proprio calcestruzzo 2500 kg/mc (24.5 kN/mc)
- Liquido 1000 kg/mc (9.8 kN/mc)

Criteri di verifica degli stati limite indagati:

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 e s.m. ed i.

In particolare si dovrà verificare:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche saranno utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche saranno definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo dei calcoli.
- Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

## 6. ELEMENTO 1 – PLATEE PER ELEMENTI TECNOLOGICI

Progetto per la realizzazione di platee di fondazione (basamenti) per elementi tecnologici, quali:

- Platea inverter e trasformatori;
- Platea storage;
- Platea control room/locale quadri.

### MATERIALI

#### CEMENTO ARMATO

Calcestruzzi

- D.M. 14.01.2018, par. 11.2;
- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;
- UNI EN 206-1/2006;
- UNI 11104

Tipologia strutturale	Fondazioni/Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici	30 N/mm <sup>2</sup> – C25/30
Classe di esposizione	XC2
Rapporto acqua/cemento max	0.55
Classe di consistenza	S3/S4
Diametro massimo aggregati	30 mm (fondo) / 25 mm (elevazione)
Copriferro netto	30 mm +/- 5 mm
Tipo di cemento	CEM III-V

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm, non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non potrà essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Provini da prelevare in cantiere

- n° 2 cubi di lato 15 cm;
- un prelievo ogni 100 mc.

## ACCIAIO

Acciaio per C.A. B450C per ferro legato	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / g_s = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre:  $6 \leq 40 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $6 \leq 16 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $f_{\min}/f_{\max} \geq 0.6$

Acciaio per C.A. B450A per reti elettrosaldate	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / g_s = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25 \quad f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre:  $5 \leq 10 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $5 \leq 10 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $f_{\min}/f_{\max} \geq 0.6$

Lo spessore delle platee varierà tra i 30 cm ed i 40 cm a seconda del valore del carico statico gravante.



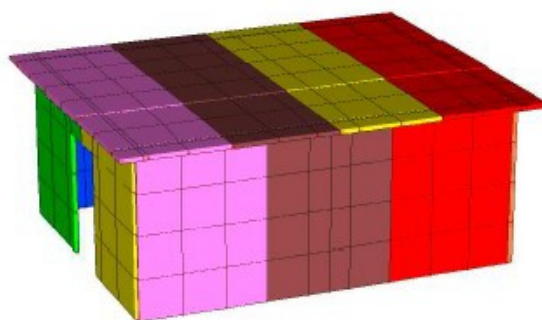
## 7. ELEMENTO 2 – CONTROL ROOM

Progetto per la realizzazione della control room di tipo prefabbricato con vasca di fondazione prefabbricata.

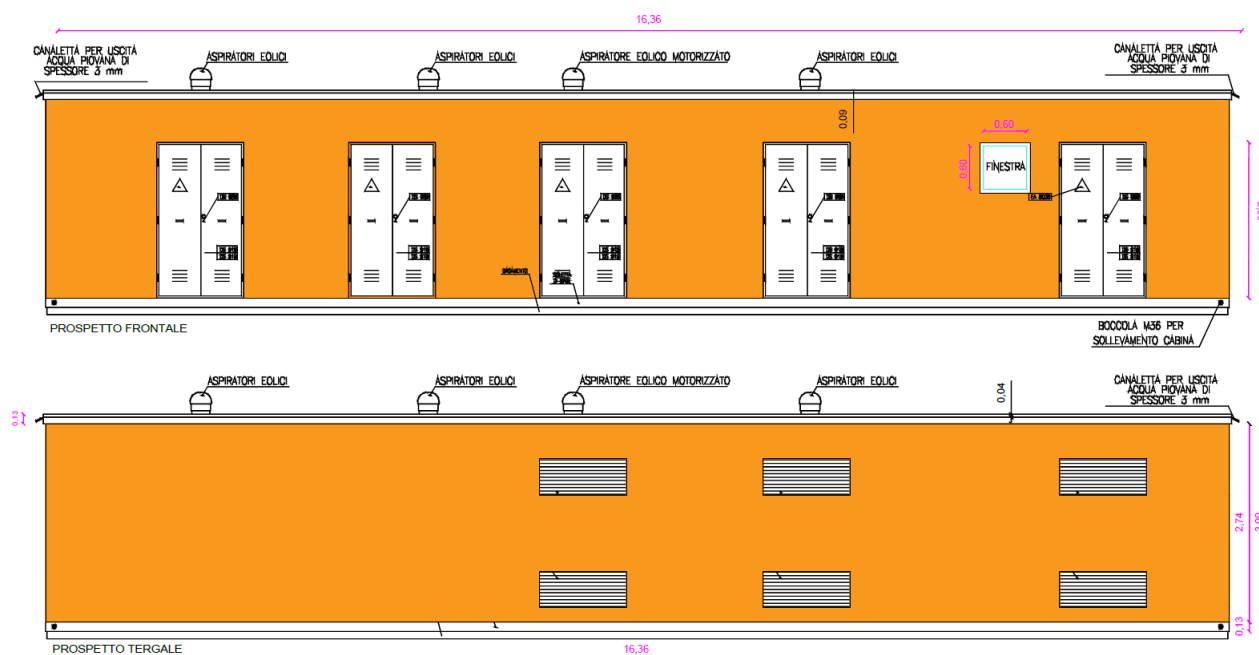
Il manufatto prefabbricato è essenzialmente costituito da una famiglia omogenea di piccole costruzioni di forma e comportamento scatolare con struttura a pareti portanti in conglomerato cementizio armato. I pannelli sono disposti nel piano verticale in due direzioni ortogonali e sono strutturalmente collegati tra se in corrispondenza della giunzione verticale d'angolo e con la soletta di copertura. La soletta è opportunamente vincolata alle pareti sottostanti in modo da costituire un funzionamento a diaframma orizzontale ed una struttura tridimensionale scatolare nel suo comportamento d'insieme.

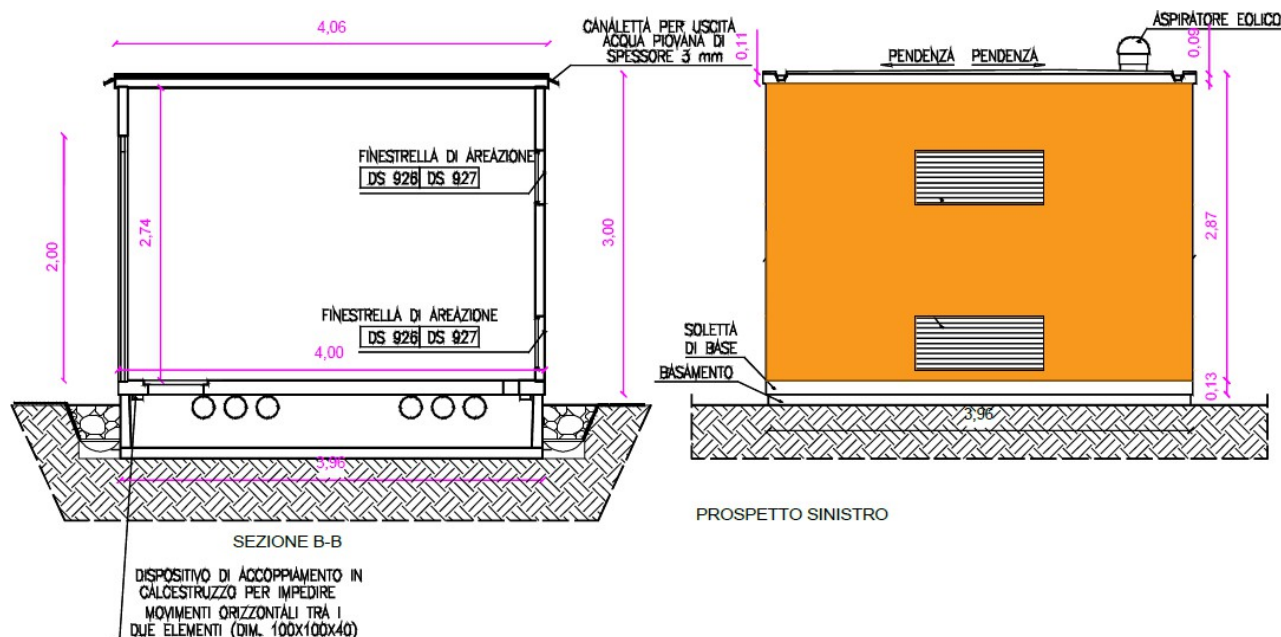
La struttura portante delle singole costruzioni possibili è realizzata completamente con calcestruzzo armato C32/40 e con inerti costituiti da ghiaia e sabbia di ottima qualità e con caratteristiche meccaniche riportate di seguito.

La cabina prefabbricata in progetto è da intendersi come MANUFATTO PREFABBRICATO PRODOTTO IN SERIE DICHIARATA ai sensi del punto 4.1.10.2.1 del D.M. 17-1-18.



modello strutturale e.f. cabina box SLS (2018)





## • ACCIAIO

Acciaio in barre per cemento armato **B450C** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 6 a 40 mm).

$$f_{yk} \geq f_{nom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tmom} > 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 67.5 \text{ ‰}$$

Rete di acciaio elettrosaldato costituiti da barre **B450A** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 5 a 10 mm).

$$f_{yk} \geq f_{nom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tmom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 67.5 \text{ ‰}$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV (0°C.  $\geq 3.5 \text{ Kg/cm}^2$  o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

Acciaio laminato a caldo da carpenteria a sezione aperta secondo UNI EN 10025 - S275 recanti marchiatura CE idoneo a soddisfare le caratteristiche meccaniche indicate nella Tabella 11.3. XII del D.M. 17/1/2018 (strutture soggette a fatica in modo significativo - Riferimento D)

**S 275 N/mm<sup>2</sup>**

Saldatura degli acciai con processo codificato dalla norma UNI EN ISO 4063:2001 ed ai sensi del punto 11.3.4.2 del D.M. 17/1/2018

Bulloni normali conformi alle classi di alta resistenza di cui alla Tabella 11.3.XIII.a - 11.3.XIII.b - 11.3.XIVb del D.M.17/1/2018 con viti e dadi marcatura CE secondo UNI-EN 15048/1  $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$   $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

## • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

**PARETI LATERALI e SOLETTE** – [scatolare frammar SLS (2018)] –

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Cemento sfuso CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197-1-2007) dosato a       | 400 Kg/m <sup>3</sup>  |
| 2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a | 1800 Kg/m <sup>3</sup> |
| 3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003                                | 200 lt./m <sup>3</sup> |

Per un totale peso volumetrico pari a 2400 Kg/m<sup>3</sup> ed un **Rck = 40 N/mm<sup>2</sup>** (408 Kg/cm<sup>2</sup>) - **C32/40**

**f<sub>ck</sub> = 0.83 x Rck 40 N/mm<sup>2</sup> = 33.2 N/mm<sup>2</sup>**

**f<sub>ctd</sub> = α<sub>cc</sub> f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub> = (0.85 x 33.2)/1.5 = 18.81 N/mm<sup>2</sup> (= 0.47 Rck)**

Lavorabilità (slump) cls (**S4**)

Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITA' del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:	<b>D</b>
Aggressività:	<b>Normale</b>
Classe di esposizione EN 206-1:2000	<b>XC4</b>
Cmin Tab A.2 EN 13369-08	<b>C32/40</b>

*In ambiente aggressivo o salmastro sarà cura della Direzione dei Lavori a far provvedere ad un idoneo trattamento protettivo o pitturazione esterna ed interna del prefabbricato.*

Ricoprimento minimo pareti e solette Tab A.2 EN13369-08 **15 mm.** (con tolleranze)

Valore minimo di resistenza allo sforno (**20kN**) per solette

Caratteristiche	Dimensioni
Forma	rettangolare
Lunghezza interna	16,36 m
Larghezza interna	4,0 m
Altezza interna	2,7 m
Spessore pareti	0,08 m
Spessore soletta copertura	0,15 m
Spessore soletta fondo	0,13 m

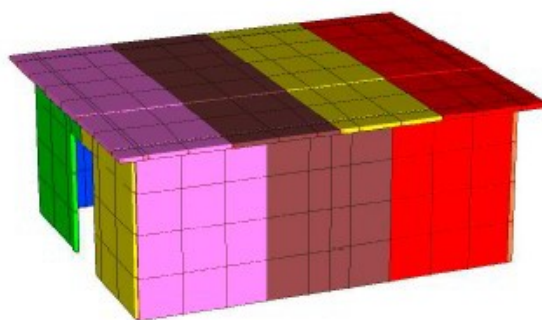
## 8. ELEMENTO 3 – CABINA ELETTRICA

Progetto per la realizzazione di una cabina elettrica di tipo prefabbricato con vasca di fondazione prefabbricata.

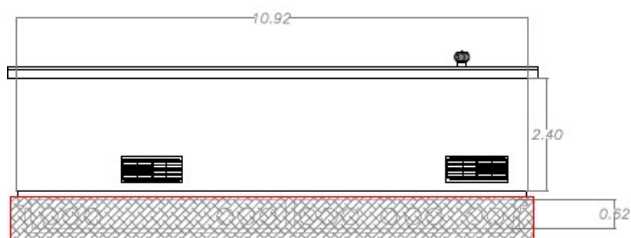
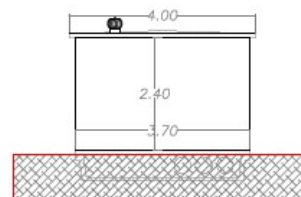
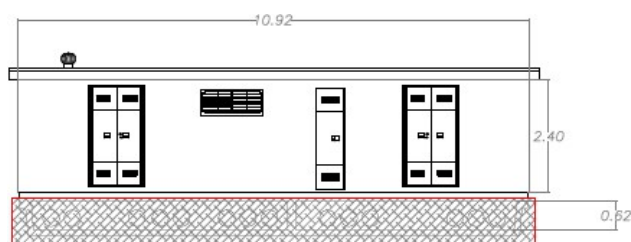
Il manufatto prefabbricato è essenzialmente costituito da una famiglia omogenea di piccole costruzioni di forma e comportamento scatolare con struttura a pareti portanti in conglomerato cementizio armato. I pannelli sono disposti nel piano verticale in due direzioni ortogonali e sono strutturalmente collegati tra se in corrispondenza della giunzione verticale d'angolo e con la soletta di copertura. La soletta è opportunamente vincolata alle pareti sottostanti in modo da costituire un funzionamento a diaframma orizzontale ed una struttura tridimensionale scatolare nel suo comportamento d'insieme.

La struttura portante delle singole costruzioni possibili è realizzata completamente con calcestruzzo armato C32/40 e con inerti costituiti da ghiaia e sabbia di ottima qualità e con caratteristiche meccaniche riportate di seguito.

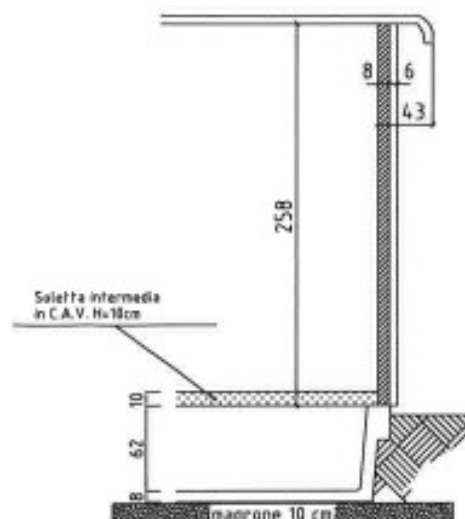
La cabina prefabbricata in progetto è da intendersi come MANUFATTO PREFABBRICATO PRODOTTO IN SERIE DICHIARATA ai sensi del punto 4.1.10.2.1 del D.M. 17-1-18.



modello strutturale e.f. cabina box SLS (2018)







PARTICOLARE VASCA E DI GRONDA

#### • ACCIAIO

Acciaio in barre per cemento armato **B450C** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 6 a 40 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 67.5 \text{ ‰}$$

Rete di acciaio elettrosaldato costituiti da barre **B450A** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 5 a 10 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 67.5 \text{ ‰}$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV (0°C.  $\geq 3.5 \text{ Kg/cm}^2$  o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

Acciaio laminato a caldo da carpenteria a sezione aperta secondo UNI EN 10025 - S275 recanti marchiatura CE idoneo a soddisfare le caratteristiche meccaniche indicate nella Tabella 11.3. XII del D.M. 17/1/2018 (strutture soggette a fatica in modo significativo - Riferimento D)

**S 275 N/mm<sup>2</sup>**

Saldatura degli acciai con processo codificato dalla norma UNI EN ISO 4063:2001 ed ai sensi del punto 11.3.4.2 del D.M. 17/1/2018

Bulloni normali conformi alle classi di alta resistenza di cui alla Tabella 11.3.XIII.a - 11.3.XIII.b - 11.3.XIV.b del D.M.17/1/2018 con viti e dadi marcatura CE secondo UNI-EN 15048/1  $f_{tb} = 640 \text{ N/mm}^2$   $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

## • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

**PARETI LATERALI e SOLETTE** – [scatolare frammar SLS (2018)] –

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Cemento sfuso CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197-1-2007) dosato a       | 400 Kg/m <sup>3</sup>  |
| 2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a | 1800 Kg/m <sup>3</sup> |
| 3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003                                | 200 lt./m <sup>3</sup> |

Per un totale peso volumetrico pari a 2400 Kg/m<sup>3</sup> ed un **Rck = 40 N/mm<sup>2</sup>** (408 Kg/cm<sup>2</sup>) - **C32/40**

**f<sub>ck</sub> = 0.83 x Rck 40 N/mm<sup>2</sup> = 33.2 N/mm<sup>2</sup>**

**f<sub>ctd</sub> = α<sub>cc</sub> f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub> = (0.85 x 33.2)/1.5 = 18.81 N/mm<sup>2</sup> (= 0.47 Rck)**

Lavorabilità (slump) cls (**S4**)

Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITA' del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:	<b>D</b>
Aggressività:	<b>Normale</b>
Classe di esposizione EN 206-1:2000	<b>XC4</b>
Cmin Tab A.2 EN 13369-08	<b>C32/40</b>

*In ambiente aggressivo o salmastro sarà cura della Direzione dei Lavori a far provvedere ad un idoneo trattamento protettivo o pitturazione esterna ed interna del prefabbricato.*

Ricoprimento minimo pareti e solette Tab A.2 EN13369-08 **15 mm.** (con tolleranze)

Valore minimo di resistenza allo sforno (**20kN**) per solette

Caratteristiche	Dimensioni
Forma	rettangolare
Lunghezza interna	10,0 m
Larghezza interna	3,7 m
Altezza interna	2,4 m
Spessore pareti	0,08 m
Spessore soletta copertura	0,15 m
Spessore soletta fondo	0,10 m