


Spettabile  
Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale  
Via della Mercanzia, 2  
16124 – Genova

c.a. Staff Governance Demaniale

Genova, 14 ottobre 2019	
AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE	
ASPMALO Genova Uff. Competente STGD	
Prot. N. <b>0026666 / A</b> del 16/10/2019	
	
N.	TECAN-AHSIM
Uff.	STGD
	Copia PPR

Raccomandata a mani (anticipata via PEC all'indirizzo [segreteria generale@pec.porto.genova.it](mailto:segreteria generale@pec.porto.genova.it))

Istanza *ex art. 24 reg.nav.mar.*, volta (i) all'autorizzazione alla realizzazione di un banchinamento all'interno dello specchio acqueo assentito alla scrivente con concessione pluriennale rilasciata in data 21.06.2017 con Accordo Sostitutivo n. 3/2017 (987) di Reg. e n. 3 di Rep. e (ii) all'autorizzazione di una variante incrementale al predetto specchio acqueo.

Amico & Co. S.r.l. (C.F. e P.IVA 03249970108, nel prosieguo «Amico»), con sede legale in Genova, Via dei Pescatori, in persona del legale rappresentante *pro-tempore*, Ing. Alberto Amico,

#### PREMESSO CHE

1. la scrivente è titolare di concessione demaniale pluriennale con scadenza al 20.12.2039 assentita in data 21.06.2017 con Accordo Sostitutivo n. 3/2017 (987) di Reg. e n. 3 di Rep. e oggetto di successivo Autorizzazione *ex art 24 reg. nav. mar.* prot. 17559 del 22.06.2018, per la temporanea occupazione di aree demaniali *in parte qua* pari a mq. 9.808 di aree a terra e mq. 4.411 di specchi acquei;
2. in seguito alla realizzazione nelle predette aree del nuovo impianto di sollevamento "ship-lift" e delle relative opere marittime, il compendio risulta ora pari a mq. 11.824 di aree a terra e mq. 2.393 di specchi acquei, come da planimetria allegata;
3. si rende necessario il completamento delle dotazioni infrastrutturali del predetto compendio, attraverso la creazione di un nuovo ormeggio tecnico per navi da diporto;
4. tale ormeggio tecnico può essere realizzato mediante (i) la costruzione di un tratto di banchina idoneo a consentire l'accesso a bordo, tramite passerella, a poppavia delle

imbarcazioni ivi posizionate, e (ii) l'acquisizione di una nuova porzione di specchio acqueo

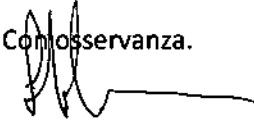
### CHIEDE

di essere autorizzata ex art. 24 reg. nav. mar.:

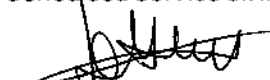
- alla realizzazione della passerella di cui alla premessa 3. (i), da costruirsi secondo la progettazione allegata all'interno dello specchio acqueo già in concessione, mediante struttura in c.a., avente superficie pari a 35 mq. e meglio individuato nella planimetria allegata;
- alla temporanea occupazione, per la medesima durata del titolo di cui alla premessa 1., di una nuova porzione di specchio acqueo per una superficie di mq. 850, meglio individuata nella planimetria allagata.

In adesione a quanto sopra, la presente istanza è ad ogni fine sottoscritta anche dai legali rappresentanti di Genoa Sea Service S.r.l., Gatti S.r.l. e del Consorzio Assistenza Nautica del Porto di Genova, nella loro qualità di co-assegnatari del compendio assentito con l'Accordo Sostitutivo di cui alla Premessa 1.

Con osservanza.

  
Amico & Co. S.r.l.

  
Genoa Sea Service S.r.l.

  
Gatti S.r.l.

  
Consorzio Assistenza Nautica del Porto di Genova

### ALLEGATI

1. Planimetri Tav. B2 INTERVENTI ULTIMATI;
2. Relazione illustrativa PASSERELLA;
3. Relazione di calcolo strutture PASSERELLA;
4. Tavola di progetto PASSERELLA.

# AMICO

**SY 060668 RPT 018**

Via dei Pescatori, GENOA (ITA)


01	2019-10-11	ISSUE	STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI
----	------------	-------	---

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY
----------	------	-------------	----

PROJECT: **SY 060668: NUOVO IMPIANTO SOLLEVAMENTO NAVI SHIPLIFT E TRASPORTATORE DI RIMESSAGGIO SU ROTAIA LAND CARRIER - PORTATA MASSIMA DI SOLLEVAMENTO 4000 t**

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA PASSERELLA CABINA ELETTRICA

– AMICO&Co – Genoa (ITA)

## PROGETTO DI VARIANTE


### DOCUMENT CONTENT

Darsena di sollevamento

Relazione di calcolo strutture BANCHINA E IMPALCATO NORD

TOTAL PAGES	4
-------------	---

DESIGN BY STUDIO BALLERINI	ES	Aut. No.	----
APPROVED BY	ES	CIVIL ENGINEERED BY	PdC No.

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI Dott. Ing. Bruno Ballerini – Dott. Ing. Enrica Ballerini			AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE MARE LIGURE OCCIDENTALE	

## **INDICE**

<b>1. PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>2. INTERVENTI PREVISTI</b>	<b>4</b>

**STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI**

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

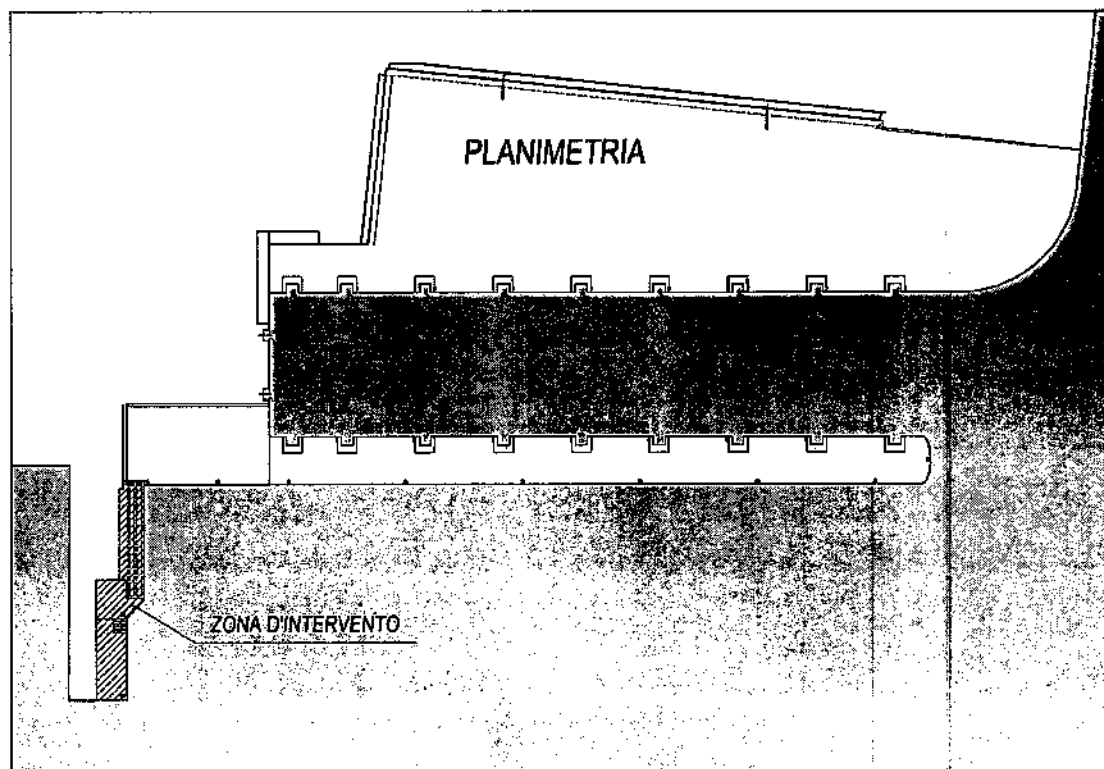
GENOVA

**2**

## 1. PREMESSE

Nell'ambito dei lavori di ristrutturazione e potenziamento del cantiere si rende necessario un collegamento di servizio tra il pontile a ponente dell'insediamento del nuovo impianto di sollevamento delle imbarcazioni ed il pontile stesso.

Tale collegamento sarà utilizzato per consentire un più agevole percorso del personale e di eventuali "muletti" tra l'adiacente cabina elettrica ed il pontile sud del citato impianto.



## **2. INTERVENTI PREVISTI**

I lavori consistono:

- nella realizzazione di un piano di lavoro a quota +1,70 al disopra dell'attuale lato levante del pontile che per il lato ponente è utilizzato dal travel-lift. L'intervento sarà realizzato con getti di calcestruzzo armato collegati con la struttura esistente da opportuni ancoraggi costituiti da barre metalliche;
- nella costruzione di una passerella con struttura in conglomerato cementizio armato, avente struttura a "cassone", costituita da un elemento prefabbricato solidarizzato in opera poggiante su selle in cls realizzate sulle banchine esistenti.

Tale impalcato presenta una superficie complessiva di circa 45 mq.

La passerella è dimensionata per un sovraccarico distribuito di 4 kN/mq, o in alternativa per il transito di un carrello elevatore da 40kN.


Lungo il perimetro lato mare della passerella è prevista l'installazione di un parabordo a manicotto atto a proteggere la struttura da eventuali urti di imbarcazioni dovuti a manovre accidentali.

In corrispondenza della testata sud dell'esistente pontile e in prossimità dell'estremità della passerella saranno ubicate 2 bitte con portata di 50 t ciascuna.



SY 060668 RPT 017

Via dei Pescatori, GENOA (ITA)

01	2019-09-25	ISSUE	STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI	
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY	
PROJECT: <b>SY 060668: NUOVO IMPIANTO SOLLEVAMENTO NAVI SHIPLIFT E TRASPORTATORE DI RIMESSAGGIO SU ROTAIA LAND CARRIER - PORTATA MASSIMA DI SOLLEVAMENTO 4000 t</b>				
<b>RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE PASSERELLA CABINA ELETTRICA</b>				
– AMICO&Co – Genoa (ITA)				
<b>PROGETTO DI VARIANTE</b>				
DOCUMENT CONTENT				
Darsena di sollevamento Relazione di calcolo strutture BANCHINA E IMPALCATO NORD				
TOTAL PAGES		34		
DESIGN BY STUDIO BALLERINI		ES		Aut. No.
APPROVED BY	ES	CIVIL ENGINEERED BY		PdC No.
STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI Dott. Ing. Bruno Ballerini – Dott. Ing. Enrica Ballerini				AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE MARE LIGURE OCCIDENTALE
				

## INDICE

<b>1. PREMESSE</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
<b>3. MODELLI ADOTTATI E CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA</b>	<b>8</b>
3.1 Ipotesi generali	8
3.2 Metodi di analisi e verifica	8
<b>4. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Definizione delle azioni</b>	<b>10</b>
4.1.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ )	10
4.1.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ )	11
4.1.3 Azioni variabili ( $Q_i$ )	11
4.1.3.1 Carichi verticali distribuiti su passerella	11
4.1.3.1 Carichi verticali concentrati su passerella	11
<b>4.2 Combinazioni delle azioni</b>	<b>12</b>
4.2.1 Stato Limite Ultimo	13
4.2.2 Stato Limite di Esercizio/Danno	14
<b>4.3 Verifiche nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE)</b>	<b>15</b>
4.3.1 Passerella	15
4.3.1.1 Prima fase (prefabbricato in configurazione transitoria)	15
4.3.1.2 Seconda fase (prefabbricato in configurazione finale)	17
4.3.2 Soletta	20
4.3.2.1 Sollecitazioni	20
4.3.2.2 Verifiche	20
4.3.3 Mensola	21
4.3.3.1 Sollecitazioni	21
4.3.3.2 Verifiche	22
<b>4.4 Verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU/SLV)</b>	<b>24</b>
4.4.1 Passerella	24
4.4.1.1 Prefabbricato in configurazione finale	24
4.4.2 Soletta	26
4.4.2.1 Sollecitazioni	26
4.4.2.2 Verifiche	27
4.4.3 Mensola	28
4.4.3.1 Sollecitazioni	28
4.4.3.2 Verifiche	29
4.4.3.3 Appoggi	31

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

GENOVA

2

4.4.3.4	Condizioni statiche	31
4.4.3.5	Condizioni sismiche	31
<b>4.5</b>	<b>Dimensionamento parabordo</b>	<b>33</b>

## **1. PREMESSE**

Il presente progetto riguarda la realizzazione di una nuova passerella di servizio dei cantieri Amico & Co di Genova.

Il manufatto è previsto ubicato nella zona sud dei cantieri Amico&Co adiacente alla darsena dell'impianto di sollevamento.

L'impalcato è realizzato in cls armato e costruito con un elemento prefabbricato solidarizzato in opera poggiante su selle in cls realizzate sulle banchine esistenti.

L'impalcato est presenta una superficie complessiva di circa 45 mq.

**L'area della passerella è dimensionata per un sovraccarico distribuito di 4 kN/mq, o in alternativa per il transito di un carrello elevatore da 40kN.**

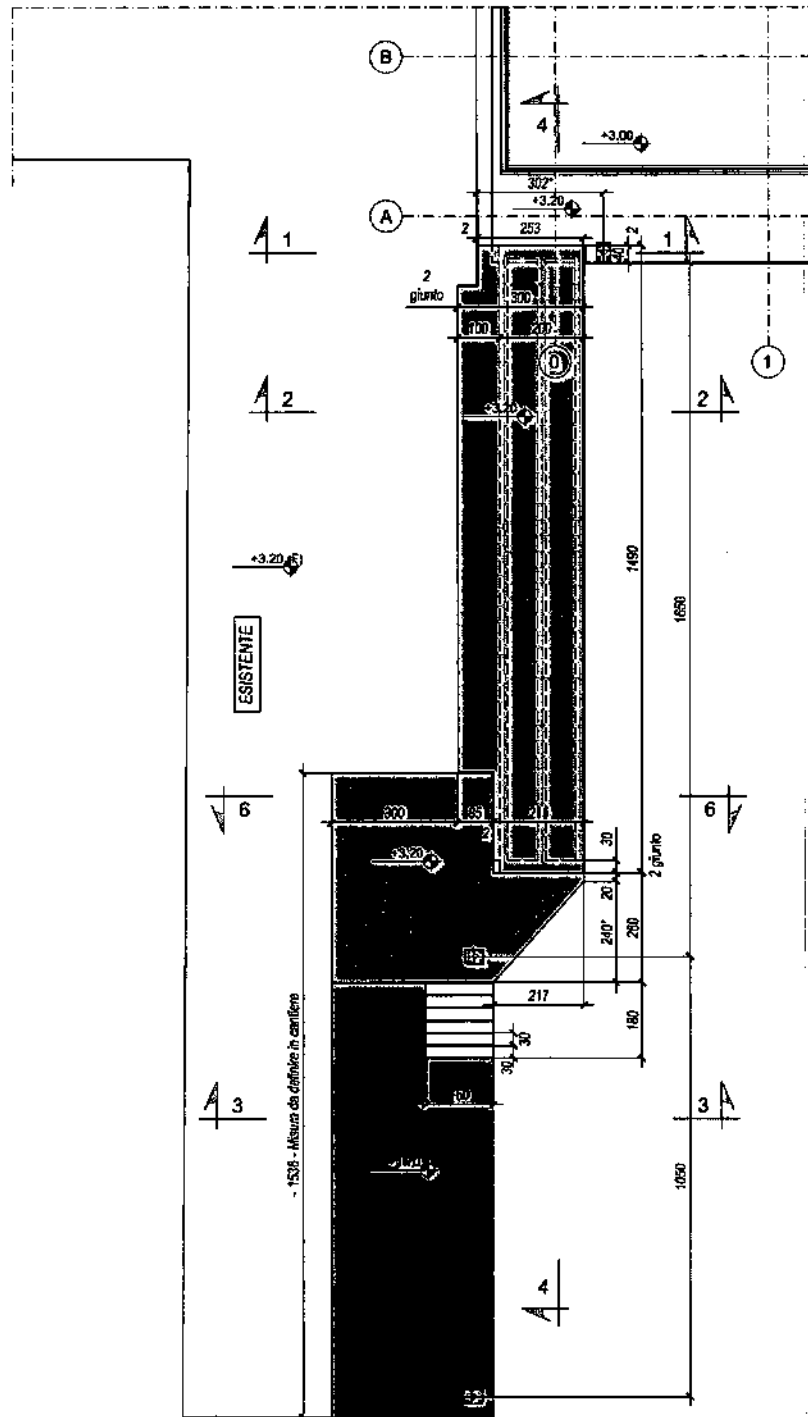
**Le aree dell'impalcato dovranno essere pertanto interdette al il transito e/o stazionamento di travel-lift gommati o di altri carichi pesanti non compatibili con il sovraccarico previsto a progetto.**

Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole di progetto allegate.

La presente relazione di calcolo illustra l'analisi e le verifiche condotte sulle strutture dell'impalcato in oggetto.

Le immagini di seguito riortate illustrano la geometria delle strutture.

PIANTA DEL FINITO  
scala 1:100

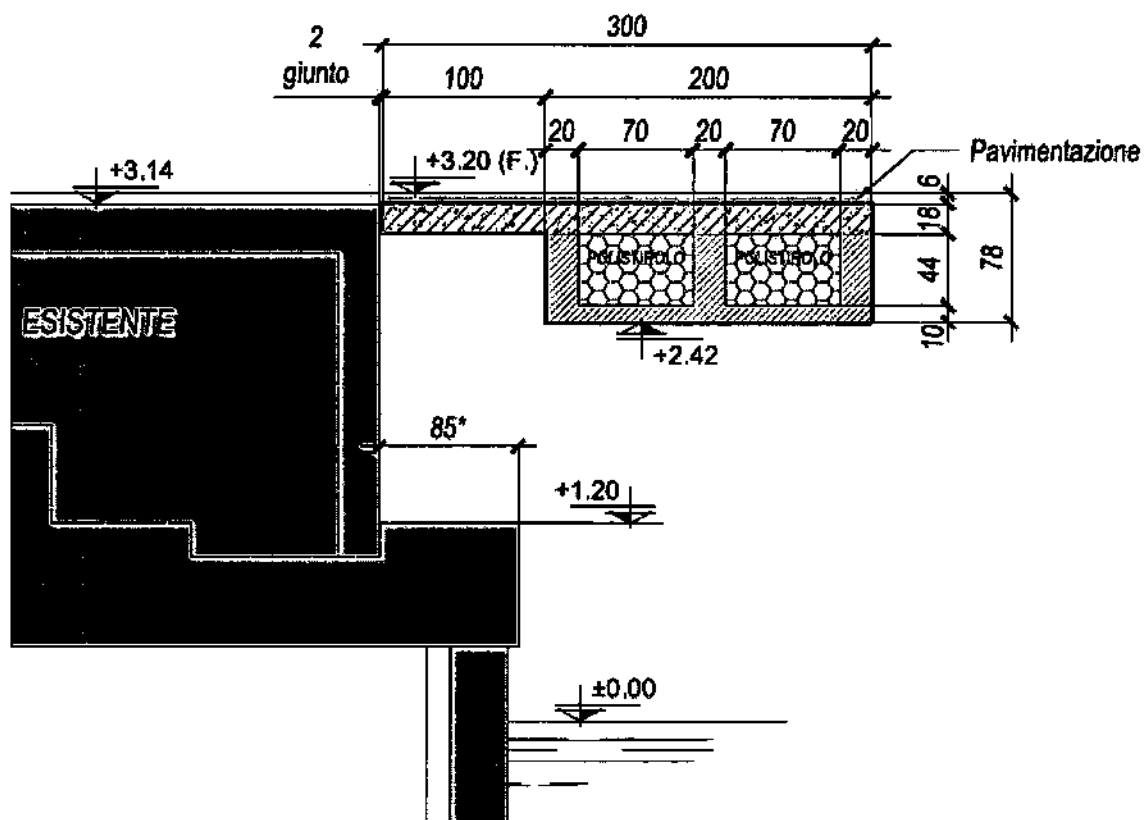


Pianta del finito

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

GENOVA



*Sezione trasversale passerella*

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **Legge n.1086 del 5/11/74:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **Circ. 21-01-2019:** “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

### **3. MODELLI ADOTTATI E CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA**

#### **3.1 Ipotesi generali**

I calcoli sono stati eseguiti a seguito di indagini esperite in sito secondo le regole della Scienza delle Costruzioni nel rispetto delle norme vigenti in materia.

Le verifiche degli elementi strutturali sono condotte con il metodo agli "Stati Limite". Il sistema di misura usato nei calcoli è il Sistema Internazionale in cui si è ritenuta valida la relazione  $1 \text{ DaN} = 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$ . Circa le altre prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

I carichi, ove non direttamente forniti dal Committente, sono stati calcolati in base a quanto stabilito dalle normative vigenti.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo e ai calcoli geotecnici relativi alle opere di fondazione si fa riferimento a quanto meglio specificato nella relazione geologica e geotecnica allegata al progetto.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del sito e la definizione degli spettri di progetto si fa riferimento a quanto meglio specificato nella relazione sismica allegata al progetto.

#### **3.2 Metodi di analisi e verifica**

I calcoli sono stati eseguiti seguendo il metodo della scienza delle costruzioni basato sul principio del comportamento lineare del rapporto forze-deformazioni e le verifiche delle strutture sono state eseguite col metodo degli stati limite con riferimento alle normative vigenti.

Ai materiali di uso strutturale sono state attribuite le seguenti caratteristiche:

*Calcestruzzo (C35/45):*

$$E = 35000 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0,25$$

$$\rho_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

*Acciaio per c.a. B450c:*

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni dovute alle azioni orizzontali sismiche si è effettuata un'analisi statica lineare.

Gli appoggi sulle strutture esistenti sono stati assunti come cerniere fisse.

L'impalcato è previsto realizzato mediante fasi di getto successive a causa di esigenze costruttive; questa modalità esecutiva influisce sullo stato tensionale delle strutture e quindi sul metodo di calcolo da impiegare per il dimensionamento della struttura.

Si è proceduto pertanto a conurre un'analisi fase per fase ed alla conseguente verifica alle tensioni considerando la geometria della sezione variata rispetto alla fase precedente, sommando le tensioni delle fasi successive.

Le verifiche per le varie fasi del processo costruttivo sono state condotte con il metodo delle tensioni, mentre le verifiche agli SLU sono state eseguite nella configurazione finale.

Trattandosi di una struttura completamente appoggiata sulle strutture esistenti e che determina in fondazione sovraccarichi sicuramente non superiori al 10% oltre quelli attuali, si procede a verificare localmente le strutture.

## **4. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA**

Le analisi sono state effettuate partendo dalle ipotesi riportate al punto precedente.

### **4.1 Definizione delle azioni**

#### **4.1.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ )**

Pesi unitari:

Calcestruzzo armato: 25 kN/m<sup>3</sup>

Peso proprio prefabbricato passerella: 11,6 kN/m

Peso proprio solettone (getto + lastrine):  $0,18 * 3 * 25 =$  13,5 kN/m

Peso proprio passerella gettata:  $11,6+13,5 =$  25,1 kN/m

#### **4.1.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ )**

Peso unitario pavimentazione:		3 kN/m <sup>2</sup>
Carico permanente passerella:	3*3 =	9 kN/m

#### **4.1.3 Azioni variabili ( $Q_i$ )**

##### **4.1.3.1 Carichi verticali distribuiti su passerella**

Carico accidentale distribuito:		4 kN/m <sup>2</sup>
Carico accidentale passerella:	4*3 =	12 kN/m

##### **4.1.3.1 Carichi verticali concentrati su passerella**

Carico accidentale concentrato:		40 kN
Striscia di carico:	3 m x 1 m =	3 m <sup>2</sup>

Il carico accidentale concentrato è considerato alternativo ed indipendente dal carico accidentale distribuito.

**Su questa passerella non è previsto il transito del Travel-Lift o di altri carichi non previsti dal presente progetto.**

## 4.2 Combinazioni delle azioni

Le singole azioni sono state combinate come prevede il D.M. 17/01/18 § 2.5

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_1 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{1j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per i valori dei coefficienti di combinazione si fa riferimento alla tabella seguente (tabella 2.5.I, NTC2018):

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 4.2.1 Stato Limite Ultimo

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

Le azioni vengono combinate facendo riferimento alla tabella 2.6.I delle NTC2018 dove per le azioni si sono considerati i seguenti coefficienti:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_P$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(n)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(n)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nelle quali combinazioni si è indicato con:

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;

$Q_i$  i valori caratteristici delle azioni  $Q_i$  variabili tra loro indipendenti;

#### 4.2.2 Stato Limite di Esercizio/Danno

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$  [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]

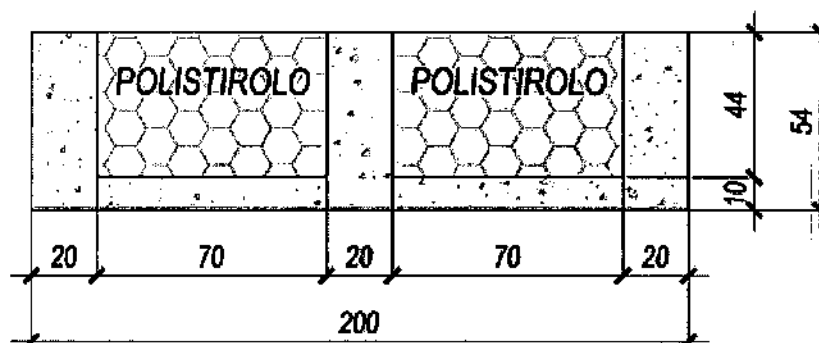
### 4.3 Verifiche nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE)

#### 4.3.1 Passerella

La passerella è costituita da un impalcato realizzato con l'utilizzo di una trave prefabbricata gettata in opera con la soletta in seconda fase.

Lo schema statico utilizzato è quello di trave in semplice appoggio.

##### 4.3.1.1 Prima fase (prefabbricato in configurazione transitoria)



*Sezione trasversale trave prefabbricata*

Il prefabbricato presenta le dimensioni illustrate nell'immagine di cui sopra.

Le sollecitazioni sono calcolate su di una luce libera pari a 14,50 m.

Entro lo spessore della lastra di intradosso da 10 cm è prevista la disposizione di un'armatura di 13 Ø 24.

Il getto di completamento agente sul prefabbricato presenta un'altezza di 18 cm comprensivi dello spessore delle lastre per una larghezza di 300cm.

### **Carichi 1°fase**

$$g_1 = (0,464 + 0,54) * 25 = 25,1 \text{ kN/m}$$

### **Sollecitazioni longitudinali**

Pertanto, per la trave con luce 14,50 m, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 25,1 * 14,5^2 / 8 = 660 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 25,1 * 14,5 / 2 = 182 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di esercizio si ottiene:

$$M_{\max} = 552 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 21 * 14,5 / 2 = 152 \text{ kN}$$

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm si ottiene:

$$M_{\max} = 660 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 182 \text{ kN}$$

#### **4.3.1.2 Seconda fase (prefabbricato in configurazione finale)**

##### **4.3.1.2.1 Sollecitazioni**

###### **Carichi 2° fase**

$$g_2 = 9 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 12 \text{ kN/m}$$

###### **Sollecitazioni longitudinali**

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 9 \cdot 14,5^2 / 8 = 273 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_Q = 12 \cdot 14,5^2 / 8 = 315 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_G + M_Q = 552 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_G = 9 \cdot 14,5 / 2 = 65 \text{ kN}$$

$$T_Q = 12 \cdot 14,5 / 2 = 87 \text{ kN}$$

$$T_G + T_Q = 152 \text{ kN/m}$$

Pertanto, nella condizione di esercizio si ottiene:

$$M_{\max} = 21 \cdot 14,5^2 / 8 = 552 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{\max} = 21 \cdot 14,5 / 2 = 152 \text{ kN}$$

##### **4.3.1.2.2 Verifiche**

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture nella fase finale.

Sono previste sia armature all'interno delle lastre che integrative al di sopra, inoltre tra i getti sono previsti connettori.

Di seguito vengono riportate le verifiche sintetiche nella fase di esercizio con riferimento ai carichi di cui al punto precedente e facendo riferimento agli schemi strutturali di cui sopra.

Le verifiche sono effettuate a metro di struttura considerando sia l'armatura presente entro

il prefabbricato che quella integrativa disposta in seconda fase.

Per ulteriori dettagli si fa riferimento alle tavole di progetto.

#### 4.3.1.2.3 Passerella - Tabella riassuntiva per fasi

##### Momento positivo in campata

	H <sub>tot</sub>	M <sub>max</sub>	$\sigma_{s, inf}$	$\sigma_{s, sup}$	W <sub>k</sub>	$\sigma_c$
			A <sub>s</sub> = 104 cmq	A <sub>s</sub> = 40,7 cmq		
<b>FASE</b>	[cm]	[kN*m/m]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[daN/cm <sup>2</sup> ]
<b>I°</b>	54	660	1520	-1490	0,13	-119
<b>II°</b>	72	552	890	20	0,07	27
<b>TOTALE</b>			<b>2410</b>	<b>-1470</b>	<b>0,20</b>	

I tassi di lavoro delle strutture risultano nella norma e la fessurazione entro limiti di ammissibilità per la classe di esposizione considerata.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

N° figure elementari  Zoom  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	60	44
2	200	10

N°	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	40.72	5
2	104.05	49

Tipo Sezione  
☐ Rettang. re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN  yN

Materiali  
 B450C C35/45  
 E<sub>cu</sub>  % E<sub>c2</sub>  %  
 f<sub>yd</sub>  N/mm<sup>2</sup> E<sub>cu</sub>  %  
 E<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>  %  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  %  
 E<sub>syd</sub>  % σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>s</sub>  %  
 d  cm  
 x  w/d   
 ξ

Verifica

N° Iterazioni:

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTG-2008

TITOLO :

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	300	18
2	60	44
3	200	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	28.27	5
2	40.72	22
3	104.05	66

Tipologia Sezione  
☐ Rettangolare ☐ Trapezio  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangolare ☐ Coordinata

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN  yN

Materiali  
☒ B450C ☐ C35/45  
 E<sub>su</sub>  % E<sub>c2</sub>  %  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² E<sub>cu</sub>  %  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  %  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>co</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 E<sub>syd</sub>  % σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso

ε<sub>s</sub>  %  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Taglio a filo appoggio sulle travi pulvino (b = 1 m)

	H <sub>tot</sub>	T	τ	A <sub>st1</sub>	σ <sub>st,1</sub>	A <sub>st,2</sub>	σ <sub>st,2</sub>
FASE	[cm]	[kN/m]	[daN/cm²]	[cm²/m]	[daN/cm²]	[cm²/m]	[daN/cm²]
I°	54	182	7,2	33,9	1269	-	-
II°	72	152	4,3	33,9	766	-	-
TOTALE					2035		-

Nella tabella sopra riportata sono riportate le verifiche relative alla staffatura dei tralicci (A<sub>st1</sub> = 30Ø12/m = 33,9 cm²/m).

I tassi di lavoro delle strutture risultano nella norma.

## **4.3.2 Soletta**

### **4.3.2.1 Sollecitazioni**

#### **Carichi**

$$g_1 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = 4 \text{ kN su un'area } 1\text{m} \times 1\text{m}$$

#### **Sollecitazioni**

Considerando il caso più gravoso di carico concentrato sulla parte a mensola della soletta si ricava sull'appoggio:

$$M_G = 7,5 \cdot 1^2 / 2 = - 3,75 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$M_Q = 4 \cdot 0,5 / 2 = - 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$M_G + M_Q = - 5,75 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$T_G = 4,5 + 3 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$T_Q = 4 / 2 = 2 \text{ kN/m}$$

$$T_G + T_Q = 9,5 \text{ kN/m}$$

### **4.3.2.2 Verifiche**

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture in condizione di esercizio.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC2008

Titolo :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	18

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	4
2	3.93	14

Tipologia Sezione  
☒ Rettang. ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettang. ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN 0 yN 0

Materiali  
 B450C C35/45  
 ε<sub>su</sub> 67.5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5  
 E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 19.63  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>co</sub>/f<sub>cd</sub> 0.07  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.8  
 τ<sub>cl</sub> 2.257

σ<sub>c</sub> -2.216 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 80.63 N/mm²

Verifica

N° Iterazioni: 4

ε<sub>s</sub> 0.4032 %  
 d 14 cm  
 x 4.087 x/d 0.2919  
 δ 0.8049

☐ Precompresso

$$\sigma_s = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$w_k = 0,07 \text{ mm}$$

I tassi di lavoro e l'apertura delle fessure risultano ampiamente nella norma.

### 4.3.3 Mensola

#### 4.3.3.1 Sollecitazioni

##### Carichi

$$g_{1, \text{mensola}} = (0,5 \cdot 1,95 \cdot 2,2 - 0,5 \cdot 0,6 \cdot 2,2 / 2 + 2,2 \cdot 2,4 / 2 \cdot 0,25) \cdot 25 / 2,2 =$$

$$30 \text{ kN/m}$$

$$g_{1, \text{passerella}} = (11,6 + 13,5) \cdot 14,5 / 2 / 2,17 + 0,5 \cdot =$$

$$170 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 3 \cdot 3 \cdot 14,5 / 2 / 2,2 =$$

$$60 \text{ kN/m}$$

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

GENOVA

$$q = 4 * 3 * 14,5 / 2 / 2,2 =$$

80 kN/m

### **Sollecitazioni**

Pertanto considerando il caso più gravoso di carico distribuito sulla passerella si ricava:

$$M_G = -260 * 2,2^2 / 2 = -630 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = -80 * 2,2^2 / 2 = -195 \text{ kN*m}$$

$$M_G + M_Q = -825 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 260 * 2,2 = 574 \text{ kN}$$

$$T_Q = 80 * 2,2 = 176 \text{ kN}$$

$$T_G + T_Q = 750 \text{ kN}$$

### **4.3.3.2 Verifiche**

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture in condizione di esercizio.

Verifica C.A. S.I.U. - File: Mensola passerella Amico

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC-2008 - 2

Titolo: **Mensola passerella cabina elettrica Amico**

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	50	0
3	50	120
4	20	120
5	20	195
6	0	195

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1.54	5	5
2	1.54	15	5
3	1.54	35	5
4	1.54	45	5
5	4.52	5	115
6	4.52	15	115

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed   kN  
M xEd   kNm  
M yEd

P.to applicazione N:  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN  yN

Materiali: B450C C35/45

E<sub>su</sub>  % E<sub>c2</sub>  %  
f<sub>yd</sub>  N/mm² E<sub>cu</sub>   
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>    
E<sub>syd</sub>  % σ<sub>c,adm</sub>   
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

Verifica

E<sub>s</sub>  % N° iterazioni:   
d  cm  
x  x/d   
δ

☐ Precompresso

$$\sigma_s = 248 \text{ N/mm}^2$$

I tassi di lavoro risultano nella norma.

## **4.4     Verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU/SLV)**

### **4.4.1     Passerella**

#### **4.4.1.1     Prefabbricato in configurazione finale**

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### **Sollecitazioni longitudinali**

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 897 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = 315 \text{ kN*m}$$

$$\gamma_G * M_G + \gamma_q * M_Q = 1638 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 244 \text{ kN}$$

$$T_Q = 87 \text{ kN}$$

$$\gamma_G * T_G + \gamma_q * T_Q = 552 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = 1638 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 552 \text{ kN}$$

#### **4.4.1.1.1     Verifiche**

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

#### **Momento flettente**

Si procede alla verifica del momento max in campata

Verifica CA-S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC-2008

Titolo :

N° figure elementari 3 Zoom N° stati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	300	18
2	60	44
3	200	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	28.27	5
2	40.72	22
3	104.05	66

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C35/45

ε<sub>su</sub> 37.5 % ε<sub>p2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 %  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 19.93  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 20.9 ?  
ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.8  
τ<sub>cl</sub> 2.257

M<sub>xRd</sub> 2.798 kNm  
σ<sub>c</sub> -19.83 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 20.19 ‰  
d 66 cm  
x 9.752 x/d 0.1478  
δ 0.7

Tipo Sezione  
☐ Rettang. re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☒ S.M.L. ☐ S.L.U.  
☒ Metodo n

Tipo di acciaio  
☒ B450C ☐ B500

N° rett. 100  
Calcola MRd Domina: M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Cal. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Ed}^+ = + 1639 \text{ kN*m}$$

$$M_{Rd}^+ = + 2798 \text{ kN*m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,59 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

Taglio

Si procede alla verifica del taglio nella zona di estremità della passerella:

$$V_{Ed} = 552 \text{ kN}$$

In assenza di armatura a taglio si ha:

$$V_{Rd1} = 232 \text{ kN} < V_{Ed}$$

Considerando pertanto l'armatura a taglio predisposta pari a  $A_{st} = 33,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $30\varnothing 12 / \text{m}$ ) si ricava:

$$V_{Rd2} = 764 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 0,72$$

La verifica risulta soddisfatta

## 4.4.2 Soletta

### 4.4.2.1 Sollecitazioni

#### Carichi

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### Sollecitazioni

Considerando il caso più gravoso di carico concentrato sulla parte a mensola della soletta si ricava:

$$M_G = - 3,75 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_Q = - 1,0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$\gamma_G \cdot M_G + \gamma_Q \cdot M_Q = - 6,4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$T_G = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$T_Q = 2,0 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G \cdot T_G + \gamma_Q \cdot T_Q = 12,75 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = -6,4 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$T_{\max} = 12,75 \text{ kN/m}$$

#### 4.4.2.2 Verifiche

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

##### Momento flettente

Si procede alla verifica del momento max su appoggio

Verifica CA SLU - FLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTG 2008

Titolo: [ ]

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	18

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	4
2	3.93	14

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN

M xEd 0 kNm

M yEd 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C25/30

$E_{cu}$  37.5 %  $E_{c2}$  2 %

$f_{yd}$  391.3 N/mm²  $E_{cu}$  3.5

$E_s$  210.000 N/mm²  $f_{cd}$  11.7

$E_s/E_c$  19  $f_{co}/f_{cd}$  0.8 7

$E_{syd}$  1.957 %  $\sigma_{c,adm}$  9.75

$\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6

$\tau_{cl}$  1.829

M xRd -31.35 kNm

$\sigma_c$  -14.17 N/mm²

$\sigma_s$  391.3 N/mm²

$\epsilon_c$  3.5 %

$\epsilon_s$  13.57 %

d 14 cm

x 2.87 x/d 0.205

$\delta$  0.7

Tipologia sezione

Rettan.le Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

SLU SLU

Metodo

Rotta Deviato

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

GENOVA

$$M_{Ed}^+ = - 6,40 \text{ kN*m/m}$$

$$M_{Rd}^+ = - 31,35 \text{ kN*m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,20 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

### Taglio

Si procede alla verifica del taglio nella zona di estremità della passerella:

$$V_{Ed} = 12,75 \text{ kN}$$

In assenza di armatura a taglio si ha:

$$V_{Rd1} = 79 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed}/V_{Rd} = 0,16$$

La verifica risulta soddisfatta

## **4.4.3 Mensola**

### **4.4.3.1 Sollecitazioni**

#### Carichi

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### Sollecitazioni

Considerando il caso più gravoso di carico distribuito sulla passerella si ricava:

$$M_G = -630 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = -195 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\gamma_G \cdot M_G + \gamma_Q \cdot M_Q = -1112 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$T_G = 574 \text{ kN}$$

$$T_Q = 176 \text{ kN}$$

$$\gamma_G \cdot T_G + \gamma_Q \cdot T_Q = 1010 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = -1112 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$T_{\max} = 1010 \text{ kN}$$

#### 4.4.3.2 Verifiche

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

##### Momento flettente

Si procede alla verifica del momento max su appoggio

**VERBA CASULI - Elementi precastati**

File Materiali Options Visualizza Progetto Secc. Rett. Secc. Normativa NTC2008

Titolo: **Mensola per traliccio cabina elettrica Arco**

N° Vertici **6** Zoom N° base **12** Zoom

N°	x (cm)	y (cm)	N°	As (cm²)	x (cm)	y (cm)
1	0	0	2	1.54	5	5
2	50	0	3	1.54	15	5
3	50	120	4	1.54	35	5
4	20	120	5	1.54	45	5
5	20	195	6	4.52	5	115
6	0	195				

Sollecitazioni: S.I.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> **0** kN  
M<sub>Ed</sub> **-1112** kNm  
M<sub>yEd</sub> **0**

P.to applicazione N: Centro Baricentro c/c  
Coord. (cm) xN **0** yN **0**

Tipologia: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C35/45

$\epsilon_{cu}$  **375** ‰  $\epsilon_{c2}$  **2** ‰  
 $f_{yd}$  **351.3** N/mm²  $\epsilon_{cu}$  **15**  
 $E_s$  **200000** N/mm²  $I_{cd}$  **1983**  
 $E_s/E_c$  **15**  $I_{cc}/I_{cd}$  **100** P  
 $\epsilon_{pyd}$  **1.957** ‰  $\sigma_{c,adm}$  **13.5**  
 $\sigma_{s,adm}$  **255** N/mm²  $\tau_{co}$  **0.8**  
 $\tau_{c1}$  **2.257**

M<sub>xEd</sub> **-1.720** kNm  
M<sub>yEd</sub> **106.1** kNm  
 $\sigma_c$  **-19.83** N/mm²  
 $\sigma_s$  **331.3** N/mm²  
 $\epsilon_c$  **3.5** ‰  
 $\epsilon_s$  **32.51** ‰  
d **150** cm  
x **14.58** m/d **0.09721**  
b **0.7**

angolo asse neutro  $\theta^\circ$  **0**

Calcolo MRd Dominio Mx-My

☐ Precompresso

$$M_{Ed}^+ = -1112 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_{Rd}^+ = -1720 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,65 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

### Taglio

$$V_{Ed} = 1010 \text{ kN}$$

Trattandosi di mensola tozza la verifica a taglio risulta automaticamente verificata dalla presenza di sufficiente armatura in trazione a lembo superiore.

#### 4.4.3.3 Appoggi

Di seguito si riporta il calcolo dei carichi verticali ed orizzontali ultimi sugli appoggi sia in condizioni statiche che sismiche.

#### 4.4.3.4 Condizioni statiche

Il peso proprio e i carichi permanenti sull'impalcato risultano i seguenti:

$$\text{Trave prefabbr. e soletta: } G = (11,6 + 13,5) \cdot 14,9 = 375 \text{ kN}$$

$$\text{Pavimentazione: } G = 9 \cdot 14,9 = 135 \text{ kN}$$

$$\text{Totale carichi permanenti: } G = 510 \text{ kN}$$

$$\text{Sovraccarico accidentale: } Q = 4 \cdot 3 \cdot 14,9 = 180 \text{ kN}$$

$$\text{Totale carichi accidentali: } Q = 180 \text{ kN}$$

Pertanto in condizioni statiche le reazioni massime calcolate cautelativamente solo su 14 appoggi risultano le seguenti:

$$N_{SLU} = (1,3 \cdot 510 + 1,5 \cdot 180) / 2 = 467 \text{ kN/appoggio}$$

#### 4.4.3.5 Condizioni sismiche

Si analizza sismicamente l'impalcato con un'analisi statica lineare assumendo che l'impalcato sia rigidamente vincolato alla sovrastruttura di banchina, quindi facendo riferimento alla relazione sismica si considera un'accelerazione pari a:

$$S_e = 0,1 \text{ g}$$

Da cui considerando un fattore di correlazione per i carichi accidentali pari a 0,8 si ricava una forza sismica orizzontale sul piano dell'impalcato pari a:

$$F_h = S_e * W = 0,1 * (510 + 0,8*180) = 66 \text{ kN}$$

Con riferimento a quanto prescritto dalla normativa si sono assunte le seguenti combinazioni sismiche:

$$F_{E,y} = \pm 66 \text{ kN}$$

$$F_{E,x} = \pm 0,3*66 = 20 \text{ kN}$$

$$F_{E,x} = \pm 66 \text{ kN}$$

$$F_{E,y} = \pm 0,3*66 = 20 \text{ kN}$$

Di conseguenza i carichi orizzontali ultimi di carattere sismico sugli appoggi nelle due condizioni risultano i seguenti:

$$R_{E,y} = \pm 66/2 = 33 \text{ kN}$$

$$R_{E,x} = \pm 0,3*66 / 2 = 10 \text{ kN}$$

$$R_{E,x} = \pm 66/2 = 33 \text{ kN}$$

$$R_{E,y} = \pm 0,3*66 / 2 = 10 \text{ kN}$$

Per cui componendo le reazioni si ricava un'azione di tagli massimo sugli appoggi fissi in banchina pari a:

$$N_{SLU} = (1,3 * 510 + 1,5 * 180 * 0,8) / 2 \quad \quad \quad \mathbf{440 \text{ kN/appoggio}}$$

$$V_{SLV} = \text{radq} (33^2 + 10^2) = \quad \quad \quad \mathbf{35 \text{ kN/appoggio}}$$

## 4.5 Dimensionamento parabordo

L'energia trasmessa dall'imbarcazione è data dalla seguente espressione

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = 33,75 \text{ kNm}$$

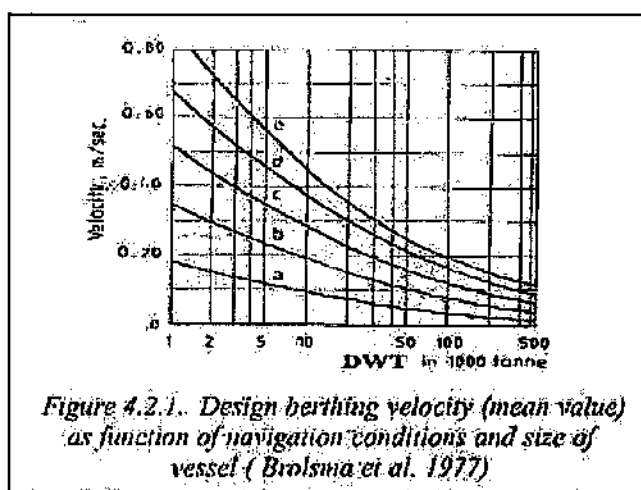
essendo

$$m = 3.000 \text{ t}$$

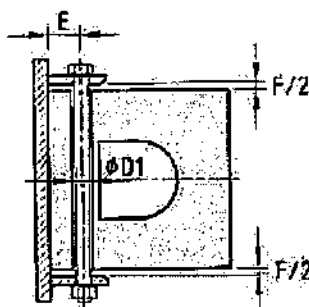
$$v = 0,15 \text{ m/s}$$

dislocamento

velocità di accosto secondo AIPCN

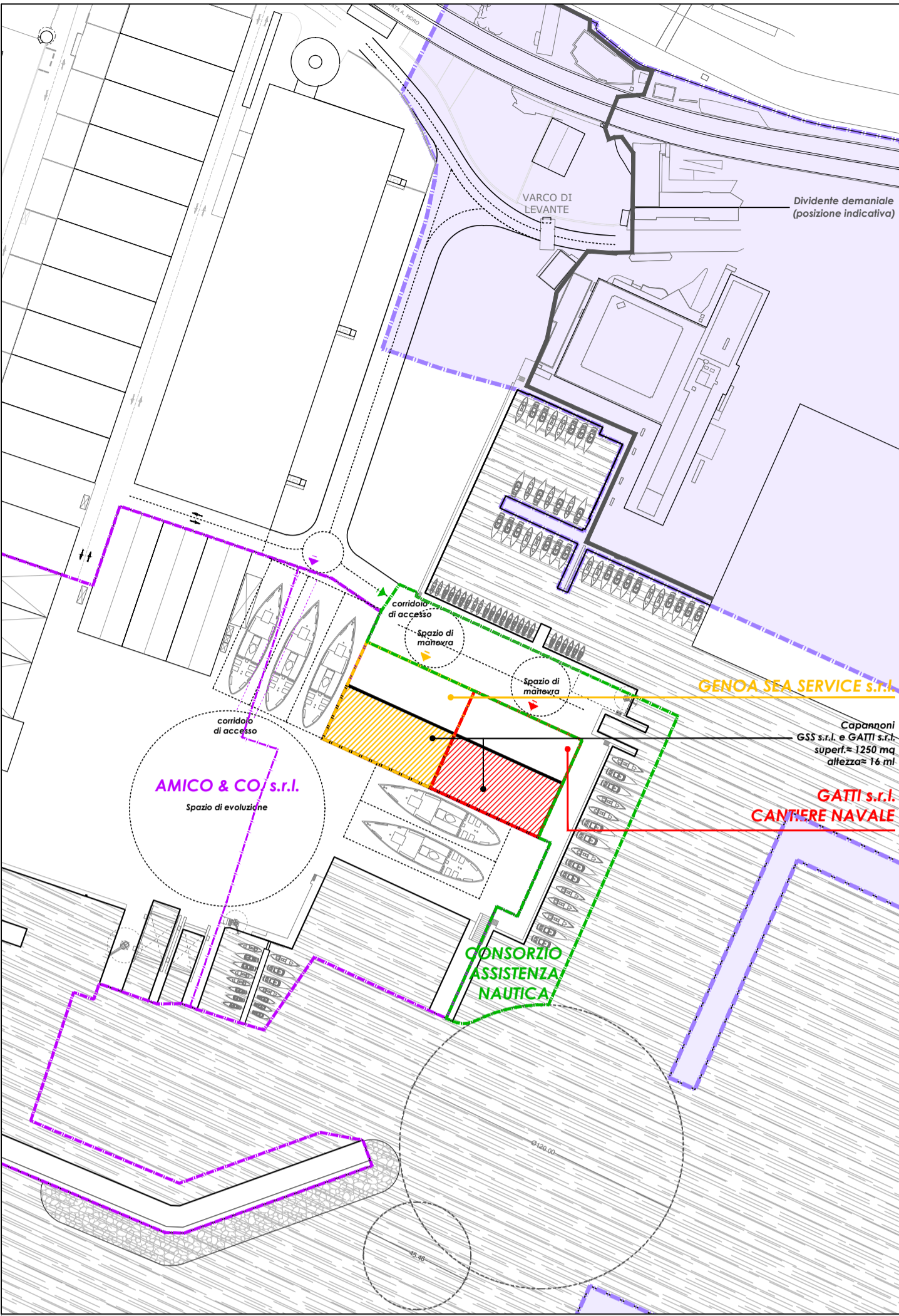


Si considera che l'energia venga assorbita da un parabordo a sezione quadrata come indicato nella figura che segue, in grado di assorbire un'energia di 34,3 kNm e con una reazione trasmessa di 471 kN.



# SD FENDER DIMENSIONS AND PERFORMANCE VALUES

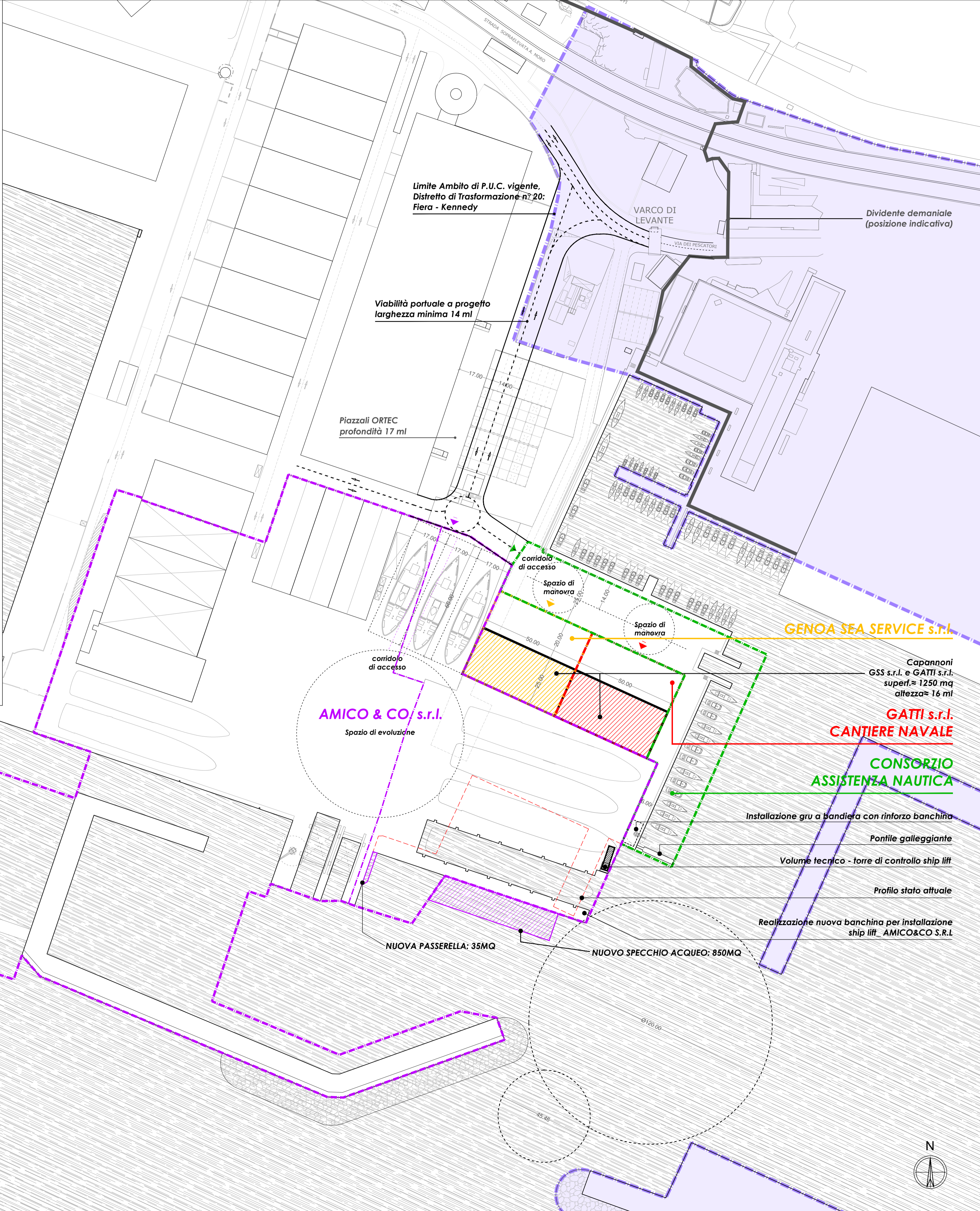
H [mm]	B [mm]	C [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	E [mm]	F [mm]	J* [mm]	ED* [mm]	Flat Bar [mm]	An- chors	Weight [kg/m]	Energy [kJm]	Reaction [kN]
100 x 100	25.0	30	18	24	25	10	200-300	90-130	40 x 5	M12	9.5	2.7	136
150 x 150	37.5	40	24	32	30	12	250-350	110-150	50 x 8	M16	22.1	6.4	206
200 x 200	50.0	50	30	40	45	15	300-400	130-180	70 x 10	M20	38.7	11.3	275
250 x 250	62.5	60	36	48	50	20	350-450	140-200	90 x 12	M24	59.3	17.6	343
300 x 300	62.5	60	36	48	50	25	350-450	140-200	100 x 12	M24	73.0	25.5	412
350 x 350	75.0	75	45	60	60	25	350-450	140-200	100 x 15	M30	89.3	34.3	471
400 x 400	100.0	75	45	60	80	30	350-450	140-200	150 x 15	M30	148.5	45.2	589
500 x 500	125.0	90	54	72	90	40	400-500	160-230	180 x 20	M36	232.1	70.7	736



LAYOUT DELLE CONCESSIONI DEMANIALI - ACCORDO SOSTITUTIVO GIUGNO 2017_ scala 1:2000	
	Aree in concessione al Consorzio Assistenza Nautica
	Aree in concessione alla ditta Amico & CO. s.r.l.
	Aree in concessione alla ditta Gatti s.r.l.
	Aree in concessione alla ditta Genoa Sea Service s.r.l.

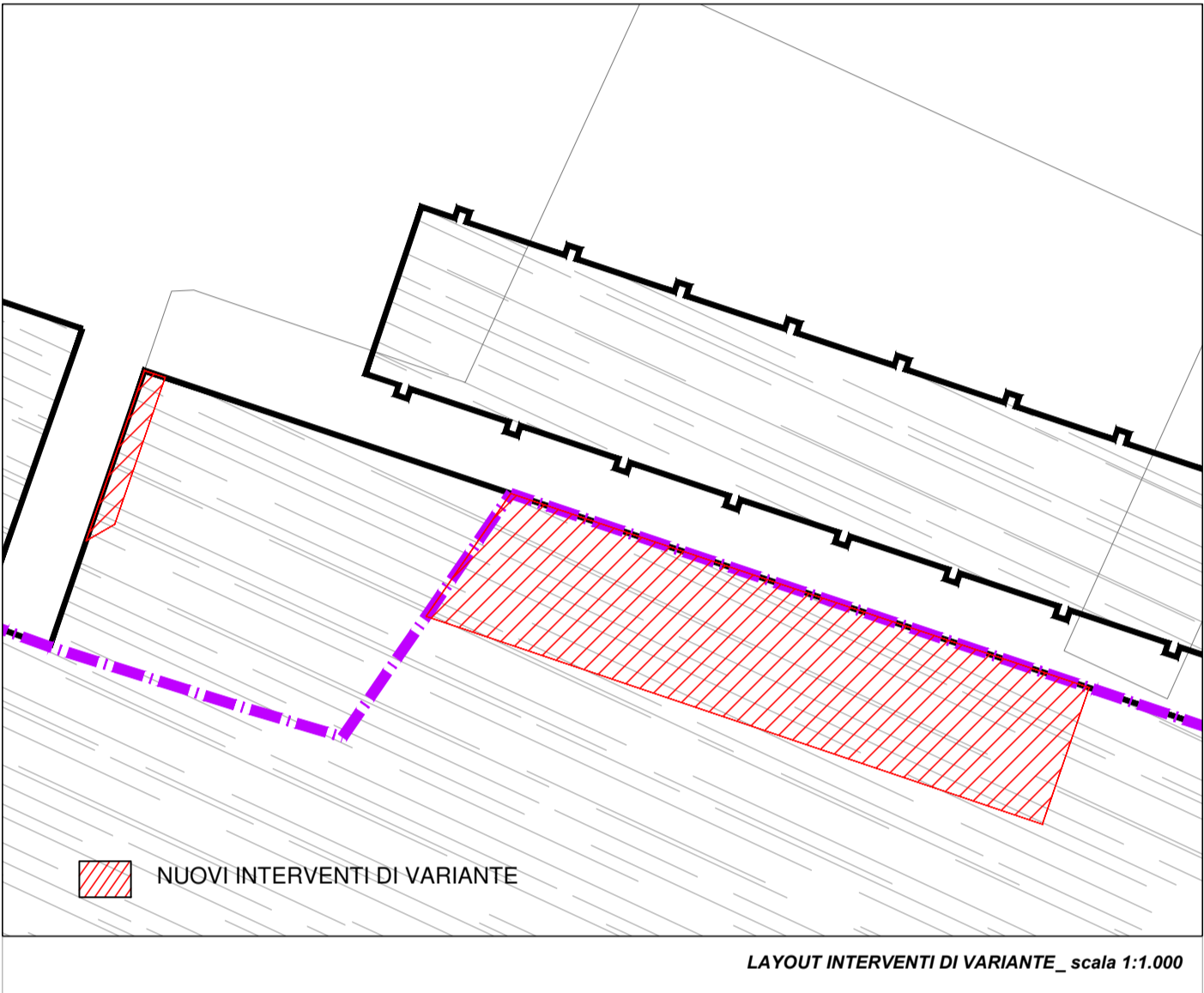
(\*) NOTA:  
Si precisa che le superfici a progetto sono desunte dagli elaborati grafici e che dovranno essere perfezionate con rilievi e verifiche topografiche in sede di progettazione definitiva

LAYOUT DELLE CONCESSIONI DEMANIALI - PROGETTO	
	Aree richieste in concessione dal Consorzio Assistenza Nautica
	Aree richieste in concessione alla ditta Amico & CO. s.r.l.
	Aree richieste in concessione dalla ditta Gatti s.r.l.
	Aree richieste in concessione dalla ditta Genoa Sea Service s.r.l.



	Aree in concessione ACCORDO SOSTITUTIVO 21 GIUGNO 2017	Aree in concessione PROPOSTA DI MODIFICA interventi ultimati	Δ (Aree richieste - aree ACCORDO SOSTITUTIVO)
Amico & CO. s.r.l. (aree in estensione alla contigua attività)	Superficie scoperta 9.590 mq	Superficie scoperta 11.824 mq	Superficie scoperta + 2.014 mq
	Superficie coperta DR + FR 0,00 mq	Superficie coperta DR + FR 0,00 mq	Superficie coperta DR + FR + 0,00 mq
	Superficie specchi acquei 3.797 mq	Superficie specchi acquei 2.393 mq	Superficie specchi acquei - 1.404 mq
	Totale mq a terra 9.590 Tot. mq a mare 3.797	Totale mq a terra 11.824 Tot. mq a mare 2.393	Totale mq a terra + 2.234 Tot. mq a mare - 1.404
Consorzio Assistenza Nautica del Porto di Genova	Superficie scoperta 4.053 mq	Superficie scoperta 3.835 mq	Superficie scoperta - 218 mq
	Superficie coperta 0,00 mq	Superficie coperta 0,00 mq	Superficie coperta + 0,00 mq
	Superficie specchi acquei 3.399 mq	Superficie specchi acquei 2.363 mq	Superf. specchi acquei - 1.036 mq
	Totale mq a terra 4.053 Totale mq a mare 3.399	Totale mq a terra 3.835 Totale mq a mare 2.363	Totale mq a terra - 218 Totale mq a mare - 1.036
Gatti s.r.l.	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta + 0,00 mq
	Superficie coperta DR 1.250 mq	Superficie coperta DR 1.250 mq	Superficie coperta + 0,00 mq
	Totale mq a terra 2.250 Totale mq a mare 0,00	Totale mq a terra 2.250 Totale mq a mare 0,00	Totale mq a terra + 0,00 Totale mq a mare + 0,00
	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta + 0,00 mq
Genoa Sea Service s.r.l.	Superficie scoperta DR 1.250 mq	Superficie scoperta DR 1.250 mq	Superficie scoperta + 0,00 mq
	Superficie specchi acquei 0,00 mq	Superficie specchi acquei 0,00 mq	Superficie specchi acquei 0,00 mq
	Totale mq a terra 2.250 Totale mq a mare 0,00	Totale mq a terra 2.250 Totale mq a mare 0,00	Totale mq a terra + 0,00 Totale mq a mare + 0,00
	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta 1.000 mq	Superficie scoperta + 0,00 mq

NOTA BENE: tutte le superfici dovranno essere verificate tramite rilievi topografici di dettaglio e perfezionate in sede di predisposizione dei modelli ministeriali D1



## AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE

RICHIEDENTI :  
CONSORZIO ASSISTENZA NAUTICA DEL PORTO DI GENOVA  
GATTI S.R.L. CANTIERE NAVALE  
GENOA SEA SERVICE S.R.L.  
AMICO & CO. S.R.L.

PROGETTO :  
\_ AREE DI LEVANTE \_  
**PROPOSTA DI MODIFICA DELL'ACCORDO SOSTITUTIVO  
DI CONCESSIONE DEMANIALE (REG. N. 3/2017 - 987)  
AFFERENTE LE AREE SITE NEL C.D. "COMPENDIO DI  
LEVANTE" DEL PORTO DI GENOVA**

	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO
4			
3			
2			
1			
0			

titolo elaborato: **REALIZZAZIONE NUOVA PASSERELLA IN RADICE E NUOVO SPECCHIO ACQUEO  
A SUD DEL PONTILE SHIPLIFT**

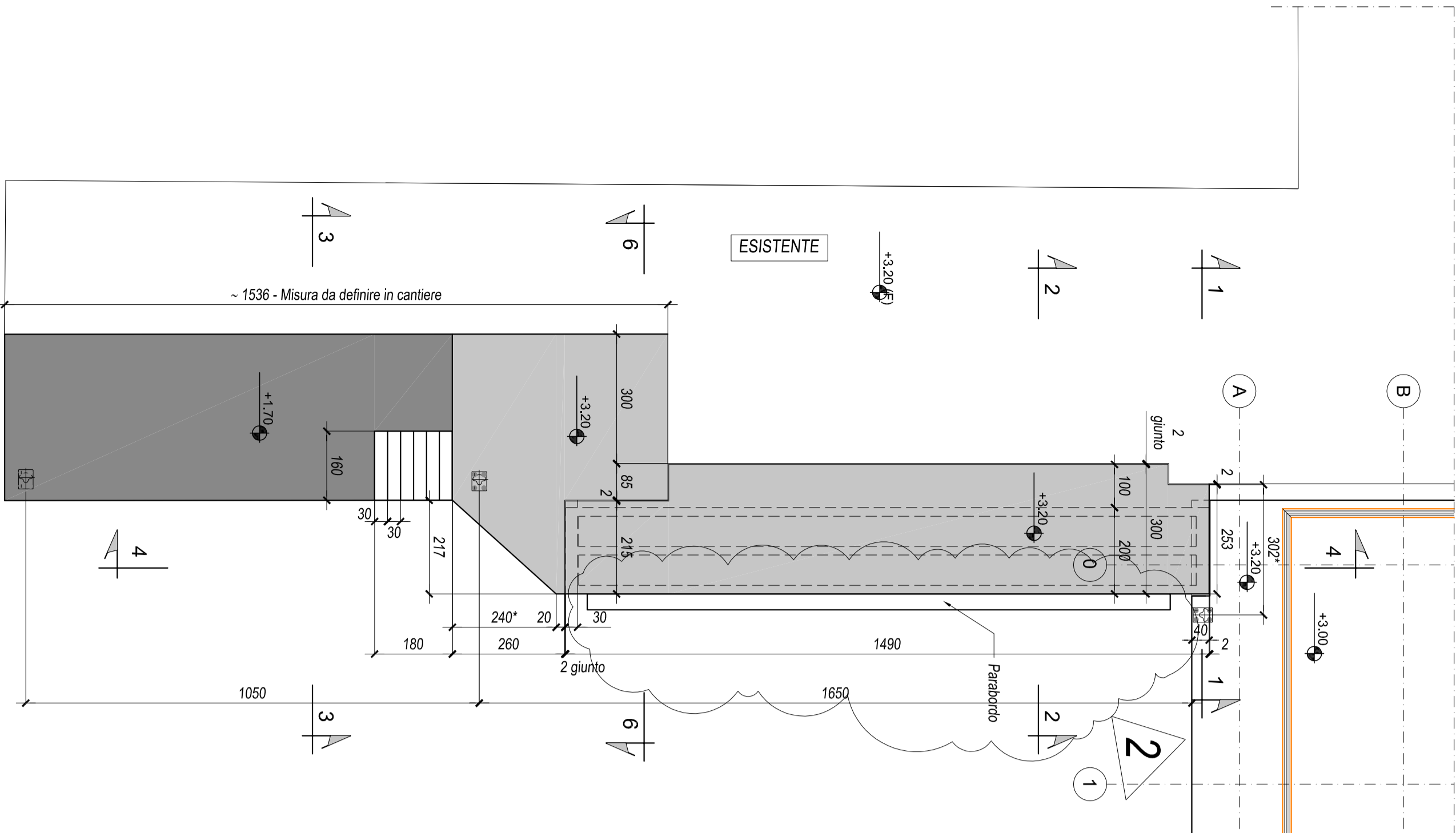
data: ottobre 2019	scala: 1:1.000	nome file: 100_TAVV BC_191015.dwg
--------------------	----------------	-----------------------------------

progettati:  
**TAV. N° B2** interventi di variante  
Studio di progettazione 2P  
arch. Daniele Pastorelli  
Villani Carenzo Building Workshop  
arch. Mattia Villani

Studio di Progettazione   
Dott. Arch. D. PASTORELLI  
16121 GENOVA  
Via Galea 35/9  
TEL. +39 010 5616339  
FAX. +39 010 5650006  
e-mail: pastorelli@spn.it  
VCBW villani carenzo building workshop  
arch. mattia villani & arch. marco carenzo associati p.j.via 01545960997 info@vcbw.it  
14039 SESTRI LEVANTE  
Via Elico 32/1  
TEL. +39 0185 42685  
FAX. +39 0185 465144

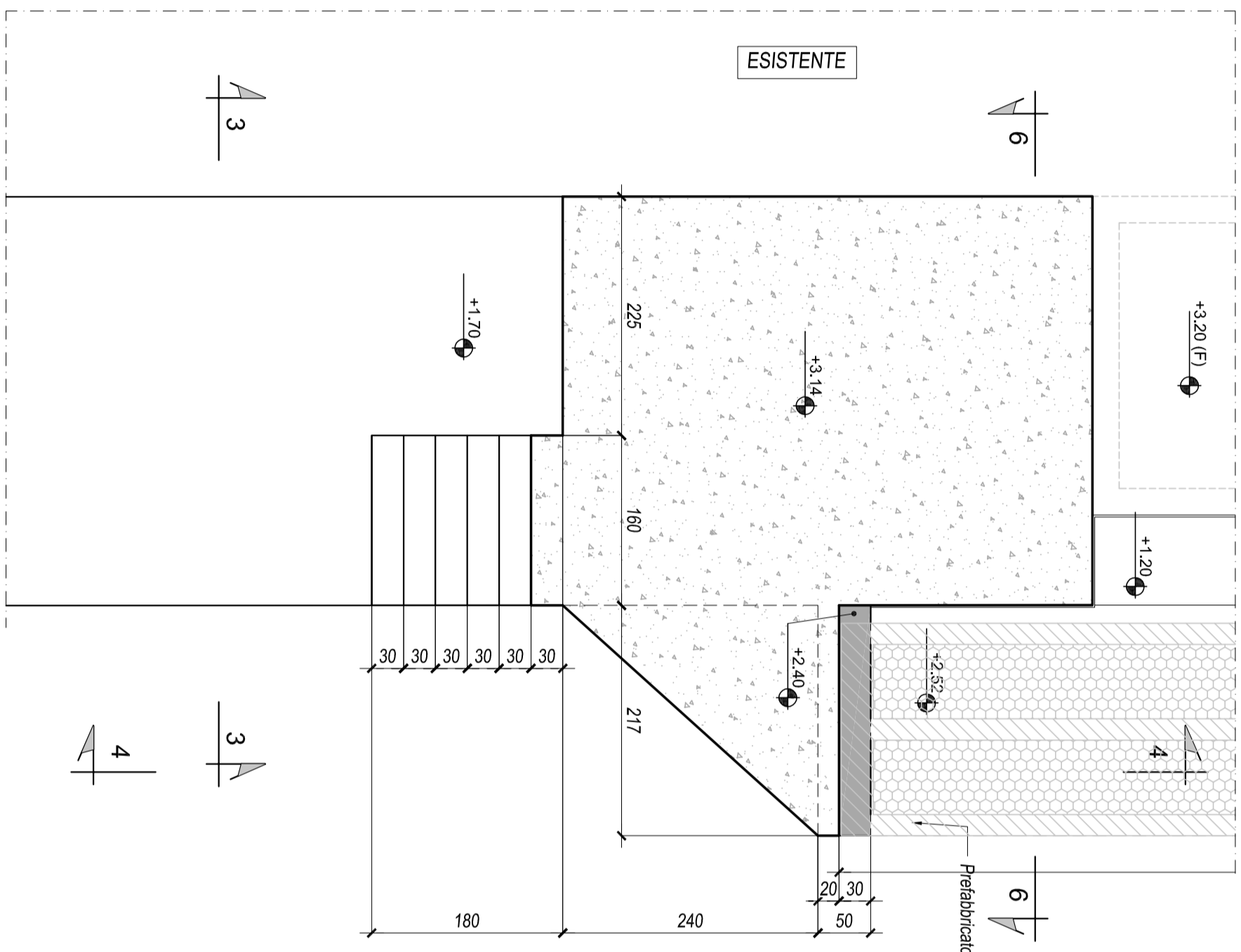
PIANTA DEL FINITO

scala 1:100



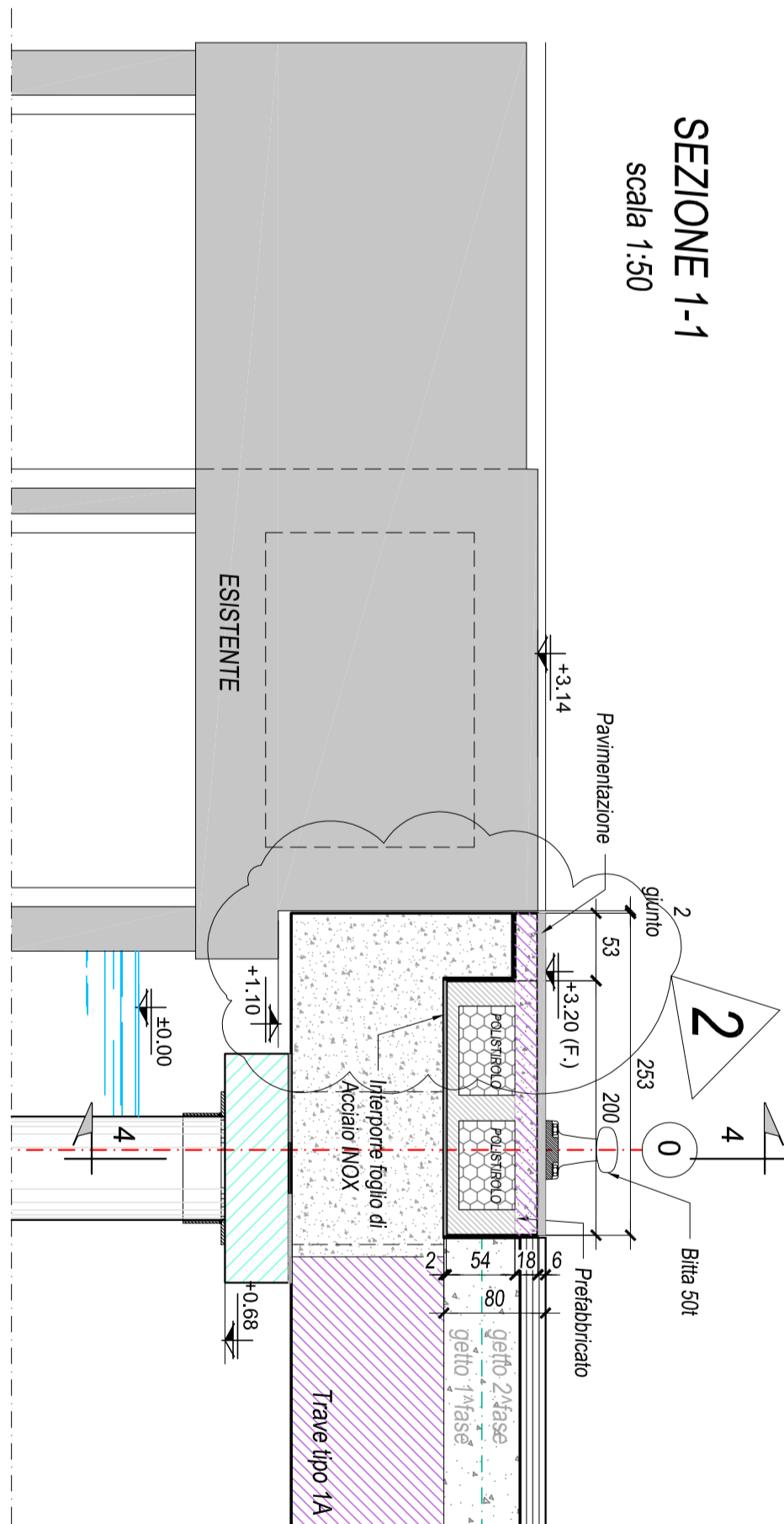
PIANTA A Q.la +3.14

scala 1:50



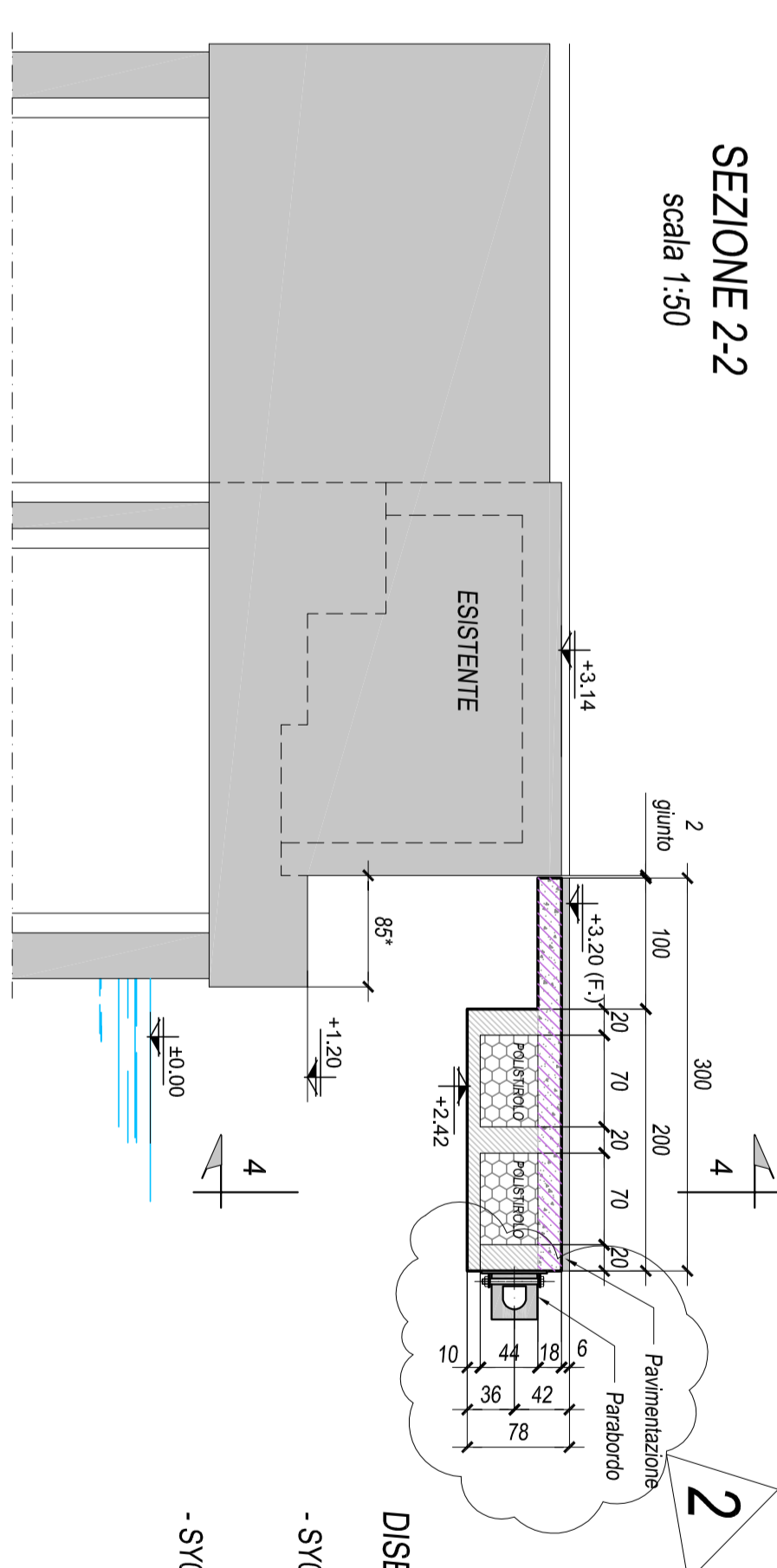
SEZIONE 1-1

scala 1:50



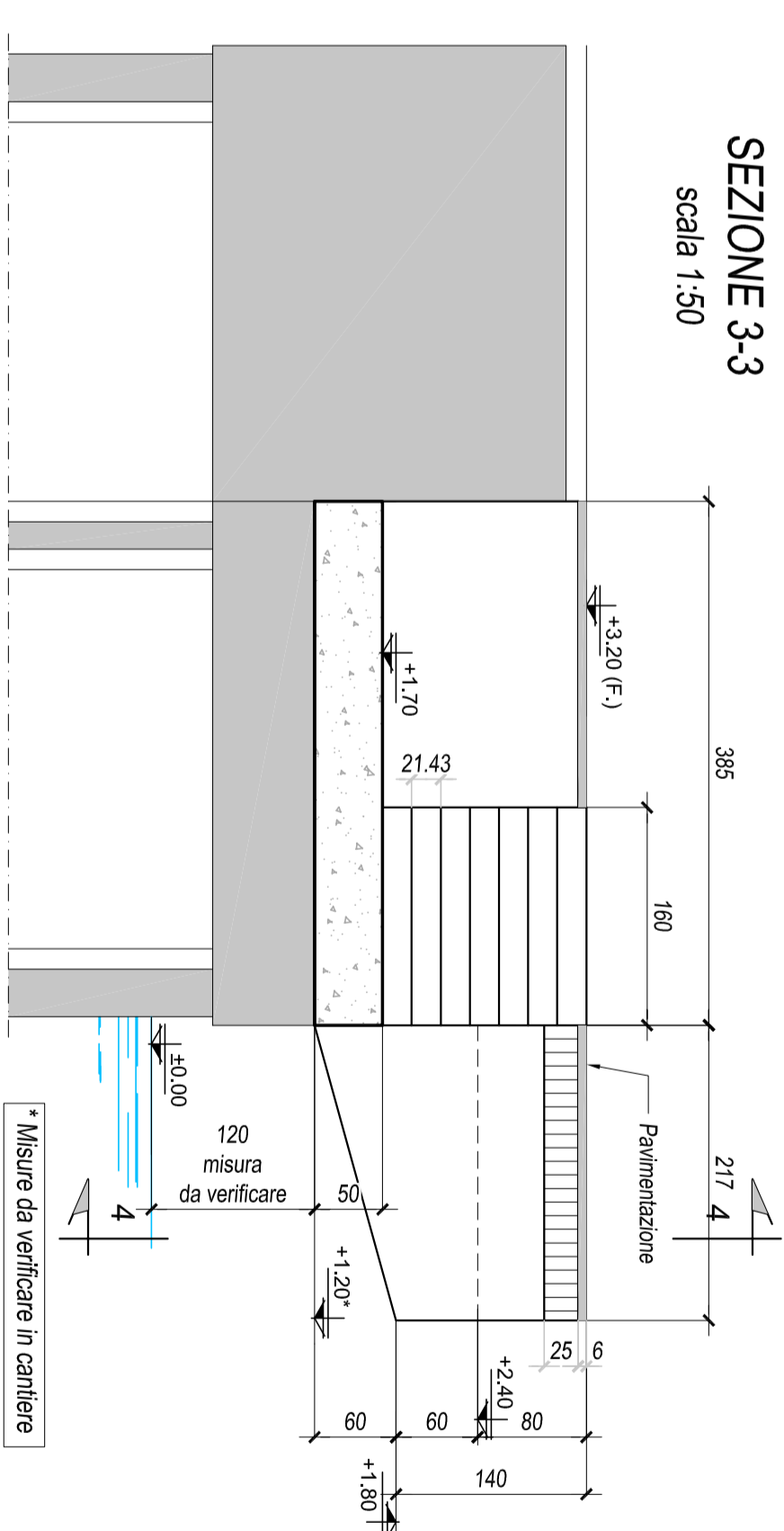
SEZIONE 2-2

scala 1:50



SEZIONE 3-3

scala 1:50



DISEGNI DI RIFERIMENTO:

- SY060668 673 - ZONA CABINA ELETTRICA - PASSERELLA
- SEZIONI TIPICHE SOVRASTRUTTURA
- SELLA PREFABBRICATA - ARMATURA
- SY060668 674 - ZONA CABINA ELETTRICA - PASSERELLA
- TRAVE PREFABBRICATA CARP - ARM.
- CARPENTERIA

NOTE:

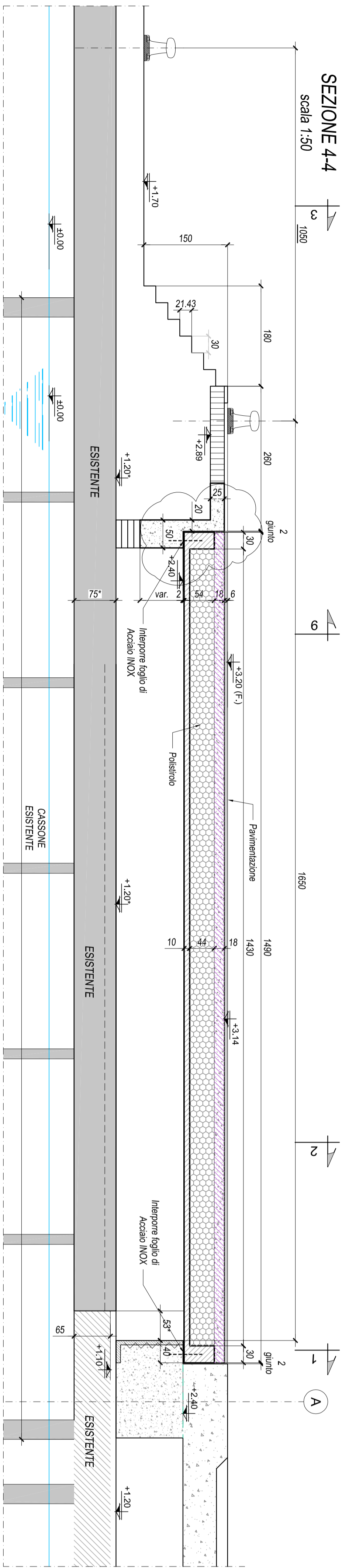
- Calcestruzzo per c.a. classe C 35/45
- Classe di esposizione XS3
- Acciaio per c.a. B 450 C
- Acciaio per carpenterie S275JR
- Copriferro min. 4 cm.

NOTA BENE:

- TUTTE LE MISURE SONO DA VERIFICARE IN CANTIERE
- \* MISURE DA DEFINIRE

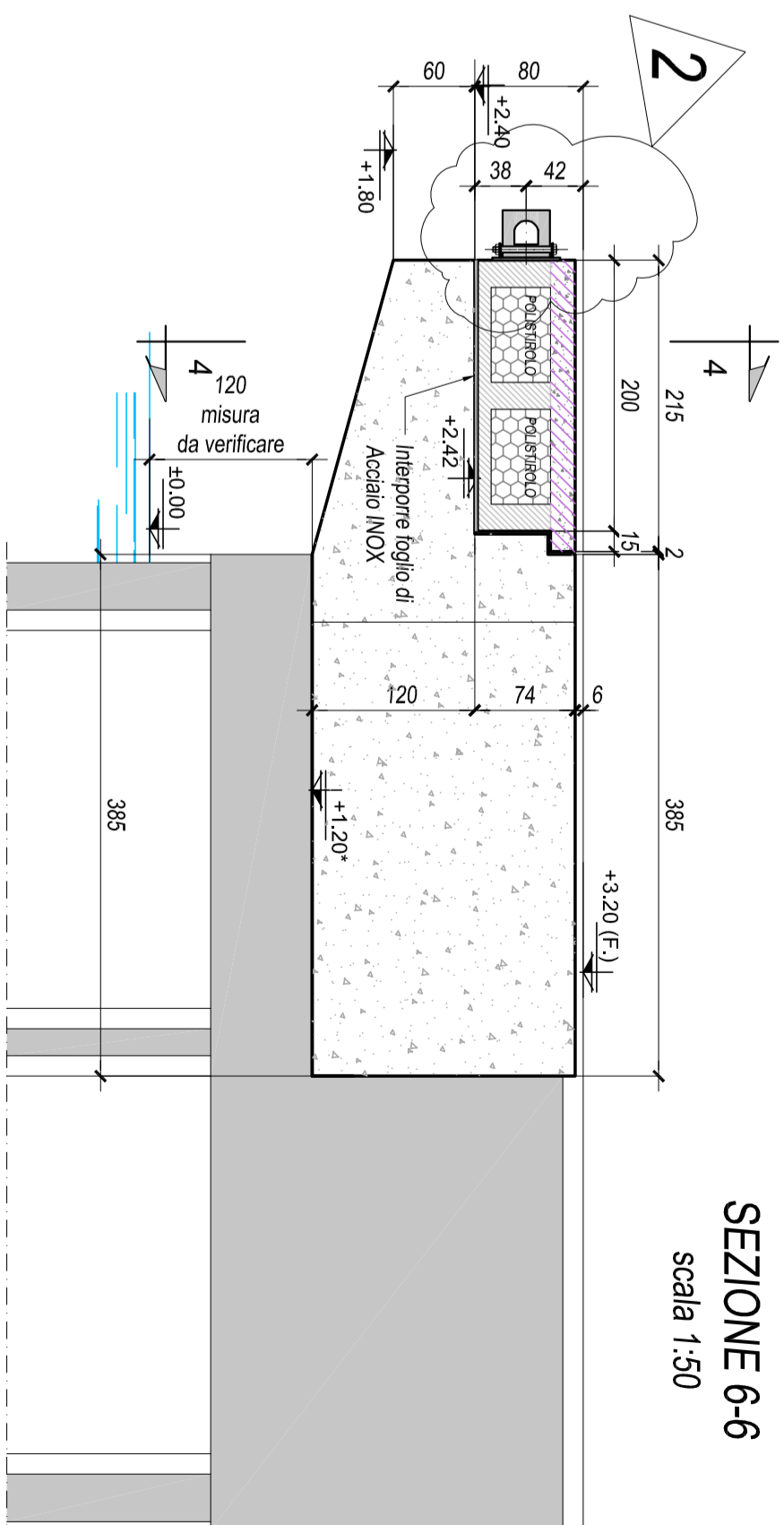
SEZIONE 4-4

scala 1:50



SEZIONE 6-6

scala 1:50



1	EMISSIONE PROGETTO DI VARIANTE	BALLERINI	2019/09/10	E.T. - Ballerini
2	REVISIONATO DOVE INDICATO	BALLERINI	2019/11/10	E.T. - Ballerini
3				
4				
5				
6				

Scale  
come indicato

PORTO COMMERCIALE DI GENOVA  
CANTIERI NAVALI AMICO & CO  
VIA DEI PESCATORI, 16 (ITA)

SOLLEVAMENTO NAVI cap. 4000 t e TRASPORTATORE SU ROTAIA  
DARSENA DI SOLLEVAMENTO  
ZONA CABINA ELETTRICA - PASSERELLA



**SY 060668 RPT 017**

Via dei Pescatori, GENOA (ITA)

01	2019-09-25	ISSUE	STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

PROJECT: **SY 060668: NUOVO IMPIANTO SOLLEVAMENTO NAVI SHIPLIFT E TRASPORTATORE DI RIMESSAGGIO SU ROTAIA LAND CARRIER - PORTATA MASSIMA DI SOLLEVAMENTO 4000 t**

**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE PASSERELLA CABINA ELETTRICA**

– AMICO&Co – Genoa (ITA)


**PROGETTO DI VARIANTE**

**DOCUMENT CONTENT**

Darsena di sollevamento  
Relazione di calcolo strutture BANCHINA E IMPALCATO NORD

**TOTAL PAGES**

**34**

<b>DESIGN BY STUDIO BALLERINI</b>		<b>ES</b>	<b>Aut. No.</b>	-----
<b>APPROVED BY</b>	<b>ES</b>	<b>CIVIL ENGINEERED BY</b>	<b>PdC No.</b>	-----
<b>STUDIO BALLERINI</b> <b>INGEGNERI ASSOCIATI</b> Dott. Ing. Bruno Ballerini – Dott. Ing. Enrica Ballerini			<b>AUTORITÀ DI</b> <b>SISTEMA PORTUALE</b> <b>MARE LIGURE</b> <b>OCCIDENTALE</b>	 <b>PORTS of</b> <b>GENOA</b> <small>THE SOUTHERN GATEWAY TO EUROPE</small> <small>Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale</small>

## INDICE

<b>1. PREMESSE</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
<b>3. MODELLI ADOTTATI E CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA</b>	<b>8</b>
3.1 Ipotesi generali	8
3.2 Metodi di analisi e verifica	8
<b>4. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Definizione delle azioni</b>	<b>10</b>
4.1.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ )	10
4.1.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ )	11
4.1.3 Azioni variabili ( $Q_i$ )	11
4.1.3.1 Carichi verticali distribuiti su passerella	11
4.1.3.1 Carichi verticali concentrati su passerella	11
<b>4.2 Combinazioni delle azioni</b>	<b>12</b>
4.2.1 Stato Limite Ultimo	13
4.2.2 Stato Limite di Esercizio/Danno	14
<b>4.3 Verifiche nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE)</b>	<b>15</b>
4.3.1 Passerella	15
4.3.1.1 Prima fase (prefabbricato in configurazione transitoria)	15
4.3.1.2 Seconda fase (prefabbricato in configurazione finale)	17
4.3.2 Soletta	20
4.3.2.1 Sollecitazioni	20
4.3.2.2 Verifiche	20
4.3.3 Mensola	21
4.3.3.1 Sollecitazioni	21
4.3.3.2 Verifiche	22
<b>4.4 Verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU/SLV)</b>	<b>24</b>
4.4.1 Passerella	24
4.4.1.1 Prefabbricato in configurazione finale	24
4.4.2 Soletta	26
4.4.2.1 Sollecitazioni	26
4.4.2.2 Verifiche	27
4.4.3 Mensola	28
4.4.3.1 Sollecitazioni	28
4.4.3.2 Verifiche	29
4.4.3.3 Appoggi	31

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

DOTT. ING. BRUNO BALLERINI E DOTT. ING. ENRICA BALLERINI

GENOVA

4.4.3.4	Condizioni statiche	31
4.4.3.5	Condizioni sismiche	31
<b>4.5</b>	<b>Dimensionamento parabordo</b>	<b>33</b>

## 1. **PREMESSE**

Il presente progetto riguarda la realizzazione di una nuova passerella di servizio dei cantieri Amico & Co di Genova.

Il manufatto è previsto ubicato nella zona sud dei cantieri Amico&Co adiacente alla darsena dell'impianto di sollevamento.

L'impalcato è realizzato in cls armato e costruito con un elemento prefabbricato solidarizzato in opera poggiante su selle in cls realizzate sulle banchine esistenti.

L'impalcato est presenta una superficie complessiva di circa 45 mq.

**L'area della passerella è dimensionata per un sovraccarico distribuito di 4 kN/mq, o in alternativa per il transito di un carrello elevatore da 40kN.**

**Le aree dell'impalcato dovranno essere pertanto interdette al il transito e/o stazionamento di travel-lift gommati o di altri carichi pesanti non compatibili con il sovraccarico previsto a progetto.**

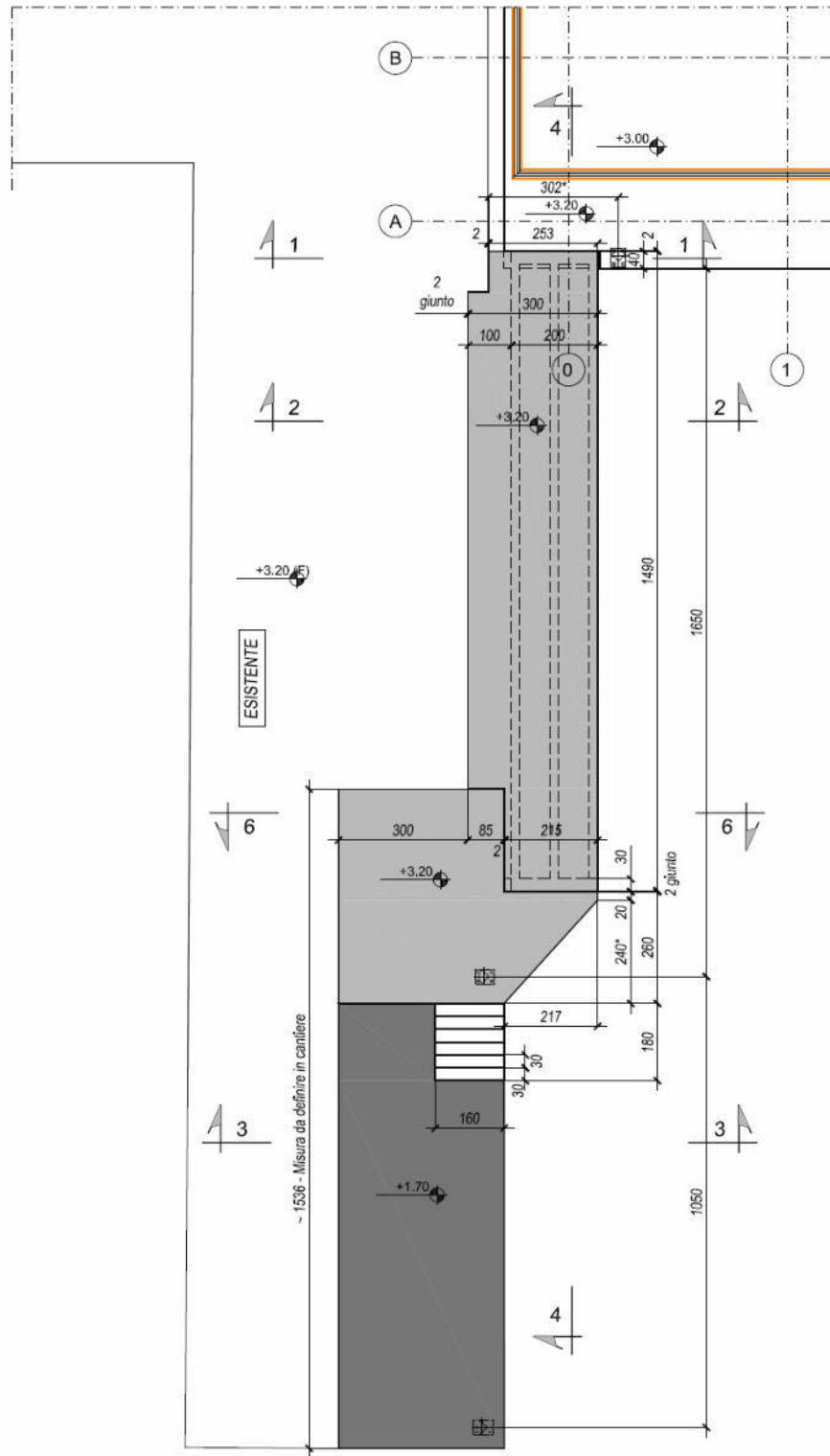
Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole di progetto allegate.

La presente relazione di calcolo illustra l'analisi e le verifiche condotte sulle strutture dell'impalcato in oggetto.

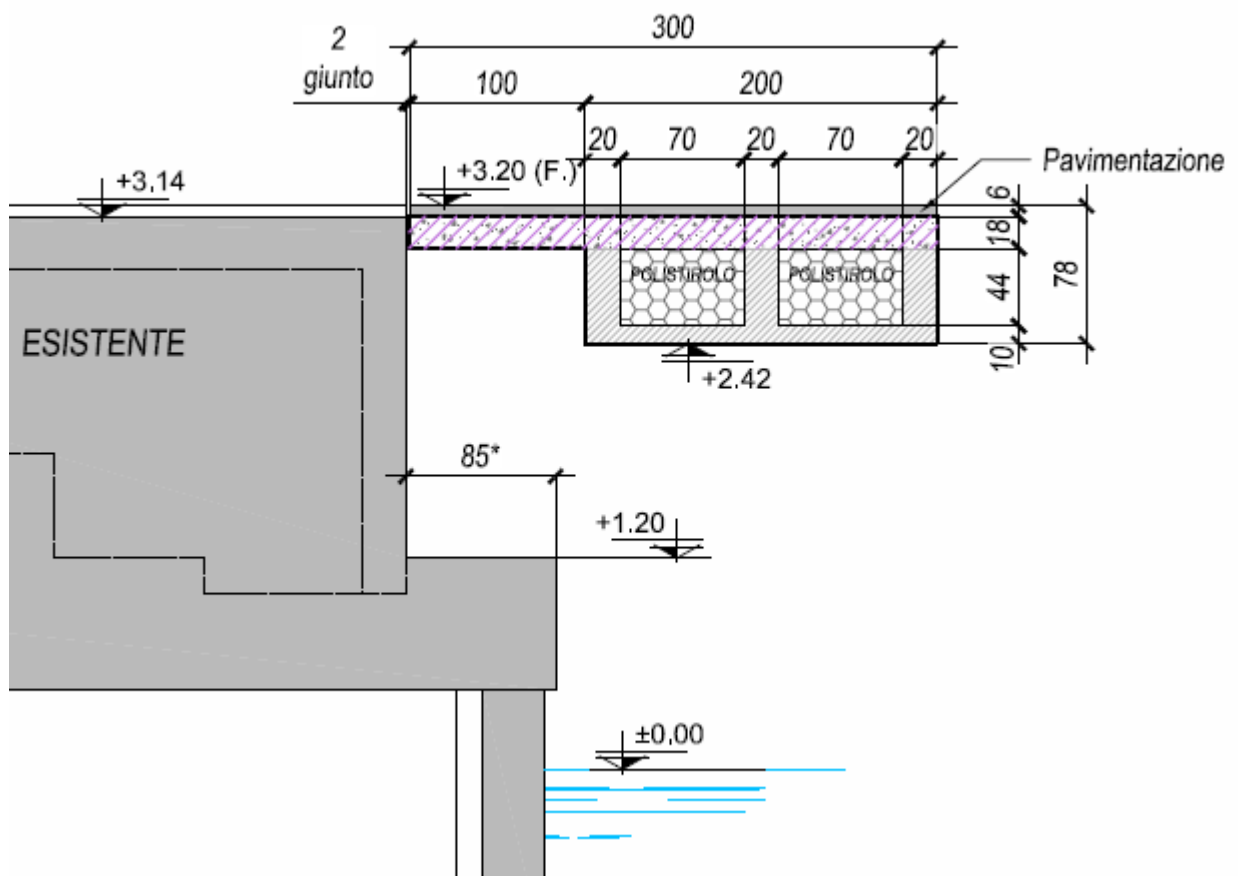
Le immagini di seguito riortate illustrano la geometria delle strutture.

# PIANTA DEL FINITO

scala 1:100



*Pianta del finito*



*Sezione trasversale passerella*

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **Legge n.1086 del 5/11/74:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- **D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **Circ. 21-01-2019:** “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

### **3. MODELLI ADOTTATI E CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA**

#### **3.1 Ipotesi generali**

I calcoli sono stati eseguiti a seguito di indagini esperite in sito secondo le regole della Scienza delle Costruzioni nel rispetto delle norme vigenti in materia.

Le verifiche degli elementi strutturali sono condotte con il metodo agli “Stati Limite”. Il sistema di misura usato nei calcoli è il Sistema Internazionale in cui si è ritenuta valida la relazione  $1 \text{ DaN} = 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$ . Circa le altre prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

I carichi, ove non direttamente forniti dal Committente, sono stati calcolati in base a quanto stabilito dalle normative vigenti.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo e ai calcoli geotecnici relativi alle opere di fondazione si fa riferimento a quanto meglio specificato nella relazione geologica e geotecnica allegate al progetto.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del sito e la definizione degli spettri di progetto si fa riferimento a quanto meglio specificato nella relazione sismica allegata al progetto.

#### **3.2 Metodi di analisi e verifica**

I calcoli sono stati eseguiti seguendo il metodo della scienza delle costruzioni basato sul principio del comportamento lineare del rapporto forze-deformazioni e le verifiche delle strutture sono state eseguite col metodo degli stati limite con riferimento alle normative vigenti.

Ai materiali di uso strutturale sono state attribuite le seguenti caratteristiche:

*Calcestruzzo (C35/45):*

$$E = 35000 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0,25$$

$$\rho_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

*Acciaio per c.a. B450c:*

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni dovute alle azioni orizzontali sismiche si è effettuata un'analisi statica lineare.

Gli appoggi sulle strutture esistenti sono stati assunti come cerniere fisse.

L'impalcato è previsto realizzati mediante fasi di getto successive a causa di esigenze costruttive; questa modalità esecutiva influisce sullo stato tensionale delle strutture e quindi sul metodo di calcolo da impiegare per il dimensionamento della struttura.

Si è proceduto pertanto a conurre un'analisi fase per fase ed alla conseguente verifica alle tensioni considerando la geometria della sezione variata rispetto alla fase precedente, sommando le tensioni delle fasi successive.

Le verifiche per le varie fasi del processo costruttivo sono state condotte con il metodo delle tensioni, mentre le verifiche agli SLU sono state eseguite nella configurazione finale.

Trattandosi di una struttura completamente appoggiata sulle strutture esistenti e che determina in fondazione sovraccarichi sicuramente non superiori al 10% oltre quelli attuali, si procede a verificare localmente le strutture.

## 4. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA

Le analisi sono state effettuate partendo dalle ipotesi riportate al punto precedente.

### 4.1 Definizione delle azioni

#### 4.1.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ )

Pesi unitari:

Calcestruzzo armato: 25 kN/m<sup>3</sup>

Peso proprio prefabbricato passerella: 11,6 kN/m

Peso proprio solettone (getto + lastrine):  $0,18 * 3 * 25 =$  13,5 kN/m

Peso proprio passerella gettata:  $11,6+13,5 =$  25,1 kN/m

#### **4.1.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ )**

Peso unitario pavimentazione:		3 kN/m <sup>2</sup>
Carico permanente passerella:	3*3 =	9 kN/m

#### **4.1.3 Azioni variabili ( $Q_i$ )**

##### **4.1.3.1 Carichi verticali distribuiti su passerella**

Carico accidentale distribuito:		4 kN/m <sup>2</sup>
Carico accidentale passerella:	4*3 =	12 kN/m

##### **4.1.3.1 Carichi verticali concentrati su passerella**

Carico accidentale concentrato:		40 kN
Striscia di carico:	3 m x 1 m =	3 m <sup>2</sup>

Il carico accidentale concentrato è considerato alternativo ed indipendente dal carico accidentale distribuito.

**Su questa passerella non è previsto il transito del Travel-Lift o di altri carichi non previsti dal presente progetto.**

## 4.2 Combinazioni delle azioni

Le singole azioni sono state combinate come prevede il D.M. 17/01/18 § 2.5

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per i valori dei coefficienti di combinazione si fa riferimento alla tabella seguente (tabella 2.5.I, NTC2018):

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 4.2.1 Stato Limite Ultimo

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_F \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

Le azioni vengono combinate facendo riferimento alla tabella 2.6.I delle NTC2018 dove per le azioni si sono considerati i seguenti coefficienti:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nelle quali combinazioni si è indicato con:

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;

$Q_i$  i valori caratteristici delle azioni  $Q_i$  variabili tra loro indipendenti;

## 4.2.2 Stato Limite di Esercizio/Danno

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

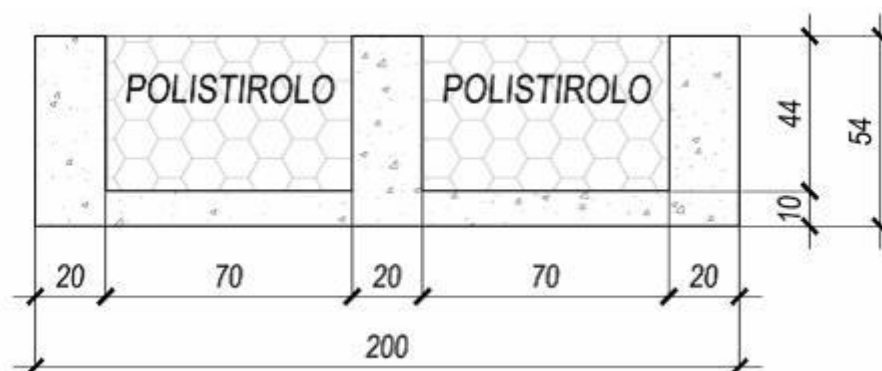
## 4.3 Verifiche nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE)

### 4.3.1 Passerella

La passerella è costituita da un impalcato realizzato con l'utilizzo di una trave prefabbricata gettata in opera con la soletta in seconda fase.

Lo schema statico utilizzato è quello di trave in semplice appoggio.

#### 4.3.1.1 Prima fase (prefabbricato in configurazione transitoria)



*Sezione trasversale trave prefabbricata*

Il prefabbricato presenta le dimensioni illustrate nell'immagine di cui sopra.

Le sollecitazioni sono calcolate su di una luce libera pari a 14,50 m.

Entro lo spessore della lastra di intradosso da 10 cm è prevista la disposizione di un'armatura di 13 Ø 24.

Il getto di completamento agente sul prefabbricato presenta un'altezza di 18 cm comprensivi dello spessore delle lastrine per una larghezza di 300cm.

### **Carichi 1°fase**

$$g_1 = (0,464 + 0,54) * 25 = 25,1 \text{ kN/m}$$

### **Sollecitazioni longitudinali**

Pertanto, per la trave con luce 14,50 m, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 25,1 * 14,5^2 / 8 = 660 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 25,1 * 14,5 / 2 = 182 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di esercizio si ottiene:

$$M_{\max} = 552 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 21 * 14,5 / 2 = 152 \text{ kN}$$

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm si ottiene:

$$M_{\max} = 660 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 182 \text{ kN}$$

#### 4.3.1.2 Seconda fase (prefabbricato in configurazione finale)

##### 4.3.1.2.1 Sollecitazioni

###### Carichi 2° fase

$$g_2 = 9 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 12 \text{ kN/m}$$

###### Sollecitazioni longitudinali

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 9 \cdot 14,5^2 / 8 = 273 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_Q = 12 \cdot 14,5 / 8 = 315 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_G + M_Q = 552 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_G = 9 \cdot 14,5 / 2 = 65 \text{ kN}$$

$$T_Q = 12 \cdot 14,5 / 2 = 87 \text{ kN}$$

$$T_G + T_Q = 152 \text{ kN/m}$$

Pertanto, nella condizione di esercizio si ottiene:

$$M_{\max} = 21 \cdot 14,5^2 / 8 = 552 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{\max} = 21 \cdot 14,5 / 2 = 152 \text{ kN}$$

##### 4.3.1.2.2 Verifiche

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture nella fase finale.

Sono previste sia armature all'interno delle lastre che integrative al di sopra, inoltre tra i getti sono previsti connettori.

Di seguito vengono riportate le verifiche sintetiche nella fase di esercizio con riferimento ai carichi di cui al punto precedente e facendo riferimento agli schemi strutturali di cui sopra.

Le verifiche sono effettuate a metro di struttura considerando sia l'armatura presente entro

il prefabbricato che quella integrativa disposta in seconda fase.

Per ulteriori dettagli si fa riferimento alle tavole di progetto.

#### 4.3.1.2.3 Passerella - Tabella riassuntiva per fasi

##### Momento positivo in campata

	$H_{tot}$	$M_{max}$	$\sigma_{s, inf}$	$\sigma_{s, sup}$	$W_k$	$\sigma_c$
			$A_s = 104 \text{ cm}^2$	$A_s = 40,7 \text{ cm}^2$		
<b>FASE</b>	[cm]	[kN*m/m]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[daN/cm <sup>2</sup> ]
<b>I°</b>	54	660	1520	-1490	0,13	-119
<b>II°</b>	72	552	890	20	0,07	27
<b>TOTALE</b>			<b>2410</b>	<b>-1470</b>	<b>0,20</b>	

I tassi di lavoro delle strutture risultano nella norma e la fessurazione entro limiti di ammissibilità per la classe di esposizione considerata.

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

N° figure elementari 2 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	60	44
2	200	10

N°	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	40.72	5
2	104.05	49

Tipo Sezione  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 660 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. -  
☒ Metodo n

Materiali  
 B450C C35/45

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

$\sigma_c$  -12.22 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  152.5 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.7627 ‰  
 d 49 cm  
 x 26.74 x/d 0.5458  
 $\delta$  1

Verifica  
 N° iterazioni: 3

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° figure elementari 3 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	300	18
2	60	44
3	200	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	28.27	5
2	40.72	22
3	104.05	66

Tipo Sezione  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 552 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. -  
☒ Metodo n

Materiali  
 B450C C35/45  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 19.83 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.8  
 τ<sub>c1</sub> 2.257

σ<sub>c</sub> -2.748 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 89.1 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0.4455 ‰  
 d 66 cm  
 x 20.88 x/d 0.3163  
 δ 0.8354

Verifica  
 N° iterazioni: 3

☐ Precompresso

### Taglio a filo appoggio sulle travi pulvino (b = 1 m)

	H <sub>tot</sub>	T	τ	A <sub>st1</sub>	σ <sub>st,1</sub>	A <sub>st,2</sub>	σ <sub>st, 2</sub>
FASE	[cm]	[kN/m]	[daN/cm <sup>q</sup> ]	[cm <sup>q</sup> /m]	[daN/cm <sup>q</sup> ]	[cm <sup>q</sup> /m]	[daN/cm <sup>q</sup> ]
I°	54	182	7,2	33,9	1269	-	-
II°	72	152	4,3	33,9	766	-	-
TOTALE					2035		-

Nella tabella sopra riportata sono riportate le verifiche relative alla staffatura dei tralicci (A<sub>st1</sub> = 30Ø12/m = 33,9 cm<sup>2</sup>/m).

I tassi di lavoro delle strutture risultano nella norma.

## 4.3.2 Soletta

### 4.3.2.1 Sollecitazioni

#### Carichi

$$g_1 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = 4 \text{ kN su un'area } 1\text{m} \times 1\text{m}$$

#### Sollecitazioni

Considerando il caso più gravoso di carico concentrato sulla parte a mensola della soletta si ricava sull'appoggio:

$$M_G = 7,5 \cdot 1^2 / 2 = - 3,75 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$M_Q = 4 \cdot 0,5 / 2 = - 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$M_G + M_Q = - 5,75 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$T_G = 4,5 + 3 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$T_Q = 4 / 2 = 2 \text{ kN/m}$$

$$T_G + T_Q = 9,5 \text{ kN/m}$$

### 4.3.2.2 Verifiche

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture in condizione di esercizio.

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	18

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	4
2	3.93	14

Tipo Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 -5.75 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. -  
☒ Metodo n

Materiali

B450C		C35/45	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200,000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	19.83
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	13.5
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.8
		τ <sub>c1</sub>	2.257

σ<sub>c</sub> -2.216 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 80.63 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0.4032 ‰  
 d 14 cm  
 x 4.087 x/d 0.2919  
 δ 0.8049

Verifica  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

$$\sigma_s = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$w_k = 0,07 \text{ mm}$$

I tassi di lavoro e l'apertura delle fessure risultano ampiamente nella norma.

### 4.3.3 Mensola

#### 4.3.3.1 Sollecitazioni

##### Carichi

$$g_{1, \text{ mensola}} = (0,5 \cdot 1,95 \cdot 2,2 - 0,5 \cdot 0,6 \cdot 2,2 / 2 + 2,2 \cdot 2,4 / 2 \cdot 0,25) \cdot 25 / 2,2 = 30 \text{ kN/m}$$

$$g_{1, \text{ passerella}} = (11,6 + 13,5) \cdot 14,5 / 2 / 2,17 + 0,5 = 170 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 3 \cdot 3 \cdot 14,5 / 2 / 2,2 = 60 \text{ kN/m}$$

$$q = 4 * 3 * 14,5 / 2 / 2,2 =$$

$$80 \text{ kN/m}$$

### **Sollecitazioni**

Pertanto considerando il caso più gravoso di carico distribuito sulla passerella si ricava:

$$M_G = -260 * 2,2^2 / 2 = -630 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = -80 * 2,2^2 / 2 = -195 \text{ kN*m}$$

$$M_G + M_Q = -825 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 260 * 2,2 = 574 \text{ kN}$$

$$T_Q = 80 * 2,2 = 176 \text{ kN}$$

$$T_G + T_Q = 750 \text{ kN}$$

### **4.3.3.2 Verifiche**

Si procede alle verifiche tensionali e di fessurazione delle strutture in condizione di esercizio.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Mensola passerella Amico

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Mensola passerella cabina elettrica Amico

N° Vertici: 6 Zoom N° barre: 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	50	0
3	50	120
4	20	120
5	20	195
6	0	195

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1.54	5	5
2	1.54	15	5
3	1.54	35	5
4	1.54	45	5
5	4.52	5	115
6	4.52	15	115

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

Materiali: B450C C35/45

ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 19.83 N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 13.5 N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.8  
τ<sub>cl</sub>: 2.257

σ<sub>c</sub>: -9.186 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 248 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 1.24 ‰  
d: 130.6 cm  
x: 46.65 x/d: 0.3571  
δ: 0.8864

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

$$\sigma_s = 248 \text{ N/mm}^2$$

I tassi di lavoro risultano nella norma.

## 4.4 Verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU/SLV)

### 4.4.1 Passerella

#### 4.4.1.1 Prefabbricato in configurazione finale

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### Sollecitazioni longitudinali

Pertanto, per la trave con luce 1450 cm, considerando il caso più gravoso di carico distribuito si ricava:

$$M_G = 897 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = 315 \text{ kN*m}$$

$$\gamma_G * M_G + \gamma_Q * M_Q = 1638 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 244 \text{ kN}$$

$$T_Q = 87 \text{ kN}$$

$$\gamma_G * T_G + \gamma_Q * T_Q = 552 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = 1638 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 552 \text{ kN}$$

#### 4.4.1.1.1 *Verifiche*

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

#### Momento flettente

Si procede alla verifica del momento max in campata

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari 3 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	300	18
2	60	44
3	200	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	28.27	5
2	40.72	22
3	104.05	66

Tipo Sezione:  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☒ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Deviate

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>o</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C35/45

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 19.83  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.8  
 τ<sub>c1</sub> 2.257

M<sub>xRd</sub> 2,798 kN m

σ<sub>c</sub> -19.83 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 20.19 ‰  
 d 66 cm  
 x 9.752 x/d 0.1478  
 δ 0.7

$$M_{Ed}^+ = + 1639 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd}^+ = + 2798 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,59 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

Taglio

Si procede alla verifica del taglio nella zona di estremità della passerella:

$$V_{Ed} = 552 \text{ kN}$$

In assenza di armatura a taglio si ha:

$$V_{Rd1} = 232 \text{ kN} < V_{Ed}$$

Considerando pertanto l'armatura a taglio predisposta pari a  $A_{st} = 33,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  (30Ø12 / m) si ricava:

$$V_{Rd2} = 764 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 0,72$$

La verifica risulta soddisfatta

## **4.4.2 Soletta**

### **4.4.2.1 Sollecitazioni**

#### **Carichi**

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### **Sollecitazioni**

Considerando il caso più gravoso di carico concentrato sulla parte a mensola della soletta si ricava:

$$M_G = - 3,75 \text{ kN*m/m}$$

$$M_Q = - 1,0 \text{ kN*m/m}$$

$$\gamma_G * M_G + \gamma_Q * M_Q = - 6,4 \text{ kN*m/m}$$

$$T_G = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$T_Q = 2,0 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G \cdot T_G + \gamma_q \cdot T_Q = 12,75 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = -6,4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$T_{\max} = 12,75 \text{ kN/m}$$

#### 4.4.2.2 Verifiche

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

##### Momento flettente

Si procede alla verifica del momento max su appoggio

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input fields and calculation results for a reinforced concrete beam. The 'Titolo' field is empty. The 'Tipo Sezione' is set to 'Rettan.re'. The 'N° strati barre' is 2. The 'Zoom' button is visible. The 'Sollecitazioni' section shows 'S.L.U.' selected, with 'Metodo n' also indicated. The 'P.to applicazione N' is set to 'Centro'. The 'Tipo rottura' is 'Lato calcestruzzo - Acciaio snervato'. The 'Metodo di calcolo' is 'S.L.U.+' and 'Metodo n'. The 'Tipo flessione' is 'Retta'. The 'N° rett.' is 100. The 'Calcola MRd' button is visible. The 'L0' is 0 cm. The 'Col. modello' button is visible. The 'Precompresso' checkbox is unchecked. The 'Materiali' section shows 'B450C' and 'C25/30' selected. The 'Verifica' section shows the following results:

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	18	1	5.65	4
			2	3.93	14

The 'Verifica' section also shows the following results:

Materiali	B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 14.17 N/mm²
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0.6
		$\tau_{c1}$ 1.829

The 'Verifica' section also shows the following results:

Verifica	MRd	M	x/d	$\sigma_c$	$\sigma_s$	$\epsilon_c$	$\epsilon_s$	d	x	x/d	$\delta$
MRd	-31.35 kN m	-14.17 N/mm²	391.3 N/mm²	3.5 ‰	13.57 ‰	14 cm	2.87	0.205	0.7		

$$M_{Ed}^+ = - 6,40 \text{ kN*m/m}$$

$$M_{Rd}^+ = - 31,35 \text{ kN*m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,20 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

### Taglio

Si procede alla verifica del taglio nella zona di estremità della passerella:

$$V_{Ed} = 12,75 \text{ kN}$$

In assenza di armatura a taglio si ha:

$$V_{Rd1} = 79 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 0,16$$

La verifica risulta soddisfatta

## **4.4.3 Mensola**

### **4.4.3.1 Sollecitazioni**

#### Carichi

Riguardo i carichi si fa riferimento a quanto già riportato al punto precedente.

#### Sollecitazioni

Considerando il caso più gravoso di carico distribuito sulla passerella si ricava:

$$M_G = -630 \text{ kN*m}$$

$$M_Q = -195 \text{ kN*m}$$

$$\gamma_G * M_G + \gamma_Q * M_Q = -1112 \text{ kN*m}$$

$$T_G = 574 \text{ kN}$$

$$T_Q = 176 \text{ kN}$$

$$\gamma_G * T_G + \gamma_Q * T_Q = 1010 \text{ kN}$$

Pertanto, nella condizione di SLU si ottiene:

$$M_{\max} = -1112 \text{ kN*m}$$

$$T_{\max} = 1010 \text{ kN}$$

#### 4.4.3.2 Verifiche

Si procede alle verifiche delle strutture nella fase finale rispetto alle sollecitazioni di cui sopra.

##### Momento flettente

Si procede alla verifica del momento max su appoggio

Verifica C.A. S.L.U. - File: Mensola passerella Amico

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: Mensola passerella cabina elettrica Amico

N° Vertici 6 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	50	0
3	50	120
4	20	120
5	20	195
6	0	195

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1.54	5	5
2	1.54	15	5
3	1.54	35	5
4	1.54	45	5
5	4.52	5	115
6	4.52	15	115

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -1112 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C35/45

$\epsilon_{cu}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $I_{cc}/I_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

M<sub>xRd</sub> -1.720 kN m  
M<sub>yRd</sub> 106.1 kN m  
 $\alpha_c$  -19.83 N/mm²  
 $\alpha_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  32.51 ‰  
d 150 cm  
x 14.58 x/d 0.09721  
 $\delta$  0.7

Tipo Sezione  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U.+ ☒ S.L.U.-  
☐ Metodo n

Tipo flessione  
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro  $\theta^\circ$  0

☐ Precompresso

$$M_{Ed}^+ = -1112 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_{Rd}^+ = -1720 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,65 < 1$$

La verifica risulta soddisfatta

### Taglio

$$V_{Ed} = 1010 \text{ kN}$$

Trattandosi di mensola tozza la verifica a taglio risulta automaticamente verificata dalla presenza di sufficiente armatura in trazione a lembo superiore.

#### 4.4.3.3 Appoggi

Di seguito si riporta il calcolo dei carichi verticali ed orizzontali ultimi sugli appoggi sia in condizioni statiche che sismiche.

#### 4.4.3.4 Condizioni statiche

Il peso proprio e i carichi permanenti sull'impalcato risultano i seguenti:

$$\text{Trave prefabbr. e soletta: } G = (11,6 + 13,5) * 14,9 = 375 \text{ kN}$$

$$\text{Pavimentazione: } G = 9 * 14,9 = 135 \text{ kN}$$

$$\text{Totale carichi permanenti: } G = 510 \text{ kN}$$

$$\text{Sovraccarico accidentale: } Q = 4 * 3 * 14,9 = 180 \text{ kN}$$

$$\text{Totale carichi accidentali: } Q = 180 \text{ kN}$$

Pertanto in condizioni statiche le reazioni massime calcolate cautelativamente solo su 14 appoggi risultano le seguenti:

$$N_{SLU} = (1,3 * 510 + 1,5 * 180) / 2 = 467 \text{ kN/appoggio}$$

#### 4.4.3.5 Condizioni sismiche

Si analizza sismicamente l'impalcato con un'analisi statica lineare assumendo che l'impalcato sia rigidamente vincolato alla sovrastruttura di banchina, quindi facendo riferimento alla relazione sismica si considera un'accelerazione pari a:

$$S_e = 0,1 \text{ g}$$

Da cui considerando un fattore di correlazione per i carichi accidentali pari a 0,8 si ricava una forza sismica orizzontale sul piano dell'impalcato pari a:

$$F_h = S_e * W = 0,1 * (510 + 0,8*180) = 66 \text{ kN}$$

Con riferimento a quanto prescritto dalla normativa si sono assunte le seguenti combinazioni sismiche:

$$F_{E,y} = \pm 66 \text{ kN}$$

$$F_{E,x} = \pm 0,3*66 = 20 \text{ kN}$$

$$F_{E,x} = \pm 66 \text{ kN}$$

$$F_{E,y} = \pm 0,3*66 = 20 \text{ kN}$$

Di conseguenza i carichi orizzontali ultimi di carattere sismico sugli appoggi nelle due condizioni risultano i seguenti:

$$R_{E,y} = \pm 66/2 = 33 \text{ kN}$$

$$R_{E,x} = \pm 0,3*66 / 2 = 10 \text{ kN}$$

$$R_{E,x} = \pm 66/2 = 33 \text{ kN}$$

$$R_{E,y} = \pm 0,3*66 / 2 = 10 \text{ kN}$$

Per cui componendo le reazioni si ricava un'azione di tagli massimo sugli appoggi fissi in banchina pari a:

$$N_{SLU} = (1,3 * 510 + 1,5 * 180 * 0,8) / 2 \quad \quad \quad \mathbf{440 \text{ kN/appoggio}}$$

$$V_{SLV} = \text{radq}(33^2 + 10^2) = \quad \quad \quad \mathbf{35 \text{ kN/appoggio}}$$

## 4.5 Dimensionamento parabordo

L'energia trasmessa dall'imbarcazione è data dalla seguente espressione

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = 33,75 \text{ kNm}$$

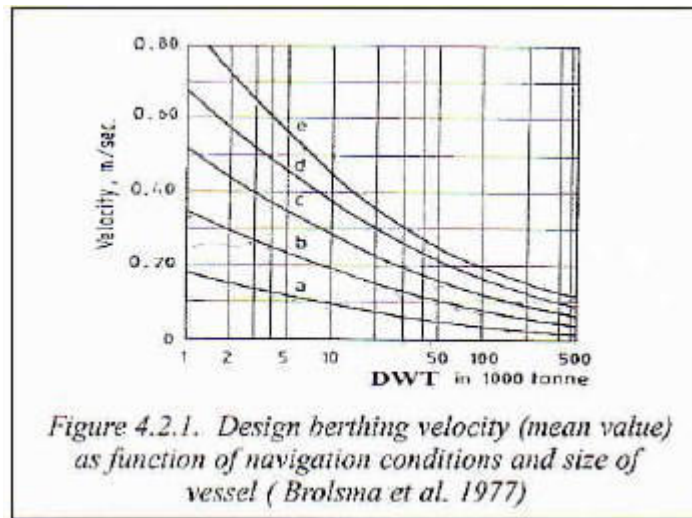
essendo

$$m = 3.000 \text{ t}$$

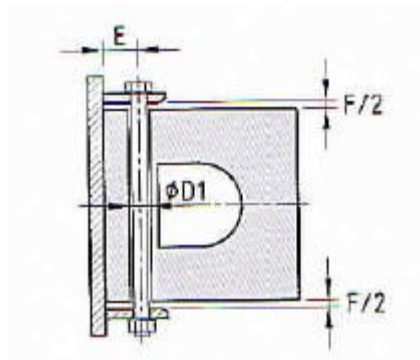
dislocamento

$$v = 0,15 \text{ m/s}$$

velocità di accosto secondo AIPCN



Si considera che l'energia venga assorbita da un parabordo a sezione quadrata come indicato nella figura che segue, in grado di assorbire un'energia di 34,3 kNm e con una reazione trasmessa di 471 kN.



## SD FENDER DIMENSIONS AND PERFORMANCE VALUES

H [mm]	B [mm]	C [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	E [mm]	F [mm]	J* [mm]	ED* [mm]	Flat Bar [mm]	An- chors	Weight [kg/m]	Energy [kJm]	Reaction [kN]
100 x 100	25.0	30	18	24	25	10	200-300	90-130	40 x 5	M12	9.5	2.7	136
150 x 150	37.5	40	24	32	30	12	250-350	110-150	50 x 8	M16	22.1	6.4	206
200 x 200	50.0	50	30	40	45	15	300-400	130-180	70 x 10	M20	38.7	11.3	275
250 x 250	62.5	60	36	48	50	20	350-450	140-200	90 x 12	M24	59.3	17.6	343
300 x 300	62.5	60	36	48	50	25	350-450	140-200	100 x 12	M24	73.0	25.5	412
350 x 350	75.0	75	45	60	60	25	350-450	140-200	100 x 15	M30	89.3	34.3	471
400 x 400	100.0	75	45	60	80	30	350-450	140-200	150 x 15	M30	148.5	45.2	589
500 x 500	125.0	90	54	72	90	40	400-500	160-230	180 x 20	M36	232.1	70.7	736



**SY 060668 RPT 018**

Via dei Pescatori, GENOA (ITA)

01	2019-10-11	ISSUE	STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY
PROJECT: <b>SY 060668: NUOVO IMPIANTO SOLLEVAMENTO NAVI SHIPLIFT E TRASPORTATORE DI RIMESSAGGIO SU ROTAIA LAND CARRIER - PORTATA MASSIMA DI SOLLEVAMENTO 4000 t</b>			
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA PASSERELLA CABINA ELETTRICA</b>			
– AMICO&Co – Genoa (ITA)			
<b>PROGETTO DI VARIANTE</b>			
<b>DOCUMENT CONTENT</b>			
Darsena di sollevamento Relazione di calcolo strutture BANCHINA E IMPALCATO NORD			
<b>TOTAL PAGES</b>		<b>4</b>	
<b>DESIGN BY STUDIO BALLERINI</b>		<b>ES</b>	
<b>Aut. No.</b>		-----	
<b>APPROVED BY</b>	<b>ES</b>	<b>CIVIL ENGINEERED BY</b>	<b>PdC No.</b>
-----		-----	
<b>STUDIO BALLERINI</b> <b>INGEGNERI ASSOCIATI</b> Dott. Ing. Bruno Ballerini – Dott. Ing. Enrica Ballerini		<b>AUTORITÀ DI</b> <b>SISTEMA PORTUALE</b> <b>MARE LIGURE</b> <b>OCCIDENTALE</b>	
			

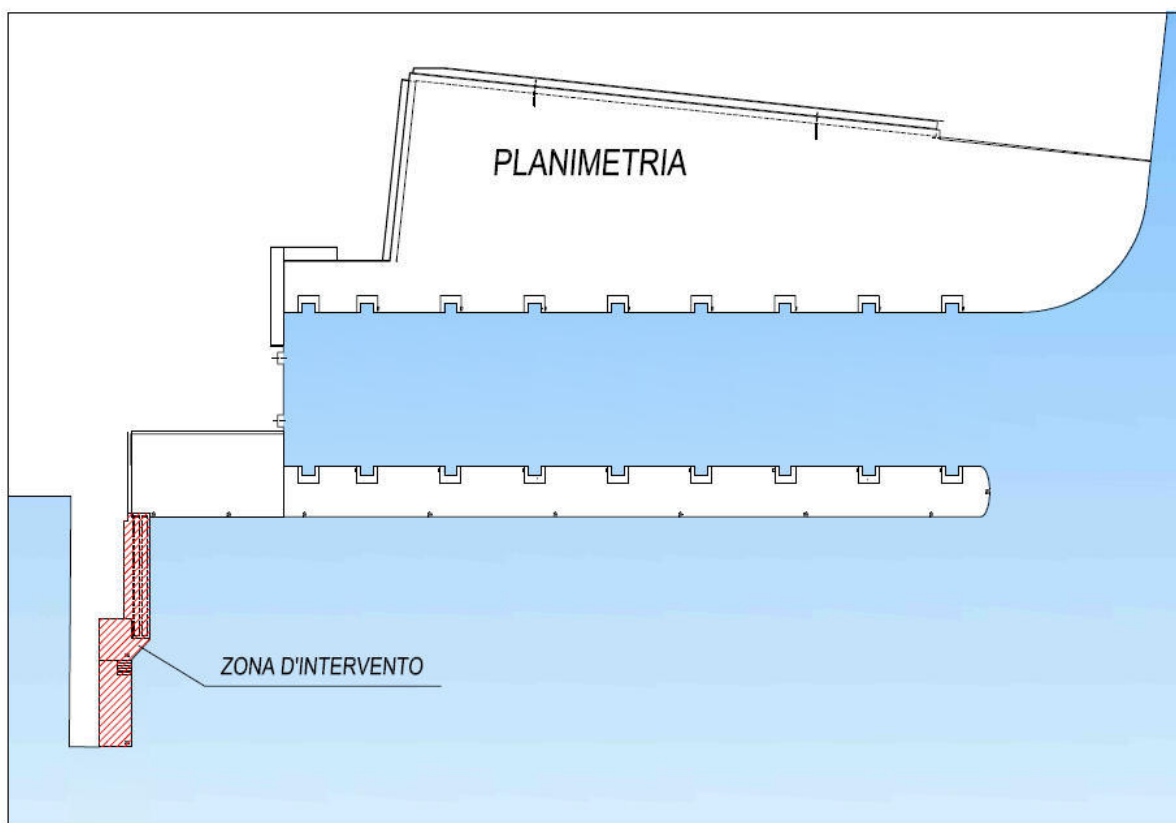
## INDICE

<b>1.   PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>2.   INTERVENTI PREVISTI</b>	<b>4</b>

## 1. PREMESSE

Nell'ambito dei lavori di ristrutturazione e potenziamento del cantiere si rende necessario un collegamento di servizio tra il pontile a ponente dell'insediamento del nuovo impianto di sollevamento delle imbarcazioni ed il pontile stesso.

Tale collegamento sarà utilizzato per consentire un più agevole percorso del personale e di eventuali "muletti" tra l'adiacente cabina elettrica ed il pontile sud del citato impianto.



## **2. INTERVENTI PREVISTI**

I lavori consistono:

- nella realizzazione di un piano di lavoro a quota +1,70 al disopra dell'attuale lato levante del pontile che per il lato ponente è utilizzato dal travel-lift. L'intervento sarà realizzato con getti di calcestruzzo armato collegati con la struttura esistente da opportuni ancoraggi costituiti da barre metalliche;
- nella costruzione di una passerella con struttura in conglomerato cementizio armato, avente struttura a "cassone", costituita da un elemento prefabbricato solidarizzato in opera poggiante su selle in cls realizzate sulle banchine esistenti.

Tale impalcato presenta una superficie complessiva di circa 45 mq.

La passerella è dimensionata per un sovraccarico distribuito di 4 kN/mq, o in alternativa per il transito di un carrello elevatore da 40kN.

Lungo il perimetro lato mare della passerella è prevista l'installazione di un parabordo a manicotto atto a proteggere la struttura da eventuali urti di imbarcazioni dovuti a manovre accidentali.

In corrispondenza della testata sud dell'esistente pontile e in prossimità dell'estremità della passerella saranno ubicate 2 bitte con portata di 50 t ciascuna.