



## **COMUNE DI POGLIANO MILANESE**

**Città Metropolitana di Milano**

\_\_\_\_\_

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE  
DI OPERE STRADALI IN VIA BATTISTI DI COLLEGAMENTO  
AL PONTE CARRAIO SUL FIUME OLONA  
- LOTTO 2 -**

\_\_\_\_\_

**RELAZIONE DI CALCOLO  
DELLE OPERE STRUTTURALI**

\_\_\_\_\_

*Il responsabile unico del procedimento RUP*

*Arch. FREDIANI Giovanna*

*Il progettista*

*Arch. Ing. SOFFIENTINI Massimiliano*

## **INDICE**

### **1. INTRODUZIONE**

1.1 DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

1.2 STATO DEI LUOGHI

### **2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

### **3. RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **4. DOCUMENTI TECNICI E DISEGNI**

### **5. MODELLO STRUTTURALE**

5.1 GENERALITA'

5.2 GEOMETRIE E SEZIONI

### **6. GENERALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

6.1 GENERALITA'

6.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### **7. CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI**

7.1 OPERE A STRUTTURA METALLICA

7.2 OPERE IN CEMENTO ARMATO

7.3 CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

7.4 COSTANTI ELASTICHE

### **8. CARICHI DI PROGETTO**

8.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

8.2 PERMANENTI

8.3 CARICHI VARIABILI

8.4 CARICHI ATMOSFERICI: NEVE

8.5 CARICHI ATMOSFERICI: VENTO

8.6 CARICHI DA AZIONI SISMICHE

8.7 VARIAZIONI TERMICHE

## **9. ANALISI STRUTTURALE**

9.1 CALCOLO DELLA SPINTA

9.2 VERIFICA DI STABILITA' DEL MURO

9.3 VERIFICA DI RESISTENZA DEL MURO

## **10. CONCLUSIONI**

## **1. INTRODUZIONE**

Lo scopo del lavoro in oggetto è la verifica delle opere strutturali relative ai muri di contenimento e parzialmente di sostegno bordo strada per il collegamento del ponte carraio sul fiume Olona in località via C. Battisti in Pogliano M.se.

Si deve infatti realizzare il tratto stradale della via Battisti che collega il ponte alla viabilità urbana, mediante la realizzazione di un tratto di circa 90 m, oltre ulteriori 30 m di strada ad unica corsia. Poiché il ponte è posto ad una quota altimetrica più elevata rispetto la quota stradale principale (circa 2.50 m), si prevede nel progetto la creazione di un tratto di muro in cemento armato, posto sul lato verso il fg. 6 mappale 57 (proprietà Ospedale Maggiore), al fine di non interessare la predetta proprietà da rilevati e scarpate e relativi piani espropriativi. Inoltre la presenza sempre sullo stesso lato di una roggia irrigua consiglia la creazione di un piede stabile ai fini del contrasto all'erosione. Specifica autorizzazione all'ente gestore è stata richiesta ai fini della costruzione del manufatto.

Sul lato opposto si prevede invece il raccordo stradale con scarpata vegetale, poiché gli spazi preesistenti ed il preaccordo dell'Amministrazione con la proprietà rendono più vantaggioso e meno impattante il manufatto in progetto che verrà inoltre mitigato con barriere verdi.

I muri di sostegno per il tratto in dislivello, hanno carichi permanenti che agiscono direttamente sul cuneo di spinta e pertanto contribuiscono alla stabilità del muro. Pertanto in base alle loro caratteristiche, è possibile classificare i manufatti come rientranti nella casistica **dell'Allegato "C"** della DGR 4317/21 al **punto 8** e sono classificabili come **interventi privi di rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità**.

### **1.1 DESCRIZIONE DEL MANUFATTO**

Il muro è previsto dei tipi zoppi a L, con ciabatta di base con spessore 45 cm e primo tratto verticale di 2 m circa con spessore 45 cm. Il tratto finale avrà spessore 30 cm.

Il muro è posto sul lato destro della strada, guardando verso il ponte dal centro cittadino e sviluppa una lunghezza di circa 90 m.

## **1.2 STATO DEI LUOGHI**

Attualmente esiste una strada asfaltata con sezione di circa 2.5 m, parzialmente erosa dal lato destro per la presenza della roggia. Sul lato sinistro invece è presente un raccordo in terreni vegetale inerbito.

## **2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

**L'analisi strutturale eseguita è di tipo lineare. Il metodo di calcolo adottato è il metodo agli SLU - SLE, in conformità ai disposti del D.M. Infrastrutture 17.01.2018 anche con riferimento all'analisi del caso sismico. L'analisi sismica è stata svolta con il metodo statico equivalente.**

Per il calcolo delle sollecitazioni nelle strutture e la verifica degli elementi strutturali caratteristici è stato impiegato il codice di calcolo agli elementi finiti "MasterSap" ver. TOP ed. 2018 distribuito da Studio Software AMV – Ronchi dei Legionari (GO).

### **3. RIFERIMENTI NORMATIVI**

I calcoli strutturali sono stati elaborati conformemente alle indicazioni ed alle prescrizioni delle seguenti norme:

Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

Legge 2 Febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

**Nuove norme tecniche per le costruzioni. - (D.M. Infrastrutture 14/01/2008)**

**Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008 - (Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti N. 617 del 02.02.2009)**

**Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni. - (D.M. Infrastrutture 17/01/2018)**

**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 20.03.03 n. 3274. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di norme tecniche per la costruzione in zona sismica.**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3316. Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 03.05.05 n. 3431. Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di norme tecniche per la costruzione in zona sismica".

**Decreto del Capo Dipartimento Protezione Civile n. 3685 del 21/10/2003 "Disposizioni attuative dell'art. 2 commi 2,3,4 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 3274/2003 recante: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"**

#### **4. DOCUMENTI TECNICI E DISEGNI**

La documentazione di riferimento è composta da:

##### *Relativa alla caratterizzazione architettonica e strutturale del manufatto*

- Dis. n. E.00.01 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Estratto di mappa e PGT
- Dis. n. E.00.02 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Stato di fatto. Report fotografico - Tracciato planimetrico e Sezione
- Dis. n. E.00.03 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Elenco punti GPS – Coordinate lat. / long. / elev.
- Dis. n. E.00.04 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Tracciato planimetrico su inserimento fotografico
- Dis. n. E.00.05 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Tracciato planimetrico e sezioni tipiche
- Dis. n. E.00.06 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Sezione longitudinale – Volumi di riempimento
- Dis. n. E.00.07 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Carpenterie ed armature muri
- Dis. n. E.00.08 rev. 0 PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO. Progetto. Piano particellare d'esproprio

##### *Relativa alla caratterizzazione geotecnica dei terreni*

- . Relazione geologico-tecnica redatta dal geol. Francesco d'Elia di Mergozzo (VB)



## **5. MODELLO STRUTTURALE**

### **5.1 GENERALITA'**

Il comportamento della struttura viene studiato con un modello bidimensionale unitario, essendo il muro caratterizzato dalla ripetitività lineare.

Le fondazioni sono state ipotizzate su di un suolo ipotizzato alla Winkler con costante di sottofondo  $K=3$  in terreno perfettamente granulare e privo di coesione.

I carichi agenti sono quelli causati dal rilevato di riempimento e dal sovraccarico veicolare, assunto pari a quello dei ponti di II categoria.

### **5.2 GEOMETRIE E SEZIONI**

Le sezioni degli elementi strutturali sono le seguenti:

- Ciabatta di base: rettangolare 185x45 cm;
- Muro di elevazione (primo tratto di 2 m): spessore 45 cm;
- Muro di elevazione (secondo tratto di 2 m): spessore 30 cm.

## **6. GENERALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **6.1 GENERALITA'**

Vengono seguiti i normali metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, con l'uso di Normative, codici di calcolo, formule e tabelle di provata affidabilità tecnica, e con schematizzazioni di immediata e conservativa traduzione matematica.

Le verifiche sono condotte con il metodo degli Stati Limite con riferimento alla combinazione di carico allo Stato Limite Ultimo (SLU – SLV) e Stato Limite di Esercizio (SLE). In generale, la formula di combinazione assunta è la seguente:

*Caso non sismico:*

Stato limite ultimo per struttura:  $F_d = \gamma_g G_k + \gamma_p P_{k\_veicoli}$

Ove:

$$\gamma_g = 1.35$$

$$\gamma_q = 1.35$$

Stato limite ultimo geotecnico:  $F_d = \gamma_{A2\_GEO} G_k + \gamma_{TR\_q} P_{k\_veicoli}$

Ove:

$$\gamma_{A2\_GEO} = 1.00$$

$$\gamma_{TR\_q} = 1.15$$

*Caso sismico:*

$$F_{ds} = E + G_k + P + \sum (\psi_{2j} Q_{ki})$$

Si assumono i parametri comparativi di materiali attualmente normalizzati e ritenuti almeno equivalenti a quelli installati. Per semplicità di calcolo si utilizza nel seguito il seguente coefficiente di conversione:

$$1 \text{ Kgf} \cong 10 \text{ N} \equiv 1 \text{ daN}$$

## 6.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 6.2.1 Caratteristiche dei materiali per le opere a struttura metallica

- Profilati, piastre	S275JR (ex Fe430)	UNI-EN 10025
- Viti A.R.	Classe 8.8	UNI-EN 20898/1 UNI5712
- Dadi A.R.	Classe 8	UNI 3740/4 <sup>a</sup> - 5713
- Rosette A.R.	C50/HRC 32÷40	UNI 7845 - 5714
- Elettrodi per saldatura	E 44 L 4B	UNI 5132
- Filo	AWS A5	Stds. UNI/AWS
- Ancoranti chimici	Hilti_HIT-HY 200A, barra HIT-V cl. 8.8	

### 6.2.2 Caratteristiche dei materiali per le opere in C.A.

I materiali normalizzati, ad oggi equivalenti possono essere assunti pari a:

- Calcestruzzo strutturale:	C25/30 (ex RcK $\geq 350$ daN/cm <sup>2</sup> )
- Acciaio d'armatura:	B450C

### 6.2.3 Terreno di fondazione

Le caratteristiche geologico stratigrafiche in generale evidenziano il miglioramento delle qualità geotecniche con l'affondamento.

Trattasi di Ghiaia a granulometria mista, misto ghiaia e sabbia (GP-GW);

peso di volume naturale ( $\gamma$ ) = 1,90 t/mc;

peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ ) = 2,20 t/mc;

peso di volume sommerso ( $\gamma'$ ) = 1,20 t/mc;

densità relativa = 50-60%;

angolo di attrito interno di picco = 37-38°

angolo di attrito interno a volume costante = 33-34°;

coesione = 0 t/mq.

## **7. CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI**

Si mostrano nel seguito i valori nominali della resistenza dei materiali in opera ipotizzati equivalenti a quelli attualmente normalizzati.

### **7.1 OPERE A STRUTTURA METALLICA**

#### *7.1.1 Profilati e piastre in S275 JR (ex Fe 430) laminati a caldo ( $t < 40$ mm)*

Resistenza a snervamento =  $275 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a rottura per trazione =  $430 \text{ N/mm}^2$

#### *7.1.2 Bulloni A.R. classe 8.8*

Resistenza a snervamento =  $640 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a rottura per trazione =  $800 \text{ N/mm}^2$

$N_s = 0.8 f_{K,n} \times A_{res}$  (Forza di trazione)

$T_s = 0.2 N_s \times d$  (Coppia di serraggio)

$N_t = 0.3 N_s / 1.25$  (Forza trasmissibile)

$f_{K,n} = 560 \text{ N/mm}^2$  (CNR 10011/88)

$A_{res}$  = area resistente della vite

### **7.2 OPERE IN CEMENTO ARMATO**

Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = (\alpha_{cc} f_{ck}) / \gamma_c$  dove:

$\alpha_{cc}$  = coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata 0.85

$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$

$\gamma_c = 1.5$

Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$  dove:

$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione  $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$  dove:

$f_{ctm}$  = resistenza di calcolo a trazione semplice

#### *7.2.1 Calcestruzzo C25/30 (ex $R_{ck} \geq 300 \text{ daN/cm}^2$ )*

Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = 141.0 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctm} = 11.8 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione  $f_{cfm} = 14.2 \text{ daN/cm}^2$

#### *7.2.2 Barre d'armatura*

Tensione caratteristica di snervamento B450C (ex FeB 44 K)  $f_{y \text{ norm}} = 440 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura B450C (ex FeB 44 K)  $f_{t \text{ norm}} = 550 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 440/\gamma_s = 382 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_s = 1.15$

### 7.3 CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Si rimanda integralmente alla relazione geologico-tecnica a cura del geol. D'Elia. Le fondazioni sono di tipo profondo con pali, pertanto le caratteristiche essenziali per il calcolo sono:

peso di volume naturale (gamma) = 1,90 t/mc;  
 angolo di attrito interno di picco = 37-38°  
 angolo di attrito interno a volume costante = 33-34°;  
 coesione = 0 t/mq.

Ai fini della caratterizzazione del sottosuolo ai fini sismici si assume sottosuolo di tipo "C".

### 7.4 COSTANTI ELASTICHE

Per tutti i tipi di acciaio si assumono i seguenti valori delle costanti elastiche:

- Modulo di elasticità normale:  $E = 2.100.000 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di elasticità tangenziale:  $G = 785.000 \text{ daN/cm}^2$
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.33$

Per tutti i tipi di calcestruzzo si assumono i seguenti valori delle costanti elastiche:

- Modulo di elasticità normale:  $E = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} \text{ [N/mm}^2]$
- coeff. d'omogeneizzazione:  $n=15$

## **8. CARICHI DI PROGETTO**

Comprendono il peso proprio di ogni elemento strutturale nonché tutti i carichi ed i sovraccarichi di esercizio gravanti sulla struttura da verificare. Tali carichi sono specificati di seguito:

- Pesi propri strutturali.
- Carichi permanenti.
- Carichi variabili.
- Carichi atmosferici: neve.
- Carichi atmosferici: vento.
- Carichi da azioni sismiche.
- Variazioni termiche.

### **8.1 PESI PROPRI STRUTTURALI**

Tutti i pesi propri strutturali vengono assunti in base alle sezioni dei profili strutturali adottati e/o agli spessori di soletta, ed al relativo peso specifico che per l'acciaio è assunto pari a  $\gamma = 7850 \text{ daN/m}^3$  e per il calcestruzzo armato è assunto pari a  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$ .

### **8.2 PERMANENTI**

#### **8.2.1 terreno e massicciata:**

Si considera un peso equivalente pari a  $1900 \text{ daN/m}^2$ , comprensivo anche dell'incidenza degli strati della massicciata.

### **8.3 CARICHI VARIABILI**

Si considerano gli schemi di carico veicolari come stabiliti al cap. 5 vigenti NTC 2018 per strade di II categoria.

In particolare per l'incidenza del sovraccarico veicolare sul bordo del muro si considera un tandem di carichi concentrati ad una distanza minima dal ciglio stradale di 1 m.

Il carico di progetto  $Q_{ik}$  in tandem (1,2x2,0 m) è pari a 240 kN.

### **8.4 CARICHI ATMOSFERICI: NEVE**

Zona assunta: I Alpina

Carico non significativo.

## 8.5 CARICHI ATMOSFERICI: VENTO

Zona 1 -  $V_{b,0} = 25 \text{ m/s} \Rightarrow 97.2 \text{ km/h}$

Carico non significativo.

## 8.6 CARICHI DA AZIONI SISMICHE

La struttura è edificata in comune di POGLIANO M.SE (MI) – Regione Lombardia. Le caratteristiche della costruzione sono le seguenti:

- Costruzione di Tipo 2: opera ordinaria di importanza normale con vita nominale  $V_N \geq 50$  anni;
- Classe d'uso II: ponti e strade;
- Zona sismica: 4 (\*) - latitudine 45,5476- longitudine 8,9420
- Categoria di sottosuolo assunta ai fini della verifica: C

**(\*) Mantenuto in Zona 4 con D.G.R.L. X\_2129 del 11/07/2014 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)”**

L'analisi condotta è di tipo lineare, statico sismico equivalente. La forza sismica viene determinata in base ai contenuti del par. 3.2 e del capitolo 7 delle NTC 2008. I dati di calcolo principali sono:

Vita nominale costruzione	<b>50 anni</b>
Classe d'uso costruzione	<b>II</b>
Vita di riferimento	<b>50 anni</b>
Spettro di risposta	<b>Stato limite ultimo</b>
Probabilità di superamento periodo di riferimento	<b>10</b>
Tempo di ritorno del sisma	<b>475 anni</b>
Località	<b>Pogliano Milanese</b>
ag/g	<b>0.042</b>
F0	<b>2.66</b>
Tc	<b>0.29</b>
Categoria del suolo	<b>C</b>
Fattore topografico	<b>1</b>

## 8.7 VARIAZIONI TERMICHE

Si prevede che l'impalcato possa scaricare le dilatazioni termiche tramite gli apparecchi di appoggio.

## **9. ANALISI STRUTTURALE**

Si esegue la verifica degli elementi del muro, previa determinazione della spinta agente su di esso.

### **9.1 Calcolo della spinta**

In base all'altezza del terrapieno, alle caratteristiche geotecniche del terreno ed ai sovraccarichi veicolari la spinta è composta da:

#### **GEO**

*Parte geotecnica:*

$$h = 4 \text{ m}$$

$$\gamma_t = 1900 \text{ daN/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ (k_a = 0.33)$$

$$S_{g\_1} = \frac{1}{2} \gamma_t x h^2 x k_a = 5016 \text{ daN/ml} \times \gamma_{A2\_GEO} = 5016 \text{ daN/ml}$$

$$H = (1/3) x 4.0 = 1.33 \text{ m}$$

*Parte viabilistica:*

$$h = 3 \text{ m (per effetto della distanza del carico dal ciglio stradale)}$$

$$p = (24.000 x 2) x 2 / (5.2 x 5.2) = 3550 \text{ daN/m}^2$$

$$k_a = 0.33$$

$$S_{g\_2} = (p x k_a) x h = 3515 \text{ daN/ml} \times \gamma_{TR\_q} = 4042 \text{ daN/ml}$$

$$H = (3.0)/2 = 1.50 \text{ m}$$

#### **STRU**

*Parte geotecnica:*

$$h = 4 \text{ m}$$

$$\gamma_t = 1900 \text{ daN/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ (k_a = 0.33)$$

$$S_{g\_1} = \frac{1}{2} \gamma_t x h^2 x k_a = 5016 \text{ daN/ml} \times \gamma_g = 6772 \text{ daN/ml}$$

$$H = (1/3) x 4.0 = 1.33 \text{ m}$$

*Parte viabilistica:*

$$h = 3 \text{ m (per effetto della distanza del carico dal ciglio stradale)}$$

$$p = (24.000 x 2) x 2 / (5.2 x 5.2) = 3550 \text{ daN/m}^2$$

$$k_a = 0.33$$

$$S_{g\_2} = (p x k_a) x h = 3515 \text{ daN/ml} \times \gamma_q = 4745 \text{ daN/ml}$$

$$H = (3.0)/2 = 1.50 \text{ m}$$



## 9.2 Verifica di stabilità del muro

Verifica su di un tratto unitario di muro, secondo linea d'influenza del carico veicolare:

*Scorrimento:*

$$\text{Peso porzione in C.A.} = (0.45 \times 1.85 \times 2500) + (1.55 \times 0.45 \times 2500) + (2.0 \times 0.3 \times 2500) = 5325 \text{ daN}$$

$$\text{Peso volume di terreno} = (1.85 \times 4.0 \times 1900) - (5325 \times 1900 / 2500) = 10013 \text{ daN}$$

$$\text{Peso carico veicolare} = (1.85 \times 1 \times 3550) = 6567 \text{ daN}$$

$$\text{Complessivamente } P = 21905 \text{ daN}$$

$$F_s = P / (S_{g\_1\_GEO} + S_{g\_2\_GEO}) = 2.41 \text{ verificato}$$

*Ribaltamento:*

$$M_{rib} = (5016 \times 1.33) + (4042 \times 1.5) = 12732 \text{ daNm}$$

$$M_{res} = (2081 \times 1.85 / 2) + (1744 \times 0.45 / 2) + (1500 \times 0.30 / 2) + (10013 \times 1.85 / 2) + (6567 \times 1.85 / 2) = 17879 \text{ daNm}$$

$$R_s = M_{res} / M_{rib} = 1.40 \text{ verificato (in considerazione anche dell'effetto locale del carico)}$$

*Schiacciamento:*

$$e = M_{rib} / P = 0.58 \text{ cm}$$

La sezione risulta parzializzata.

Carico massimo istantaneo al passaggio del carico, locale,  $R_d = 4.2 \text{ daN/cm}^2$  che risulta compatibile con i valori di riferimento per terreni granulari ben addensati come quelli in loco.

### 9.3 Verifica di resistenza del muro

Verifica della sezione in C.A. d'incastro e a ½ elevazione su di un tratto unitario di muro:

*Sezione di base (45x100 cm):*

$$M = S_{g\_1\_STRU} \times (1.33-0.45) + S_{g\_2\_STRU} \times (1.5-0.45) = 10942 \text{ daNm}$$

Si assumono 1  $\phi$  16/25 nella zona tesa e un corrispondente  $\phi$  12/25 nel lembo compresso.

Rck: 300.0  
fyk: 4580.0  
Tensione di calcolo calcestruzzo a  
pressotensoflessione: -141.1  
Tensione di calcolo acciaio a  
pressotensoflessione: 3982.6

#### DATI GEOMETRICI, ARMATURE E SOLLECITAZIONI

Sezione tipo: Rettangolare piena  
Base: 100.000  
Altezza: 45.000  
Armature superiori  
num. barre  $\phi$  (mm) copriferro (cm)  
4 12.0 3.0  
Armature inferiori  
num. barre  $\phi$  (mm) copriferro (cm)  
4 16.0 3.0

Momento flettente: 1094200

#### RISULTATI VERIFICA A FLESSIONE

Indice di resistenza allo s.l.u.: 0.85 < 1.0 Verificato

Campo di rottura della sezione: 2  
Sollecitazioni resistenti  
Sforzo normale: 0.292  
Momento flettente: 1291059.375  
Distanza asse neutro dal bordo compresso: 4.350

	Calcestruzzo		Acciaio	
	Tensioni	deformazioni (%)	Tensioni	deformazioni (%)
bordo superiore:	-115.92	-0.12	-752.82	-0.04
bordo inferiore:	Allungamento	1.08	3982.60	1.00

*Sezione ½ altezza (30x100 cm):*

$$M = (\frac{1}{2} \times 1900 \times 22 \times 0.33 \times 1.35) \times (1/3) \times 2.0 + (3550 \times 0.33 \times 1.0 \times 1.35 \times (1.0/2)) = 1920 \text{ daNm}$$

Si assumono 1  $\phi$  12/25 nella zona tesa e un corrispondente  $\phi$  12/25 nel lembo compresso.

#### DATI GEOMETRICI, ARMATURE E SOLLECITAZIONI

Sezione tipo: Rettangolare piena  
Base: 100.000  
Altezza: 30.000  
Armature superiori  
num. barre  $\phi$  (mm) copriferro (cm)  
4 12.0 3.0  
Armature inferiori  
num. barre  $\phi$  (mm) copriferro (cm)  
4 12.0 3.0

Momento flettente: 192000

#### RISULTATI VERIFICA A FLESSIONE

<b>Indice di resistenza allo s.l.u.:</b>		<b>0.41</b>	<b>&lt; 1.0 verificato</b>	
Campo di rottura della sezione:		2		
Sollecitazioni resistenti				
Sforzo normale:		0.457		
Momento flettente:		469878.344		
Distanza asse neutro dal bordo compresso:		2.822		
		<b>Calcestruzzo</b>	<b>Acciaio</b>	
	Tensioni	deformazioni (%)	Tensioni	deformazioni (%)
bordo superiore:	-116.63	-0.12	154.61	0.01
bordo inferiore:	Allungamento	1.12	3982.60	1.00

## **10. CONCLUSIONI**

Tutti i calcoli sono stati eseguiti **conformemente** alle prescrizioni delle **vigenti NTC 2018**.

Tutti i valori delle sollecitazioni ideali, dedotti dalla verifica, risultano inferiori ai valori ammissibili di norma.

La struttura così come progettata possiede tutti i requisiti richiesti dalla vigente legislazione in materia di costruzioni.