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

Pogliano M.se lì 08/04/2022

I N D I C E

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 simica 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 3740/4ª - 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^2)
- 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 N/mm^2

Resistenza a rottura per trazione = 430 N/mm^2

7.1.2 Bulloni A.R. classe 8.8

Resistenza a snervamento = 640 N/mm^2

Resistenza a rottura per trazione = 800 N/mm^2

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

$T_S = 0.2\ N_S\ xd$ (Coppia di serraggio)

$N_t = 0.3\ N_S / 1.25$ (Forza trasmissibile)

$f_{K,n} = 560\ N/mm^2$ (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:
α_{cc} = coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata 0.85
$f_{ck} = 0.83 x R_{ck}$
$\gamma_c = 1.5$

Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30\ f_{ck}^{2/3}$ dove:
$f_{ck} = 0.83 x R_{ck}$

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 $R_{cK} \geq 300$ daN/cm^2)

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

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

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

7.2.2 Barre d'armatura

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

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

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

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

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

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

8. CARICHI DI PROGETTO

Comprendono il peso proprio di ogni elemento strutturale nonchè 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 γ = 7850 daN/m^3 e per il calcestruzzo armato è assunto pari a γ = 2500 daN/m^3.

8.2 PERMANENTI

8.2.1 terreno e massicciata:

Si considera un peso equivalente pari a 1900 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 m/s $\Rightarrow$ 97.2 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 ≥ 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	***50 anni***
Classe d'uso costruzione	***II***
Vita di riferimento	***50 anni***
Spettro di risposta	***Stato limite ultimo***
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	***10***
Tempo di ritorno del sisma	***475 anni***
Localita'	***Pogliano Milanese***
ag/g	***0.042***
F0	***2.66***
Tc	***0.29***
Categoria del suolo	***C***
Fattore topografico	***1***

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 m
γ_t = 1900 daN/m^3
ϕ = 30° (k_a = 0.33)

S_{g_1} = ½ γ_t xh^2xk_a = 5016 daN/ml x γ_{A2_GEO} = 5016 daN/ml
H = (1/3)x4.0 = 1.33 m

Parte viabilistica:
h= 3 m (per effetto della distanza del carico dal ciglio stradale)
p = (24.000x2)x2 / (5.2x5.2) = 3550 daN/m^2
k_a = 0.33

S_{g_2} = (p xk_a)xh = 3515 daN/ml x γ_{TR_q} = 4042 daN/ml
H = (3.0)/2 = 1.50 m

STRU
Parte geotecnica:
h= 4 m
γ_t = 1900 daN/m^3
ϕ = 30° (k_a = 0.33)

S_{g_1} = ½ γ_t xh^2xk_a = 5016 daN/ml x γ_g = 6772 daN/ml
H = (1/3)x4.0 = 1.33 m

Parte viabilistica:
h= 3 m (per effetto della distanza del carico dal ciglio stradale)
p = (24.000x2)x2 / (5.2x5.2) = 3550 daN/m^2
k_a = 0.33

S_{g_2} = (p xk_a)xh = 3515 daN/ml x γ_q = 4745 daN/ml
H = (3.0)/2 = 1.50 m

9.2 Verifica di stabilità del muro

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

Scorrimento:

Peso porzione in C.A. = (0.45x1.85x2500) + (1.55x0.45x2500) + (2.0x0.3x2500) = 5325 daN

Peso volume di terreno = (1.85x4.0x1900) – (5325x1900/2500) = 10013 daN

Peso carico veicolare = (1.85x1x3550) = 6567 daN

Complessivamente P = 21905 daN

$F_s = P/(S_{g_1_GEO} + S_{g_2_GEO}) = 2.41$ verificato

Ribaltamento:

M_{rib} = (5016x1.33) + (4042x1.5) = 12732 daNm

M_{res} = (2081x1.85/2) + (1744x0.45/2) + (1500x0.30/2) + (10013x1.85/2) + (6567x1.85/2) = 17879 daNm

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

Schiacciamento:

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

La sezione risulta parzializzata.

Carico massimo istantaneo al passaggio del carico, locale, R_d = 4.2 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 = $S_{g_1_STRU}$ x (1.33-0.45) + $S_{g_2_STRU}$ x (1.5-0.45) = 10942 daNm

Si assumono 1 ϕ 16/25 nella zona tesa e un corrispondente ϕ 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          ϕ(mm)         copriferro(cm)
   4                12.0              3.0
Armature inferiori
num. barre          ϕ(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 = (½ x1900x22x0.33x1.35)x(1/3)x2.0 + (3550x0.33x1.0x1.35x(1.0/2) = 1920 daNm

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

```
DATI  GEOMETRICI, ARMATURE E SOLLECITAZIONI
Sezione tipo:             Rettangolare piena
Base:                     100.000
Altezza:                  30.000
Armature superiori
num. barre          ϕ(mm)         copriferro(cm)
   4                12.0              3.0
Armature inferiori
num. barre          ϕ(mm)         copriferro(cm)
   4                12.0              3.0
Momento flettente:        192000
RISULTATI VERIFICA A FLESSIONE
```

Indice di resistenza allo s.l.u.:			**0.41**	**< 1.0 verificato**
Campo di rottura della sezione:			2	
Sollecitazioni resistenti				
Sforzo normale:			0.457	
Momento flettente:			469878.344	
Distanza asse neutro dal bordo compresso:			2.822	
	Calcestruzzo		**Acciaio**	
	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.