

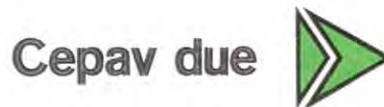
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

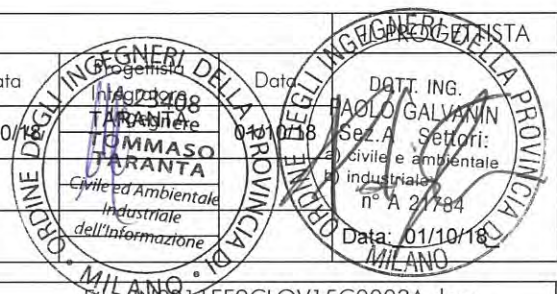
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO OV15 – MODIFICHE PIAZZALE FERALPI OPERE CIVILI NUOVA VASCA TRATTAMENTO ACQUE NASTRO PRESSA RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Data: 06 OTT 2018	Valido per costruzione Data: _____
<i>Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)</i>	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	O V 1 5 C 0	0 0 3	A

PROGETTAZIONE					
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data
A	Emissione	ZANDIERIN	01/10/18	CARDI	01/10/18
B					
C					



CIG. 751447334A File: INOR11EE2CLOV15C0003A.docx

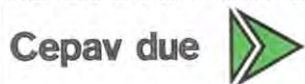


Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di ploggingio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
2 di 92**INDICE**

1.	GENERALITA'	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	MATERIALI	6
3.1.	CALCESTRUZZO FONDAZIONE	6
3.2.	CALCESTRUZZO ELEVAZIONI	7
3.3.	ACCIAIO BARRE D'ARMATURA.....	8
4.	DURABILITA' STRUTTURALE	9
4.1.	CLASSI DI ESPOSIZIONE E PRESCRIZIONE DEL CALCESTRUZZO.....	9
4.2.	COPRIFERRI DELLE ARMATURE	9
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	11
5.1.	MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO.....	11
5.2.	INTERVENTI DI BONIFICA DEGLI STRATI DI RIPORTO ANTROPICO.....	12
6.	INQUADRAMENTO SISMICO.....	13
6.1.	VITA NOMINALE.....	13
6.2.	CLASSI D'USO	13
6.3.	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	14
6.4.	UBICAZIONE DEL SITO.....	14
6.5.	MODELLAZIONE AZIONE SISMICA	15
6.5.1.	<i>Fattore di struttura</i>	17
7.	ANALISI DEI CARICHI	19
7.1.	PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE (G_1)	19
7.2.	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G_2).....	19
7.3.	CARICHI VARIABILI.....	19
7.4.	NEVE (VARIABILE COPERTURA)	19
7.5.	AZIONI SISMICHE	20
8.	COMBINAZIONI DI CARICO	21
8.1.	CASI DI CARICO ELEMENTARI.....	21

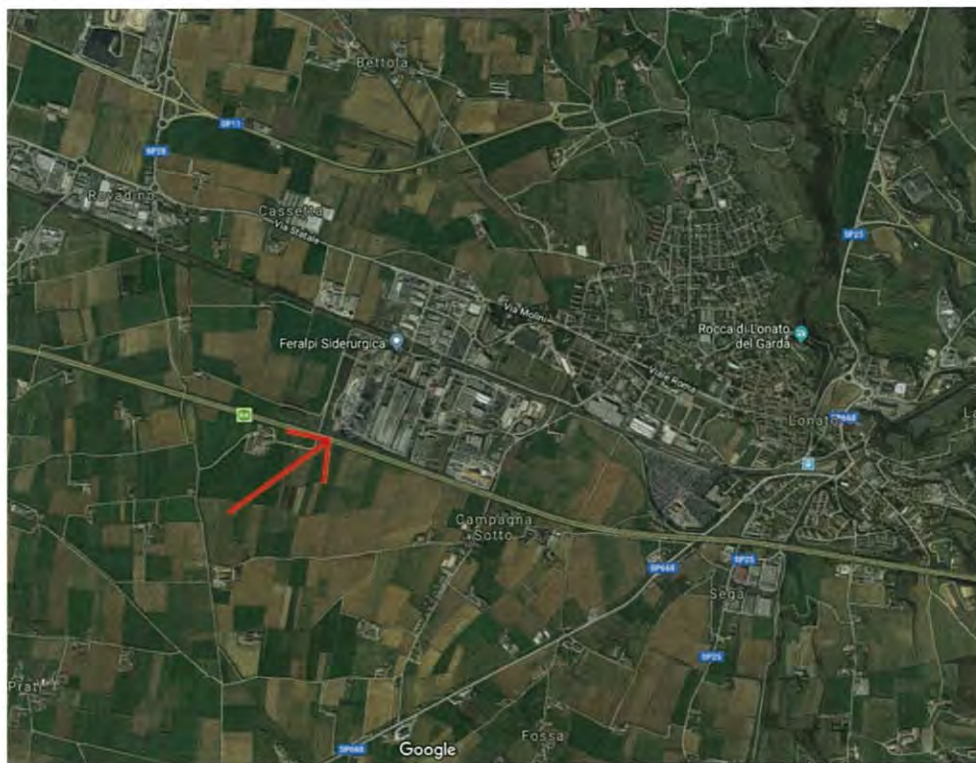
8.2.	COMBINAZIONI	22
8.2.1.	<i>Combinazione azione statiche e sismiche (SLU, SLV, SLD e SLE)</i>	25
9.	MODELLO DI CALCOLO	27
9.1.	PARAMETRI DELLA MODELLAZIONE NUMERICA	27
10.	VERIFICHE	30
10.1.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	30
10.1.1.	<i>Resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali)</i>	30
10.1.2.	<i>Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglienti</i>	31
10.2.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	33
10.2.1.	<i>Verifica delle tensioni di esercizio</i>	33
10.2.2.	<i>Verifiche a fessurazione</i>	33
11.	SOLAI	35
11.1.	IMPALCATO QUOTA +4.75	35
11.1.1.	<i>Trave continua "fittizia"</i>	36
11.1.2.	<i>Solaio continuo ed in semplice appoggio</i>	42
11.2.	COPERTURA	47
12.	SETTI	53
12.1.	SETTO TIPO A	53
12.2.	SETTO TIPO B	59
12.3.	SETTO TIPO C	64
12.4.	SETTO TIPO D	69
12.5.	SETTO TIPO E.....	74
12.6.	FONDAZIONE.....	79
12.6.1.	<i>Sollecitazioni SLU</i>	80
12.6.2.	<i>Verifiche SLU a flessione</i>	83
12.6.3.	<i>Verifiche SLU a taglio</i>	84
12.6.4.	<i>Sollecitazioni SLE</i>	85
12.6.5.	<i>Verifiche SLE</i>	87

12.6.6. Pressioni fondazione..... 90

12.6.7. Cedimenti attesi 91

1. GENERALITA'

Oggetto del presente elaborato è la verifica statica e sismica della nuova struttura adibita a nastro pressa posizionata nel piazzale della ditta Feralpi Siderurgica a Lonato (BS). L'intervento fa parte di una serie di riposizionamenti di alcune strutture del piazzale che sono attualmente interferenti con la realizzazione della nuova galleria artificiale di Lonato della linea A.V./A.C. Torino-Venezia nella tratta Milano – Verona.



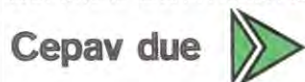
Individuazione intervento (fonte google maps)

La nuova struttura ha una pianta rettangolare 12.5mx8.25m con due piani fuori terra. Il sistema sismo resistente e statico è affidato a setti in c.a. distribuiti nel perimetro aventi dimensioni differenti e spessore pari a 25 cm. I solai sono realizzati mediante solette piene in c.a. in opera, di spessore pari a 35 cm per il primo impalcato e di 30 cm per la copertura.

Il nastro pressa è previsto in corrispondenza del primo solaio posto a quota +4.85 m dal piano piazzale mentre la copertura è posta alla medesima quota del piano dell'ispessitore.

Le fondazioni sono realizzate mediante una platea in c.a. con spessore pari a 60 cm.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
5 di 92

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO


Si riportano le Normative utilizzate:

D.M. 14-01-2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"	[NTC08]
CIRCOLARE N. 617 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008"	[CIR617]

Documenti integrativi alle NTC08:

UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici"	[EC2-1-1]
UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici";	[EC8-1]

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
6 di 92**3. MATERIALI****3.1. Calcestruzzo fondazione****CALCESTRUZZO - Rif. DM 14/01/2008**

classe di resistenza		C30/37
resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}	37.00 MPa
peso specifico	ρ	25.00 kN/mc
classe d'esposizione		XC2/XA1
coeff. espansione termica lineare	α	$1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
coeff. di Poisson	ν_{fess}	0.00
	$\nu_{non\ fess}$	0.20
modulo elastico secante	E_{cm}	33019 MPa
resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}	30.71 MPa
resistenza cilindrica media a compressione	f_{cm}	38.71 MPa
coeff. parziale per resistenze SLU	γ_c	1.50
coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0.85
resistenza media a trazione assiale	f_{ctm}	2.94 MPa
resistenza media a trazione per flessione	f_{ctf}	3.53 MPa
resistenza caratteristica a trazione frattile 5%	$f_{ctk,0.05}$	2.06 MPa
resistenza caratteristica a trazione frattile 95%	$f_{ctk,0.95}$	3.82 MPa
resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	17.40 MPa
resistenza di calcolo a compressione per spessori < 5cm	$f_{cd,sp<5}$	13.92 MPa
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.37 MPa
resistenza di calcolo a trazione per spessori < 5cm	$f_{ctd,sp<5}$	1.10 MPa
tensione ammissibile per combinazione caratteristica (rara)	$\sigma_{c,rara}$	18.43 MPa
tensione ammissibile per combinazione caratteristica (rara) per spessori < 5cm	$\sigma_{c,rara,sp<5}$	14.74 MPa
tensione ammissibile per combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	13.82 MPa
tensione ammissibile per combinazione quasi permanente per spessori < 5cm	$\sigma_{c,q.p.,sp<5}$	11.06 MPa
resistenza tangenziale caratteristica di aderenza per barre $\varnothing \leq 32$	f_{bk}	4.63 MPa
resistenza tangenziale di calcolo di aderenza per barre $\varnothing \leq 32$	f_{bd}	3.09 MPa

3.2. Calcestruzzo elevazioni

CALCESTRUZZO - Rif. DM 14/01/2008

classe di resistenza		C32/40
resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}	40.00 MPa
peso specifico	ρ	25.00 kN/mc
classe d'esposizione		XC4/XA1
coeff. espansione termica lineare	α	$1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
coeff. di Poisson	ν_{fess}	0.00
	$\nu_{non\ fess}$	0.20
modulo elastico secante	E_{cm}	33643 MPa
resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}	33.20 MPa
resistenza cilindrica media a compressione	f_{cm}	41.20 MPa
coeff. parziale per resistenze SLU	γ_c	1.50
coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0.85
resistenza media a trazione assiale	f_{ctm}	3.10 MPa
resistenza media a trazione per flessione	f_{ctf}	3.72 MPa
resistenza caratteristica a trazione frattile 5%	$f_{ctk,0.05}$	2.17 MPa
resistenza caratteristica a trazione frattile 95%	$f_{ctk,0.95}$	4.03 MPa
resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18.81 MPa
resistenza di calcolo a compressione per spessori < 5cm	$f_{cd,sp<5}$	15.05 MPa
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.45 MPa
resistenza di calcolo a trazione per spessori < 5cm	$f_{ctd,sp<5}$	1.16 MPa
tensione ammissibile per combinazione caratteristica (rara)	$\sigma_{c,rara}$	19.92 MPa
tensione ammissibile per combinazione caratteristica (rara) per spessori < 5cm	$\sigma_{c,rara,sp<5}$	15.94 MPa
tensione ammissibile per combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 MPa
tensione ammissibile per combinazione quasi permanente per spessori < 5cm	$\sigma_{c,q.p.,sp<5}$	11.95 MPa
resistenza tangenziale caratteristica di aderenza per barre $\varnothing \leq 32$	f_{bk}	4.88 MPa
resistenza tangenziale di calcolo di aderenza per barre $\varnothing \leq 32$	f_{bd}	3.25 MPa



3.3. Acciaio barre d'armatura

ACCIAIO DA C.A. - Rif. DM 14/01/2008

tipo	B450C		
coeff. parziale per le resistenze SLU	γ_M	1.15	
resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	450.00	MPa
resistenza caratteristica a rottura	f_{tk}	540.00	MPa
rapporto $(f_t / f_y)_k$	$1,15 \leq (f_t / f_y)_k \leq 1,35$		
rapporto $(f_y / f_{y,nom})_k$	$(f_y / f_{y,nom})_k \leq 1,25$		
allungamento $(A_{gt})_k$	$(A_{gt})_k \geq 7,50 \%$		
resistenza di calcolo	f_{yd}	391.30	MPa
tensione ammissibile per combinazione caratteristica (rara)	$\sigma_{s,rara}$	360.00	MPa

4. DURABILITA' STRUTTURALE

4.1. Classi di esposizione e prescrizione del calcestruzzo

In base alle indicazioni delle norme EN206-1 e UNI 11104 le condizioni prevalenti, considerando la struttura in una zona a basso livello di congelamento, possono essere classificate nelle classi di esposizione ambientale di tabella.

Classe di esposizione	Condizione di esposizione	Elementi strutturali
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	

Le condizioni ambientali possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella seguente tabella con riferimento alle classi di esposizione sopra definite.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

La classi di esposizione XC4 - XA1 determinano delle condizioni ambientali di tipo Aggressive.

4.2. Copriferri delle armature

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione, il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC.

I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità. I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC).

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o

C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tipo cls	classe esposizione	Condizioni ambientali	Tipo elemento	Copriferro minimo	Controllo qualità	Tolleranza	Copriferro utilizzato
[-]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
C30/37 C32/40	XC4/XA1	Aggressive	Piastra	30	NO	10	40

Vita nominale VN= 50 anni

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1. Modello stratigrafico e geotecnico

Le diverse campagne di indagini condotte nell'area interessata dagli interventi in oggetto hanno mostrato la presenza di materiali di riporto di origine antropica (scorie di fonderia), che localmente possono arrivare fino a 7-10 m di profondità, come evidenziato nella relazione a firma del dott. Geologo Claudio Leoncini emessa ad Agosto 2018.

In particolare, l'area sulla quale insistono la nuova vasca di depurazione e le sue immediate pertinenze è caratterizzabile come indicato nella sottostante tabella. Per maggiori dettagli e per l'individuazione delle varie aree si rimanda alla suddetta relazione.

Area nuova vasca depuratore

Strato	Prof. (m da p.c.)	Litologia	φ (°)	C_u (kPa)	γ_{nat} (kN/m ³)
1	0,0 - (7,2±10,0)	Riperti antropici localmente a scadenti caratteristiche geomeccaniche	-	-	17-21
2	(7,2±10,0) - decine di metri	Ghiaie, sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	38	-	19

φ = angolo di attrito, C_u = coesione non drenata, γ_{nat} = peso di volume del terreno

Lo strato 1, in cui sono presenti le scorie ed altri materiali antropici, non risulta caratterizzabile, stante l'elevato grado di eterogeneità dell'ammasso, che presenta una elevata dispersione delle resistenze penetrometriche e che a tratti risultano estremamente ridotte (probabile presenza di fanghi). Lo strato superficiale poggia sui sottostanti livelli di ghiaie fluvioglaciali tipiche della zona, molto ben addensate.

Per tale ragione, al fine di garantire un piano di imposta uniforme e di sufficiente capacità portante, gli strati superficiali saranno oggetto di preventiva bonifica e integrale sostituzione con materiale di riporto idoneo, opportunamente rullato e compattato, come descritto nel paragrafo successivo. Ai fini delle successive verifiche strutturali e geotecniche, si assume – cautelativamente – che gli strati bonificati con materiale arido, compattati e rullati secondo le specifiche di capitolato, possano essere caratterizzati tramite i seguenti parametri:

- Peso specifico: 19 kN/m³
- Angolo di attrito minimo: 35°
- Coesione efficace: 0 kPa
- Modulo elastico: 40 MPa
- Costante di sottofondo alla Winkler: 10.000 kN/m³

Sempre in accordo con i dati di cui alla relazione geologico-geotecnica, ai fini della caratterizzazione sismica per la struttura in esame si assume un suolo di fondazione di tipo C.

5.2. Interventi di bonifica degli strati di riporto antropico.

Il terreno non idoneo presente all'interno dello strato 1 dovrà essere interamente sostituito secondo con le modalità indicate nel § 5.5.3 del "Capitolato Generale Tecnico d'Appalto delle opere Civili - parte II - Sezione 5 - Opere in terra e scavi" (attività di sostituzione con materiale idoneo).

Poiché il rinterro non è un semplice riempimento, ma dovrà sopportare i carichi trasmessi dalle fondazioni delle opere in progetto, il rinterro dovrà essere condotto secondo le indicazioni contenute al § 5.5.4.3 per i rilevati stradali, assicurando un livello di compattazione degli strati tale da garantire un modulo di deformazione di ciascuno strato del corpo del rilevato, misurato mediante prova di carico su piastra, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa - 0.25 MPa, non inferiore a 40 MPa ed una densità secca non inferiore al 95% della densità massima.

Lo strato di imposta della fondazione sarà costituito dallo strato anticapillare di 50 cm di spessore, avente le caratteristiche indicate nel Capitolato stesso al § 5.5.4.1.

Qualora le prove non dovessero raggiungere i risultati attesi, si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 5.5.4.1.i.

Per i dettagli inerenti l'intervento di bonifica (definizione aerale, profondità massima da bonificare, modalità di compattazione e caratterizzazione ambientale dei materiali) si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

6. INQUADRAMENTO SISMICO

6.1. Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 6-1: Vita nominale V_N per le diverse opere

La vita nominale assunta per la struttura in oggetto è $V_N \geq 50$ anni.

6.2. Classi d'uso

Le strutture, alla presenza di azioni sismiche, sono suddivise in classi d'uso definite al § 2.4.2 delle NTC08 e così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La presente struttura è stata classificata come **classe d'uso II**.

6.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava per ciascun tipo di costruzione con la seguente espressione

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito al variare della classe d'uso e si può ricavare dalla seguente tabella

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 6-2: coefficiente d'uso C_u

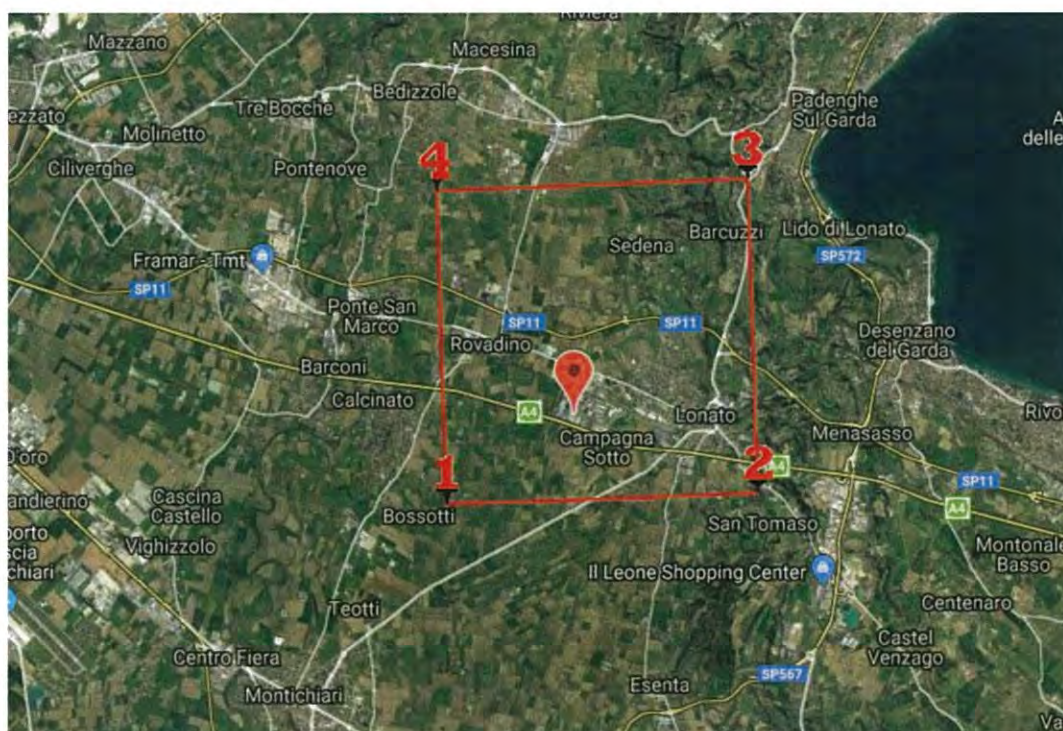
Per l'opera presentata il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \cdot 1,0 = 50$ anni.

6.4. Ubicazione del sito

Il sito d'interesse è definito dalle seguenti coordinate geografiche:

coordinate WGS84: 45.459401, 10.457369

coordinate ED50: 45.460324, 10.458399



*Localizzazione dell'opera***6.5. Modellazione azione sismica**

Nella presente relazione le verifiche sismiche sono condotte per mezzo di un'analisi di tipo lineare con sovrapposizione spettrale. La modellazione dell'azione sismica è quindi condotta tramite l'individuazione di spettri di risposta in funzione del sito in esame, delle caratteristiche del sottosuolo e della struttura. Stando quindi alle indicazioni presenti nelle NTC08 si procederà ora con la costruzione degli spettri di risposta. Per le caratteristiche del suolo di fondazione le NTC-08 prevedono le seguenti categorie:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 6-3: Categorie suolo di fondazione previste dalle NTC-08

Per la struttura in esame si assume un suolo di **fondazione di tipo C**.

Il coefficiente di amplificazione topografica con funzione di considerare l'ubicazione della struttura all'interno del sito in esame è determinato all'interno di una casistica prevista dalla normativa di seguito riportata:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 6-4: Categorie topografiche e coefficienti S_T previsti dalle NTC-08



Si applica un coefficiente topografico $ST = 1.0$ corrispondente ad una **categoria di tipo T1**; determinate le caratteristiche del sito d'interesse si sono realizzati gli spettri per la componente orizzontale secondo le espressioni previste dalle NTC-08.

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T$$

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55$ fattore che altera lo spettro elastico considerando gli smorzamenti viscosi

convenzionali;

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento

rigido orizzontale;

$T_C = C_c \cdot T_{c^*}$ periodo inizio tratto a velocità costante dello spettro;

T_{c^*} periodo d'inizio velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale suolo A;

C_c coefficiente funzione della categoria di suolo;

$T_B = T_c / 3$ periodo inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro;

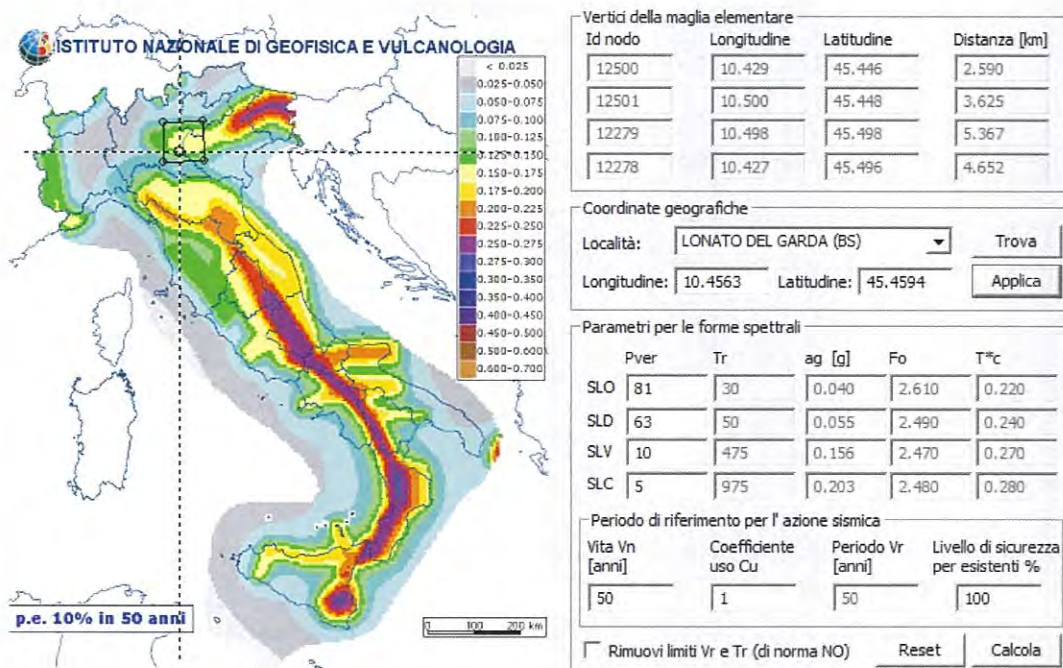
$T_D = 4.0 \cdot (a_g/g) + 1.6$ periodo inizio tratto a spostamento costante dello spettro;

Secondo le NTC-08 i coefficienti S_s e C_c possono essere determinati secondo le seguenti espressioni.



Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

È quindi possibile costruire gli spettri di progetto con i quali condurre le verifiche sugli elementi strutturali dell'opera.



Pericolosità sismica

6.5.1. Fattore di struttura

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque $S_d(T) \geq 0,2ag$.

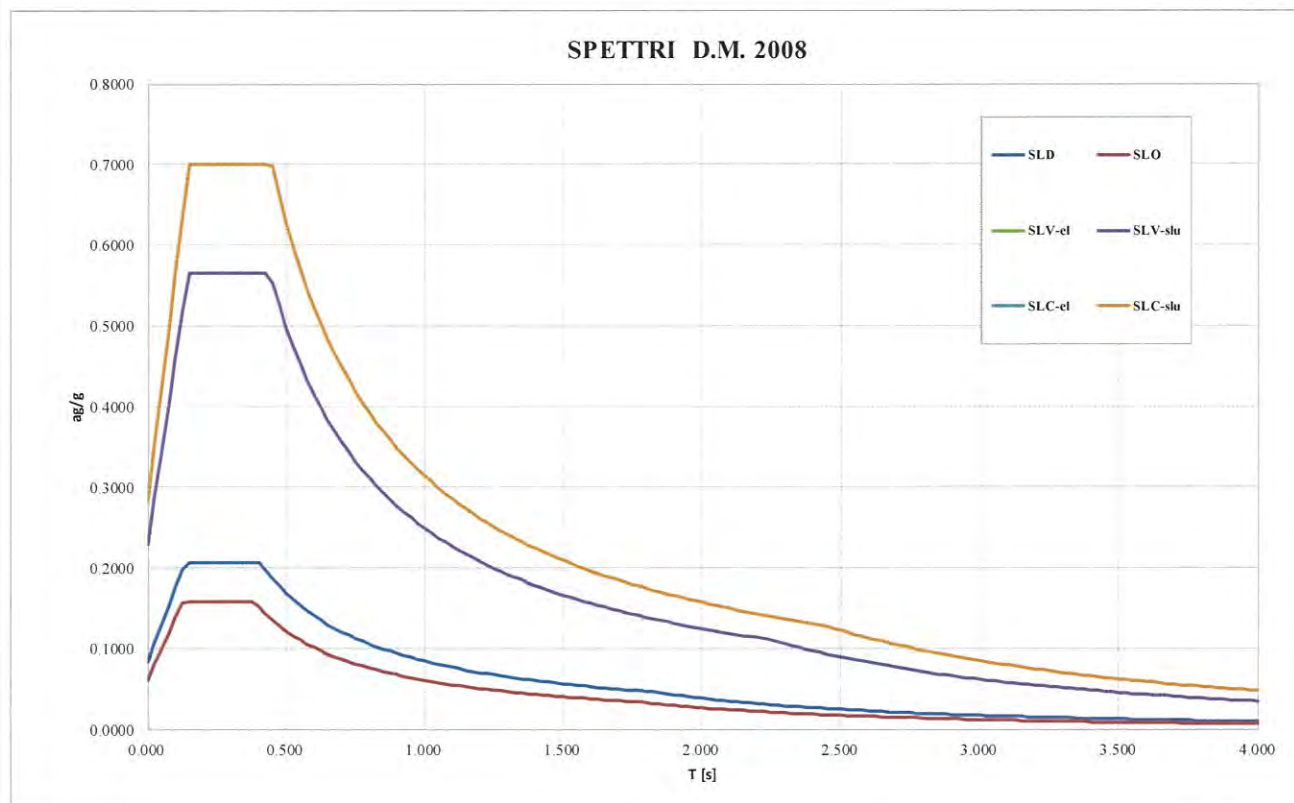
Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 * K_R$$

q_0 valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_l tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Per la costruzione in oggetto, si trascura la capacità dissipativa delle strutture assumendo $q = 1.00$ per la componente orizzontale dello spettro di progetto.



Grafici spettri di risposta

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1. Peso proprio delle strutture (G_1)

Il peso proprio delle strutture è determinato in modo automatico dal software FEM in funzione della geometria implementata. Il peso degli elementi in calcestruzzo $G_{1,a}$ è determinato considerando un peso di volume pari a 25 kN/m³.

Nella modellazione per la verifica dei setti simici gli elementi in c.a. strutturali non modellati (ad es. le fasce sottostanti le forometrie) sono stati considerati come carichi equivalenti.

7.2. Carichi permanenti non strutturali (G_2)

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti distribuiti:

G_2 distribuito	G_2 (kN/m ²)
- platea fondazione	2.50
- primo impalcato e platea	3.00
- impalcato copertura	2.00

7.3. Carichi variabili

Variabili	Q (kN/m ²)
- Carico variabile primo impalcato e platea (cat. E2)	10.00

7.4. Neve (variabile copertura)

Si riporta, sinteticamente, il valore del carico da neve.

Regione: Lombardia

Provincia: Brescia

Ubicazione: Zona I - Alpina

Quota sito s.l.m.m. as: 188 m

Topografia: Normale

Coefficiente di esposizione C_E : 1.0

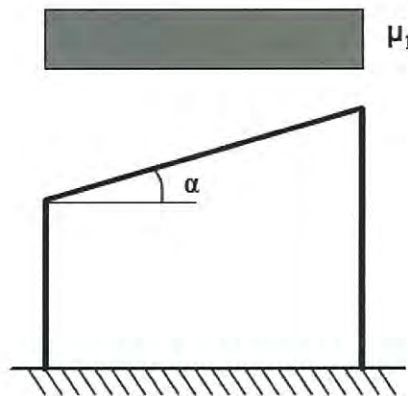
Coefficiente termico C_t : 1.00

Valore caratteristico di carico neve al suolo ($T_R=50$ anni) q_{sk} : 1.50 kN/m²

Angolo α della falda sull'orizzontale: 0°

Coefficiente di forma μ_1 : 0.80

Carico neve q : 1.20 kN/m²



Carico da neve

7.5. Azioni sismiche

Per le azioni sismiche si devono rispettare le prescrizioni di cui al § 3.2 delle NTC08 (vedi § 5 del presente elaborato). Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti. La determinazione dell'azione sismica viene calcolata considerando il totale delle masse G associate ai seguenti carichi gravitazionali:

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

G_1 masse dei pesi propri strutturali

G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali

Q_{kj} masse dei carichi accidentali

Con riferimento al § 7 delle NTC, data la regolarità in altezza e in pianta della struttura, si esegue l'analisi

dinamica lineare con fattore di struttura $q=1$, prendendo in considerazione modi tali da eccitare almeno 85% della massa.

8. COMBINAZIONI DI CARICO

8.1. Casi di carico elementari

In riferimento alle analisi dei carichi, sono stati creati i casi di carico elementari impiegati nelle combinazioni di verifica ai vari Stati Limite. I casi di carico elementari sono così definiti.

Azioni statiche per analisi statica lineare:

Tipo	Caso di carico	Descrizione
G _{1,a}	LC1	Pesi propri strutturali
G _{1,b}	LC2	Peso proprio elementi strutturali non modellati (fasce forometrie)
G _{1,c}	LC3	Peso proprio solaio
G _{2,a}	LC4	Permanenti portati platea
G _{2,b}	LC5	Permanenti portati solaio
Q _a	LC6	Variabili platea Cat. E2
Q _b	LC7	Variabili solaio Cat. E2
Q _{neve}	LC8	Neve

Casi di carico per azioni sismiche:

Tipo	Caso di carico	Descrizione
CDC=Ed (dinamico SLV) alfa=0.0 (ecc. +) -	LC9	Sisma direzione x con ecc. positiva
CDC=Ed (dinamico SLV) alfa=0.0 (ecc. -)	LC10	Sisma direzione x con ecc. negativa
CDC=Ed (dinamico SLV) alfa=90.0 (ecc. +)	LC11	Sisma direzione y con ecc. positiva
CDC=Ed (dinamico SLV) alfa=90.0 (ecc. -)	LC12	Sisma direzione y con ecc. negativa
CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) -	LC13	Sisma direzione x con ecc. positiva
CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	LC14	Sisma direzione x con ecc. negativa
CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.0 (ecc. +)	LC15	Sisma direzione y con ecc. positiva
CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.0 (ecc. -)	LC16	Sisma direzione y con ecc. negativa

I casi di carico elementari sono stati poi combinati secondo i coefficienti dei vari stati limite indicati in § 2 delle NTC 2008.

8.2. Combinazioni

Le combinazioni di carico sono stabilite, in modo da garantire la sicurezza, secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

In accordo al § 2.5.3 del D.M. 14/01/08 “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 (S.L.U.):

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili:

$$\psi G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} Q_{k2} + \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (vedi § 3.2 NTC08):

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

Nelle combinazioni per SLE si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Nelle formule sopra riportate il simbolo “+” vuol dire “combinato con”.

Nelle formule precedenti il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 2.5.1 delle NTC 2008.

Combinazione delle azioni geotecniche

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite.

In particolare, nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

La Tabella 2.6.1 delle NTC 2008 fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni riportati nella colonna EQU delle Tabelle sopra citate.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate.

Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

		Coefficiente	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_F	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli	γ_{G1}	1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (1)	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 2.6.I NTC08 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

Le verifiche sono state condotte utilizzando l'Approccio 2, per le quali vale la scrittura: (A1+M1+R3)

Si riportano i valori di coefficienti parziali per le diverse combinazioni di azioni:

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 6.2.I NTC08 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.2.II NTC08 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.5.I NTC08 – Coefficienti parziali γ_r per le verifiche agli SLU di tipo STR e GEO di muri di sostegno

8.2.1. Combinazione azione statiche e sismiche (SLU, SLV, SLD e SLE)

Di seguito si riportano le combinazioni generate dalle azioni elementari agenti sulla struttura al fine di condurre le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio.

	Tipo	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16
Comb. SLU A1 1	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 2	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 3	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 4	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	1.5	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 5	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 6	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 7	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 8	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 10	1	1	1	1	0	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 11	1	1	1	1	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 12	1	1	1	1	0	0	0	1.5	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 13	1	1	1	1	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 14	1	1	1	1	0	0	1.5	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 15	1	1	1	1	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 16	1	1	1	1	0	0	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 17	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 18	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 19	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 20	1	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 21	1	1	1	1	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 22	1	1	1	1	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 23	1	1	1	1	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 24	1	1	1	1	0	0	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-1	0	-0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-1	0	0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	1	0	-0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	1	0	0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-1	0	0	-0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-1	0	0	0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	1	0	0	-0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	1	0	0	0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-1	-0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-1	0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	1	-0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	1	0.3	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-1	0	-0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-1	0	0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	1	0	-0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	1	0	0.3	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	0	-1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	0	1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0.3	0	-1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0.3	0	1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 45	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-0.3	-1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-0.3	1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 47	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	0.3	-1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 48	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	0.3	1	0	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 49	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	0	0	-1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 50	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	-0.3	0	0	1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 51	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0.3	0	0	-1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 52	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0.3	0	0	1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 53	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-0.3	0	-1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 54	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	-0.3	0	1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 55	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	0.3	0	-1	0	0	0	0
Comb. SLU A1 (SLV sism.) 56	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0	0	0.3	0	1	0	0	0	0

9. MODELLO DI CALCOLO

La valutazione della sicurezza è eseguita con riferimento al comportamento statico e sismico globale, attraverso i criteri di modellazione e di verifica definiti di seguito.

Il software utilizzato è il Pro_Sap distribuito dalla 2SI di Ferrara che utilizza come solutore ad elementi finiti l'Algor Supersap prodotto negli Stati Uniti. Il solutore f.e.m., in commercio da molti anni, è stato sottoposto con successo ai controlli ed alle prove NAFEMS (National Agency for Finite Element Methods and Standards) in Inghilterra. Si rimanda al sito <https://www.2si.it> per i documenti di affidabilità.

9.1. Parametri della modellazione numerica

Il modello della struttura è tridimensionale e rappresenta in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidità e resistenza. Sono stati realizzati due modelli:

- Modello 1 con vincoli rigidi alla base per effettuare le verifiche di sicurezza dei setti sismici;
- Modello 2 in cui a partire dal modello 1 è stata inserita la platea di fondazione su suolo elastico.

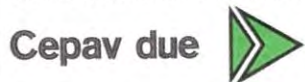
Nel modello 1 la struttura tridimensionale è realizzata da elementi tipo shell verticali incernierati alla base per modellare i setti sismici con spessore 25 cm. I solai sono stati modellati come elementi infinitamente rigidi nel piano con funzione di ripartire i carichi sugli elementi perimetrali.

Nel modello 2 la platea è stata modellata con elementi tipo shell con spessore 80cm su molle alla "Winkler" (rigidità 10 000 kN/m³).

Nell'analisi sismica per rappresentare la rigidità degli elementi strutturali si è tenuto in conto della fessurazione considerando una riduzione del 50% rispetto ai corrispondenti elementi non fessurati. Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, al centro di massa è stata attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione in ogni direzione pari a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

A seguire si riporta una vista del modello descritto.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

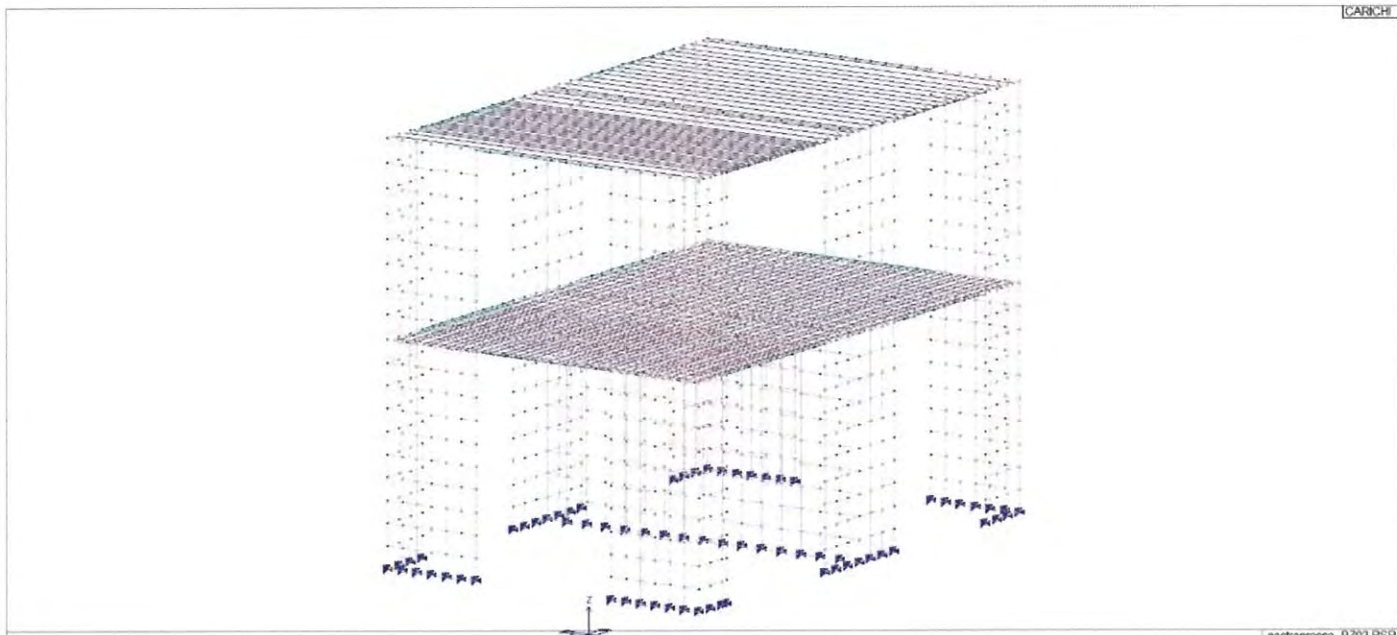
Progetto
INOR

Lotto
11

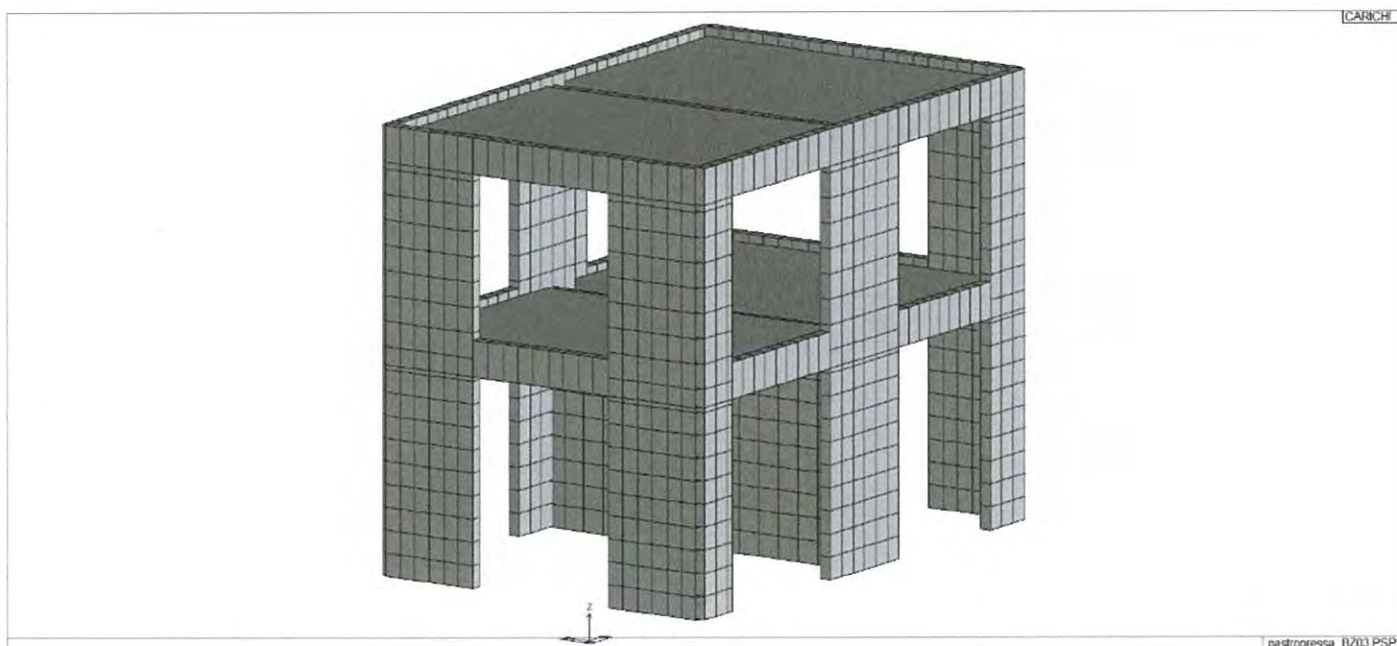
Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
28 di 92

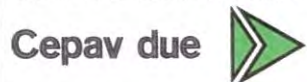


Vista unifilare modello 1



Vista solida modello 1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

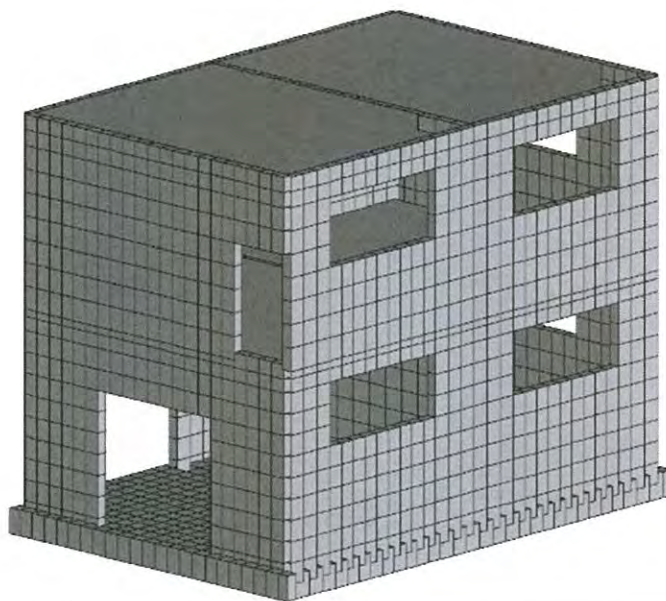
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
29 di 92

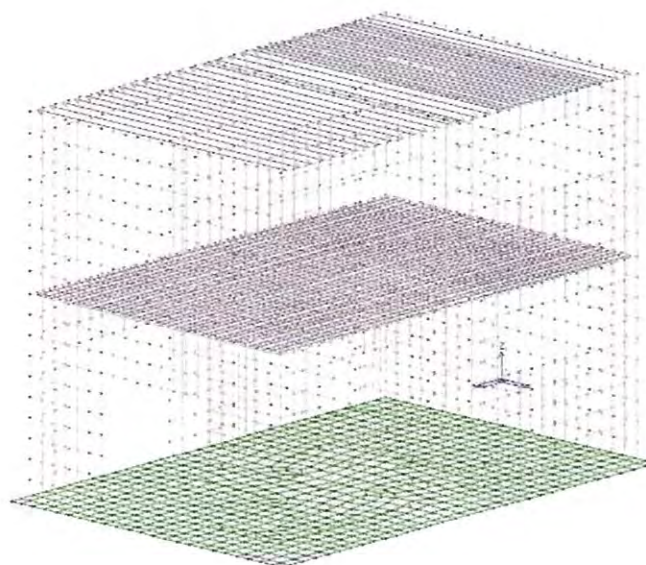
RISULTATI



nastropressa_FONDAZIONI_B202.PSP

Vista unifilare modello 2

RISULTATI



nastropressa_FONDAZIONI_B202.PSP

Vista solida modello 2

10. VERIFICHE

Si riportano i principali riferimenti normativi per la valutazione di sicurezza degli elementi in calcestruzzo.

10.1. Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

10.1.1. Resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali)

Con riferimento alla sezione pressoinflessa, rappresentata in figura assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli $\sigma - \epsilon$ di cui nei punti 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3 delle NTC08, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

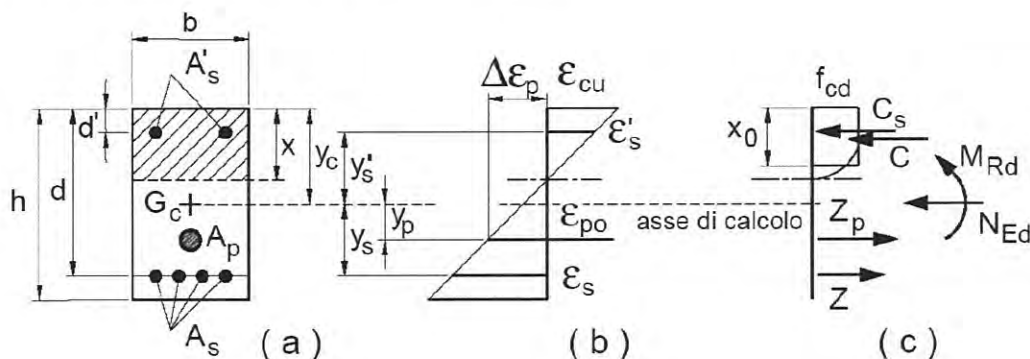
$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



Sezione pressoinflessa

Nel caso di pressoflessione deviata la verifica della sezione può essere posta nella forma:

$$\left(\frac{M_{E_{yd}}}{M_{R_{yd}}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{E_{zd}}}{M_{R_{zd}}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove $M_{E_{yd}}$, $M_{E_{zd}}$ sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi y e z ;
 $M_{R_{yd}}$, $M_{R_{zd}}$ sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a N_{Ed} valutati

separatamente attorno agli assi y e z. L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione e dei parametri

$$v = N_{Ed}/N_{Rcd} \quad \omega_t = A_t \cdot f_{yd} / N_{Rcd}$$

con $N_{Rcd} = A_c \cdot f_{cd}$.

In mancanza di una specifica valutazione, può porsi cautelativamente $\alpha=1$.

10.1.2. Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

La verifica di resistenza (SLU) si pone con $V_{Rd} \geq V_{Ed}$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente. Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm)

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:



$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \quad (4.1.16)$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con $V_{Rd} \geq V_{Ed}$ (4.1.17)

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite: $V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1 delle NTC08 e inoltre si è posto:

- A_{sw} area dell'armatura trasversale;
- s interasse tra due armature trasversali consecutive;
- α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);
- α_c coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp}/f_{cd} \text{ per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$$

$$1,25 \text{ per } 0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$$

$$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) \text{ per } 0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$$

10.2. Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)**10.2.1. Verifica delle tensioni di esercizio**

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

Punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC08: “Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio”

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)

$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Punto 4.1.2.2.5.2 delle NTC08: “Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

Per l'acciaio avente caratteristiche corrispondenti a quanto indicato al Cap. 11, la tensione massima, σ_s , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$.

10.2.2. Verifiche a fessurazione

Per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture è necessario non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione. Lo stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$w_1 = 0,2 \text{ mm}$

$w_2 = 0,3 \text{ mm}$

$w_3 = 0,4 \text{ mm}$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione riportato nella Tab. 4.1.IV delle NTC 08.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

La verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, può riferirsi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle Tabelle C4.1.II e C4.1.III. La tensione σ_s è quella nell'acciaio d'armatura prossimo al lembo teso della sezione calcolata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente (v. Tabella C4.1.IV NTC).

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Qualora la verifica indiretta non fosse rispettata si procederà al calcolo dell'ampiezza delle fessure così come indicato al punto C4.1.2.2.4.6 della Circolare n° 617/2009.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
35 di 92

11. SOLAI

I solai vengono verificati studiando una fascia di 1 m di soletta secondo semplici schemi statici.

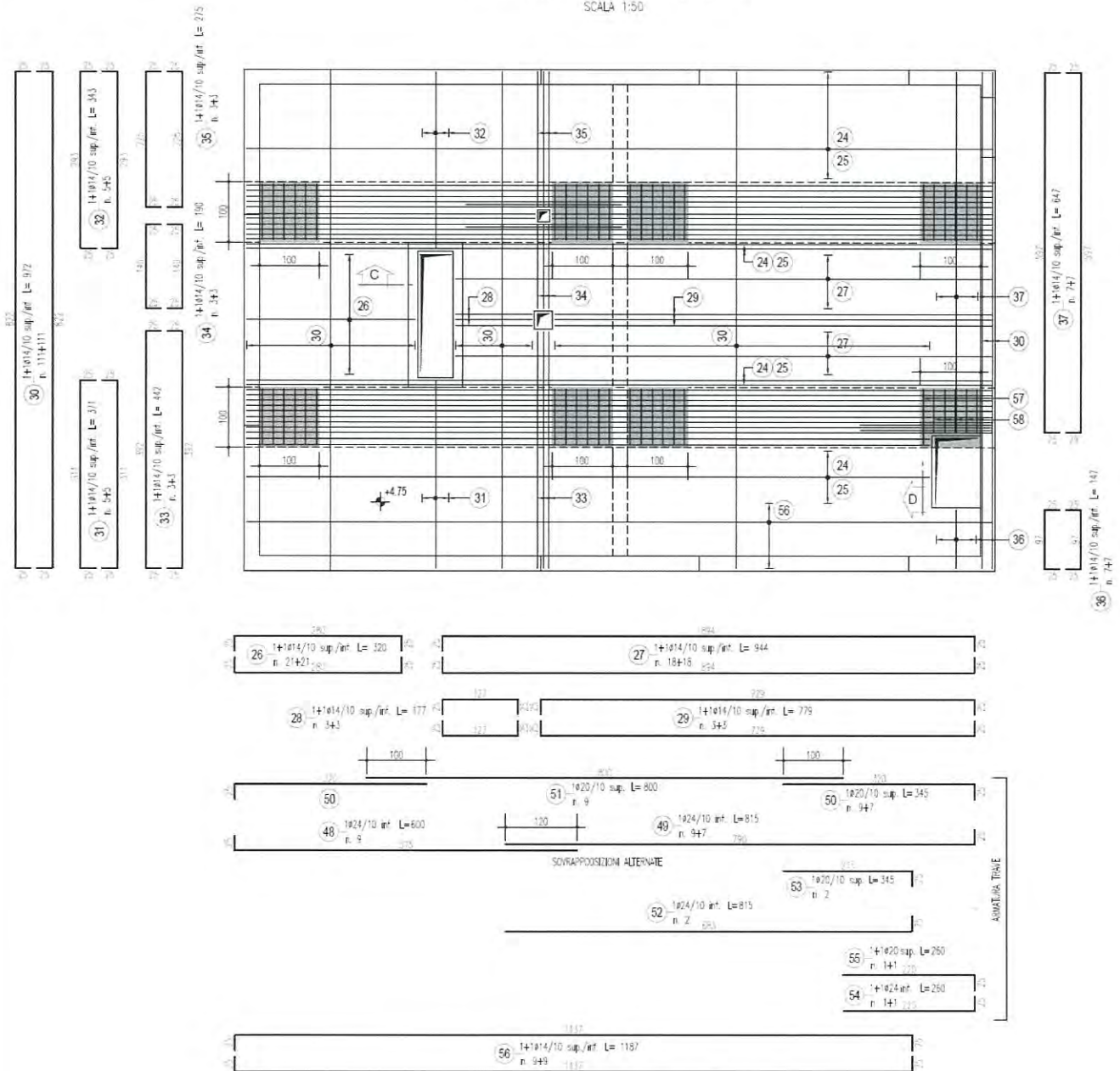
11.1. Impalcato quota +4.75

Si riportano delle immagini delle armature rimandando per maggiori dettagli agli elaborati grafici di progetto.

STAFFE 14*1012/20

PIANTA A Q.TA +4.75

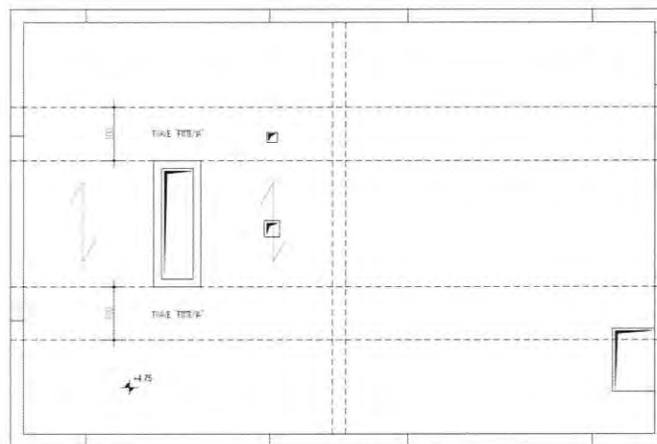
SCALA 1:50



Impalcato quota +4.75m

Data l'entità della forometria che non consente di studiare il solaio come una soletta piena bidirezionale si sono previsti due schemi di calcolo principali:

- Schema a trave continua della trave "fittizia" che si realizza ai bordi del lato corto del foro;
- Schema solaio continuo e semplicemente appoggiato nel lato corto.



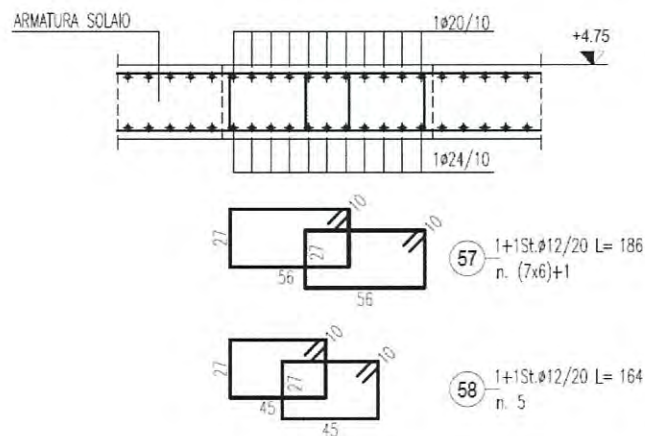
Schema di calcolo

11.1.1. Trave continua "fittizia"

La trave "fittizia" viene ipotizzata rettangolare 100cm x 35cm in grado di portare la quota parte di solaio in adiacenza al foro.

SEZIONE D-D

SCALA 1:25



Armatura sezione appoggio trave

Verifiche SLU

Trave Continua - File: TRAVE FORO

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo: **TRAVE FITTIZIA**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): **2** Appoggi **3** Sezioni

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°	App.	Largh.
1	6.15	20	28.6	1	1	0.25
2	6.15	8.75	13	1	2	0.25
					3	0.25

Vincoli di estremità: Sinistra Destra

Appoggio:

Incastro:

Libero:

Elastico:

Diagrammi: Visualizza Deformata

Momento 1: **100**

Scale fisse Taglio 1:

Freccia 1: **0.02**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

M I M ± T

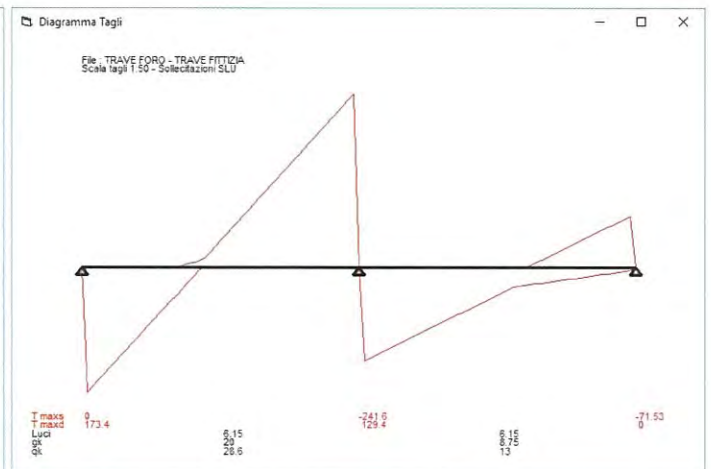
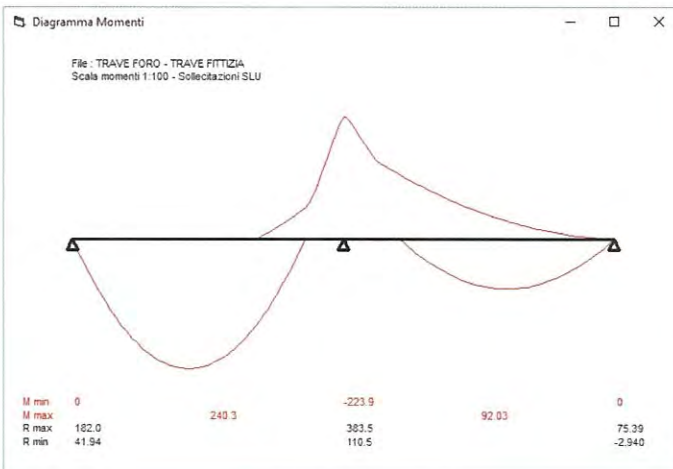
DWG Esporta Blocco ?

Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	240.3	2.583	43.98	2.092	1.36E-02	-2.06E-04
2	-64.51		-223.9			
m	92.03	3.69	0	6.15	4.73E-03	-4.63E-03
3	7.105E-15		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		173.4	182	41.94
2	-241.6	129.4	383.5	110.5
3	-71.53		75.39	-2.94



Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
38 di 92

Momento negativo $M_{Ed} = -225$ kNm

Momento positivo $M_{Ed} = 245$ kNm

Verifica C.A. S.L.U. - File: TRAVE FORO_00

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

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	35	1	31.42	6.4
			2	45.24	28.4

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

Sollecitazioni: S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{Ed}: -225 kNm
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 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 Deviata

Materiali: B450C | C32/40

M_{xRd}: -309.7 kNm

Calcola MRd | Dominio M-N

L₀: 0 cm | Col. modello

Precompresso

Verificato

Verifica C.A. S.L.U. - File: TRAVE FORO_00

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

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	35	1	31.42	6.4
			2	45.24	28.4

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

Sollecitazioni: S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{Ed}: 245 kNm
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 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 Deviata

Materiali: B450C | C32/40

M_{xRd}: 426.7 kNm

Calcola MRd | Dominio M-N

L₀: 0 cm | Col. modello

Precompresso

Verificato

Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N _{Ed}	V _{Ed}
b _w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R _{ck} (MPa)	f _{yk} (MPa)	(kN)	(kN)
100.00	35.00	6.40	28.60	40.00	450.00	0.00	245.00
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V _{Rd}	V _{Ed} / V _{Rd}
A _{SL,tot} (mmq)						(kN)	
31.416						208.99	1.17

NO !!!

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO							
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N _{Ed}	V _{Ed}
b _w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R _{ck} (MPa)	f _{yk} (MPa)	(kN)	(kN)
100.00	35.00	6.40	28.60	40.00	450.00	0.00	245.00
ARMATURE A TAGLIO						V _{Rd}	V _{Ed} / V _{Rd}
n _{b,sw}	Φ _{sw} (mm)	s (cm)	A _{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)	
4	12	20.00	452.39	90.00	40.00	271.57	0.90

OK

Verifiche SLE

Le verifiche agli stati limite di esercizio vengono svolte secondo quanto visto sopra considerando i seguenti limiti per le verifiche a fessurazione. Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni SLE e la verifica per la sezione più sfavorevole ovvero in appoggio.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	w_d
b	Aggressive	frequente	$\leq w_2 = 0.3\text{mm}$
		quasi permanente	$\leq w_1 = 0.2\text{mm}$

Diagramma momenti combinazione RARA

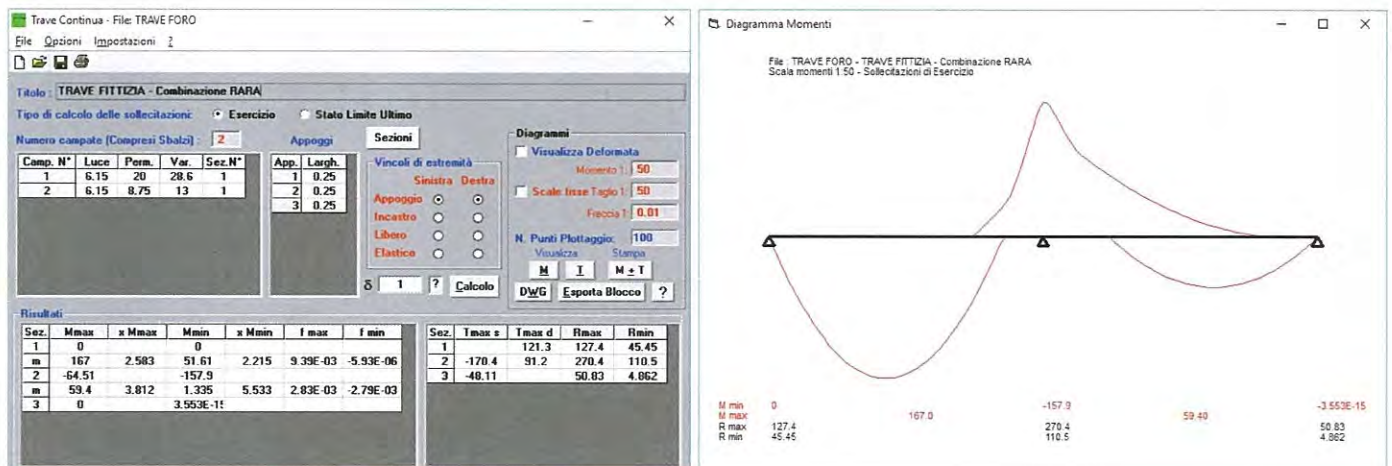
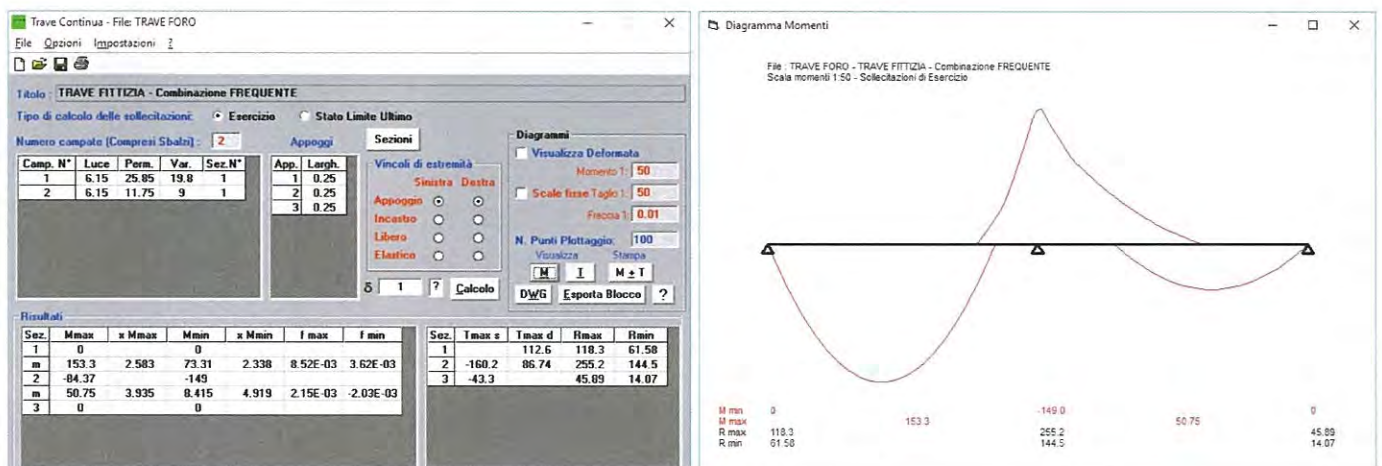


Diagramma momenti combinazione FREQUENTE



Doc. N.

Progetto
INOR

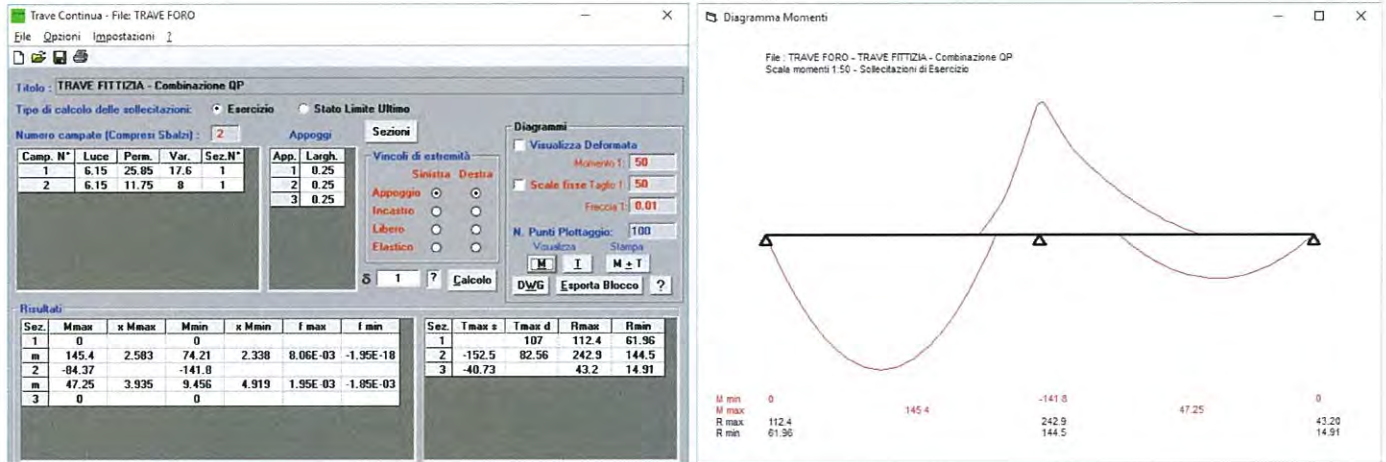
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

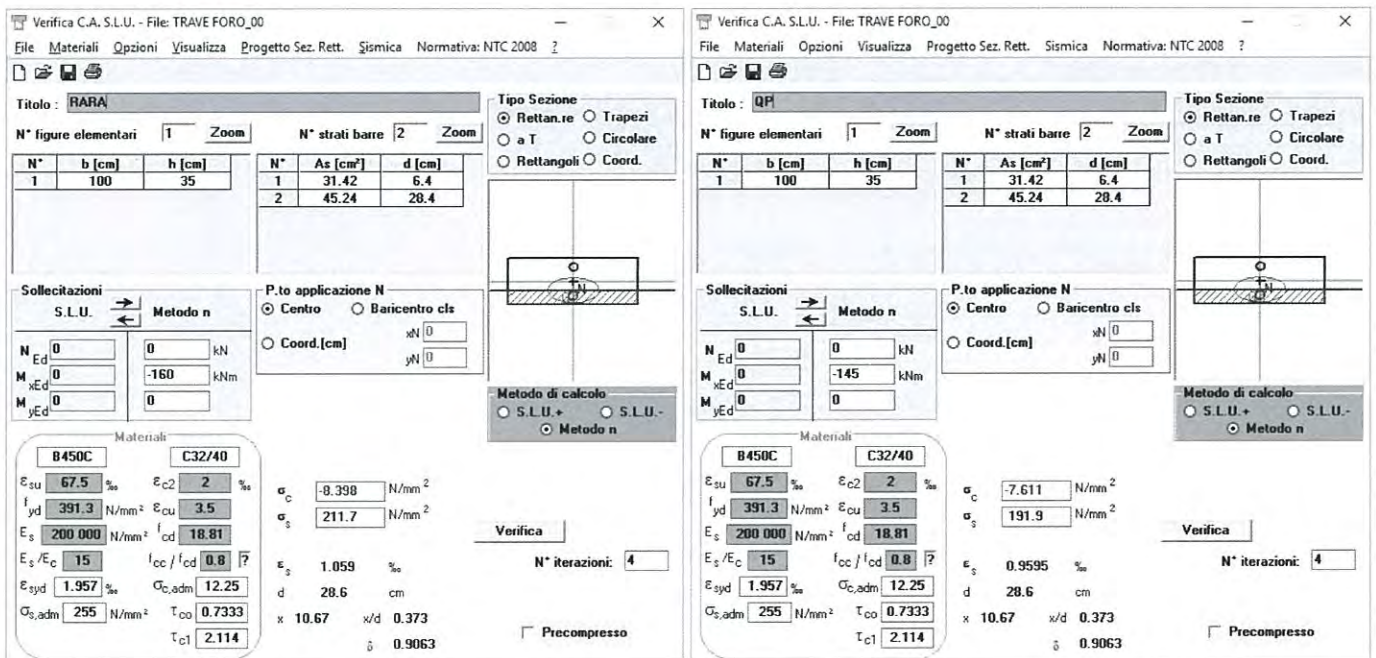
Rev.
A

Foglio
40 di 92

Diagramma momenti combinazione QUASI PERMANENTE



Verifiche tensioni di esercizio



Combinazione RARA

$\sigma_c = 8.4 \text{ MPa} \leq 19.9 \text{ MPa} (= 0.60 f_{ck})$

Verificato

$\sigma_s = 211.7 \text{ MPa} \leq 313 \text{ MPa} (= 0.80 f_{yk})$

Verificato

Combinazione QP

$\sigma_c = 7.6 \text{ MPa} \leq 14.94 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

Verificato

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
41 di 92Verifiche fessurazione

Calcolo tensioni per la Combinazione:	Frequente	
momento sollecitante comb. caratt. (valore assoluto)	$M_{Ed,caratt}$	150.00 kNm
posizione asse neutro	x	10.61 cm
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J_x	204352.07 cm ⁴
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	-7.79 MPa
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	198.12 MPa

(- compressione, + trazione)

(- compressione, + trazione)

α_e	6.24	
$A_{c,eff}$	813.1184559	cm ²
ρ_{eff}	0.04	
k_t	0.4	
ϵ_{sm}	7.5379E-04	

ϕ_{eq}	2.00	cm
C_{eff}	5.4	cm
Tipo di barre	barre a.m.	
Sollecitazione prevalente	flessione	
k_1	0.8	
k_2	0.5	
Δ_{smax}	271.60	mm

w_d	0.205	mm
-------	--------------	----

OK

Calcolo tensioni per la Combinazione:	Quasi permanente	
momento sollecitante comb. caratt. (valore assoluto)	$M_{Ed,caratt}$	145.00 kNm
posizione asse neutro	x	10.61 cm
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J_x	204352.07 cm ⁴
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	-7.53 MPa
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	191.51 MPa

(- compressione, + trazione)

(- compressione, + trazione)

α_e	6.24	
$A_{c,eff}$	813.1184559	cm ²
ρ_{eff}	0.04	
k_t	0.4	
ϵ_{sm}	7.2234E-04	

ϕ_{eq}	2.00	cm
C_{eff}	5.4	cm
Tipo di barre	barre a.m.	
Sollecitazione prevalente	flessione	
k_1	0.8	
k_2	0.5	
Δ_{smax}	271.60	mm

w_d	0.196	mm
-------	--------------	----

OK

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

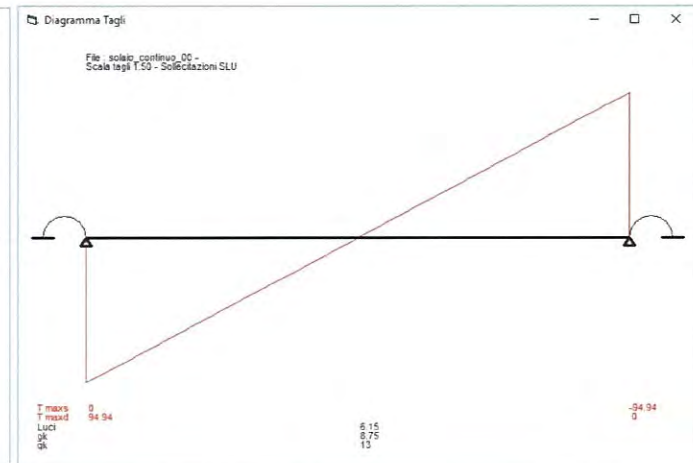
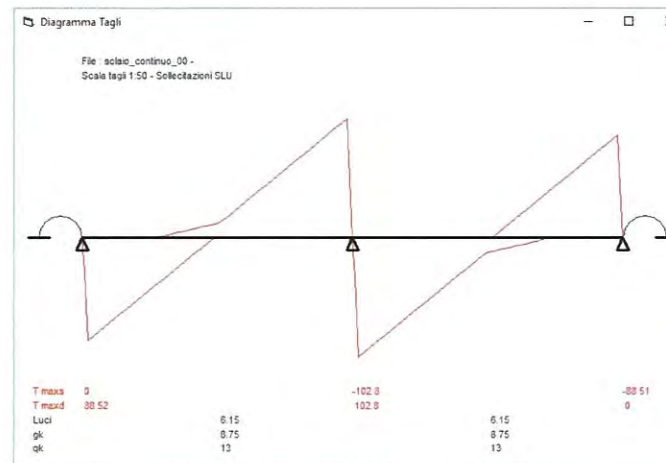
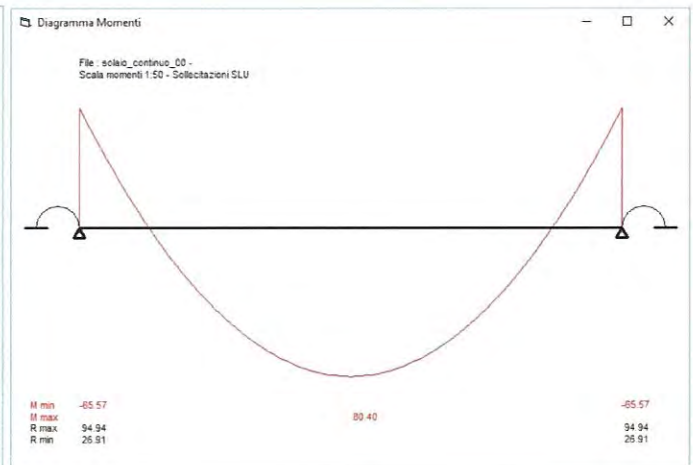
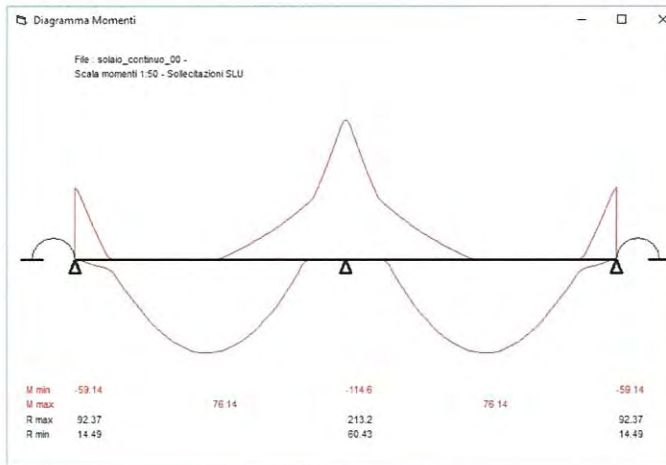
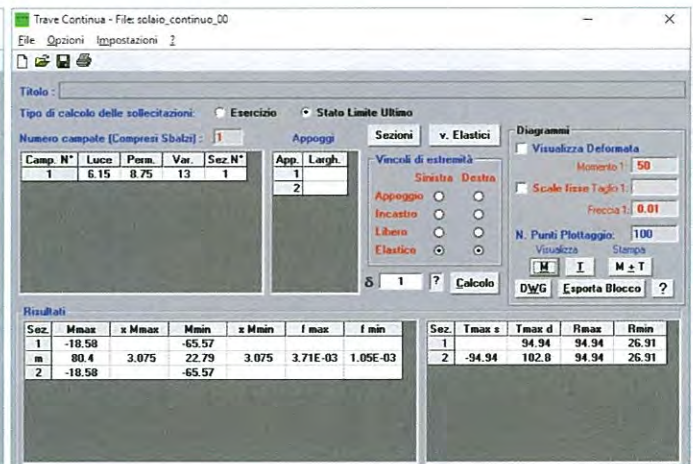
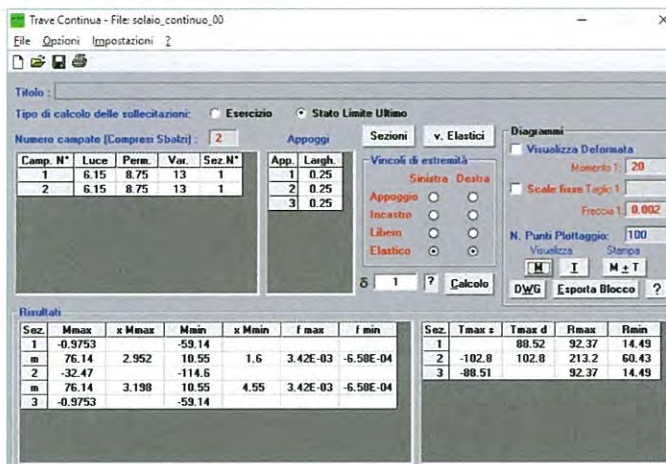
Rev.
A

Foglio
42 di 92

11.1.2. Solaio continuo ed in semplice appoggio

Data la simmetria dell'armatura nelle rimanenti zone del solaio, si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per i due schemi di calcolo individuati (solaio continuo e in appoggio semincastrati) caratterizzando le sollecitazioni di verifica.

Verifiche SLU



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

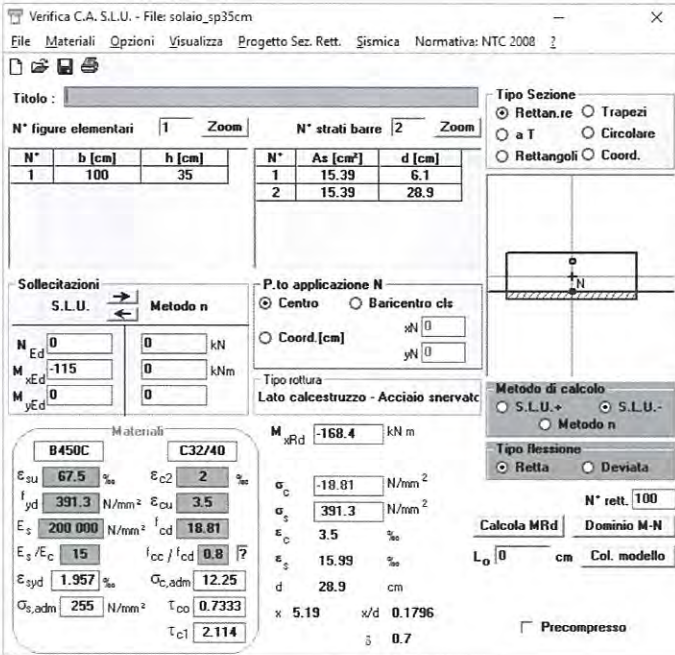
Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
43 di 92

Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2. Data la simmetria di armatura si riporta la verifica più sfavorevole.

Momento negativo $M_{Ed} = 168.4$ kNm



Verificato

Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
100.00	35.00	5.90	29.10	40.00	450.00	0.00	105.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	OK
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
15.394	1.83	0.50	0.0053	0	166.02	0.63		

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
44 di 92

Verifiche SLE

Le verifiche agli stati limite di esercizio vengono svolte secondo quanto visto sopra considerando i seguenti limiti per le verifiche a fessurazione.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	w_d
b	Aggressive	frequente	$\leq w_2 = 0.3\text{mm}$
		quasi permanente	$\leq w_1 = 0.2\text{ mm}$

Data la simmetria di armatura, si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni SLE per lo schema statico più sfavorevole (in termini di sollecitazioni) e la verifica della sezione in appoggio.

Diagramma momenti combinazione RARA

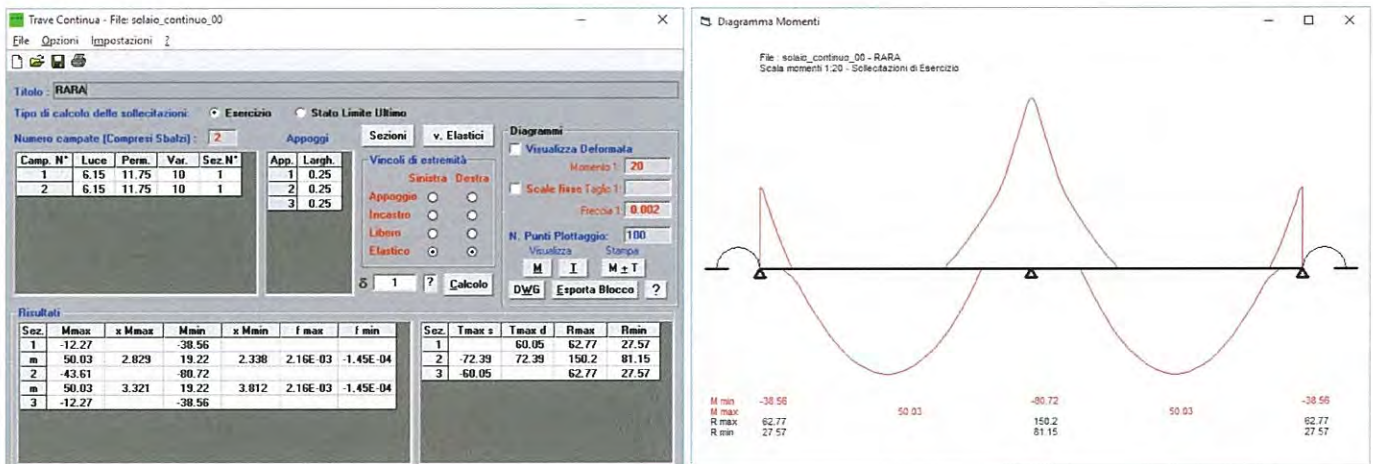


Diagramma momenti combinazione FREQUENTE

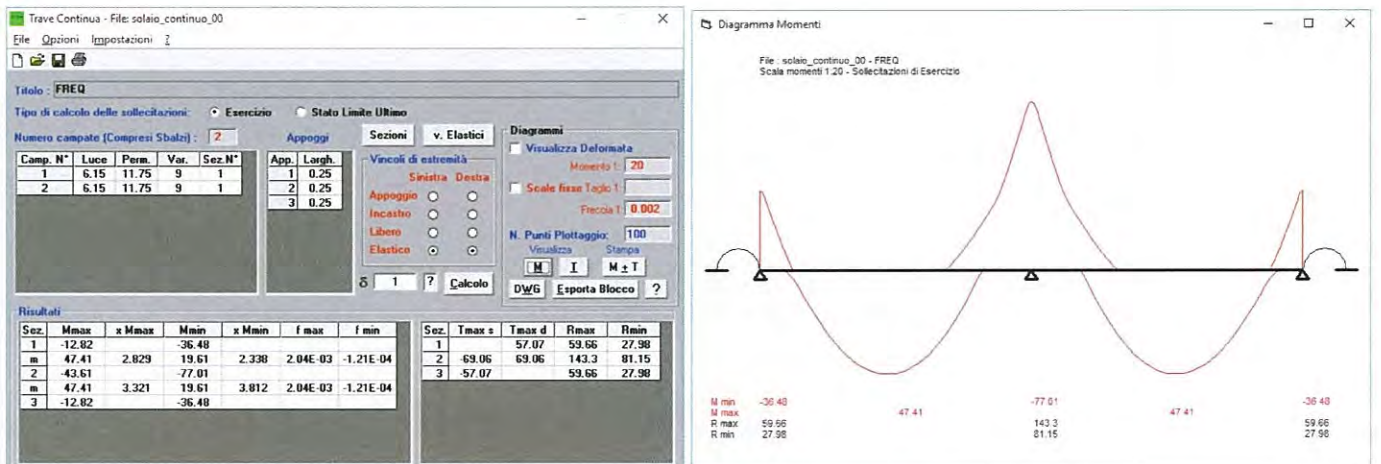


Diagramma momenti combinazione QUASI PERMANENTE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
45 di 92

Trave Continua - File: solaio_continuo_00

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo: QP

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): 2

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°	App.	Largh.
1	6.15	11.75	8	1	1	0.25
2	6.15	11.75	8	1	2	0.25
					3	0.25

Sezioni v. Elastici

Vincoli di estremità

Appoggio Sinistra Destra

Incastro Libero Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 20

Scale fisse Toglio 1:

Freccia 1: 0.002

N. Punti Plottaggio: 100

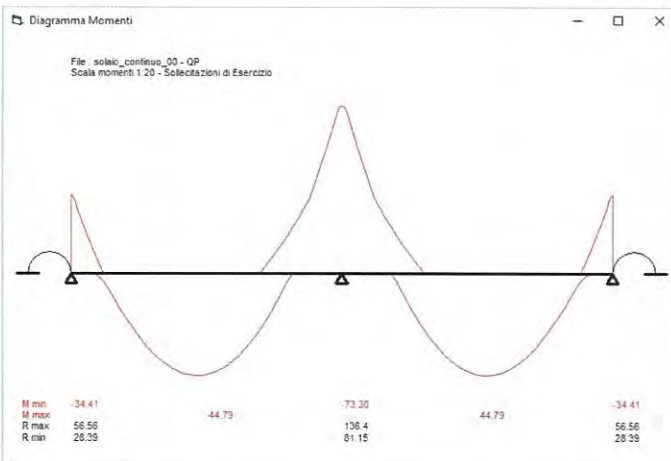
Visualizza Stampa DWG Esporta Blocco ?

Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	-13.38		-34.41			
m	44.79	2.829	20.03	2.46	1.91E-03	-9.67E-05
2	-43.61		-73.3			
m	44.79	3.321	20.03	3.69	1.91E-03	-9.67E-05
3	-13.38		-34.41			

Sez.	Tmax ±	Tmax d	Rmax	Rmin
1	54.09	56.56	28.39	
2	-65.73	65.73	136.4	81.15
3	-54.09		56.56	28.39



Verifiche tensioni di esercizio

Verifica C.A. S.L.U. - File: solaio_sp35cm

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

Titolo: RARA

N° figure elementari: 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N° strati barre: 2 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.39	6.1
2	15.39	28.9

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: -81 kNm
M_{yEd}: 0

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

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

Materiali: B450C C32/40

Proprietà	B450C	C32/40
E _{su}	67.5	2
f _{yd}	391.3	3.5
E _s	200 000	18.81
E _s /E _c	15	0.8
E _{syd}	1.957	12.25
C _{s,adm}	255	0.7333
τ _{c1}	2.114	

σ_c: -6.133 N/mm²
σ_s: 206.5 N/mm²

ε_s: 1.032 ‰
d: 28.9 cm
x/d: 8.907
w/d: 0.3082
δ: 0.8253

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: solaio_sp35cm

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

Titolo: QP

N° figure elementari: 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N° strati barre: 2 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.39	6.1
2	15.39	28.9

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: -75 kNm
M_{yEd}: 0

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

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

Materiali: B450C C32/40

Proprietà	B450C	C32/40
E _{su}	67.5	2
f _{yd}	391.3	3.5
E _s	200 000	18.81
E _s /E _c	15	0.8
E _{syd}	1.957	12.25
C _{s,adm}	255	0.7333
τ _{c1}	2.114	

σ_c: -5.678 N/mm²
σ_s: 191.2 N/mm²

ε_s: 0.9559 ‰
d: 28.9 cm
x/d: 8.907
w/d: 0.3082
δ: 0.8253

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Combinazione RARA

$\sigma_c = 6.1 \text{ MPa} \leq 19.9 \text{ MPa} (= 0.60 f_{ck})$

Verificato

$\sigma_s = 206.5 \text{ MPa} \leq 313 \text{ MPa} (= 0.80 f_{yk})$

Verificato

Combinazione QP

$\sigma_c = 5.7 \text{ MPa} \leq 14.94 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

Verificato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
46 di 92

Verifiche fessurazione

Verifica C.A. S.L.U. - File: solaio_sp35cm

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

Titolo: **FREQ**

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	35	1	15.39	6.1
			2	15.39	28.9

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

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	C32/40
E_{su} 67.5 %	E_{c2} 2 %
f_{yd} 391.3 N/mm²	E_{cu} 3.5 %
E_c 200 000 N/mm²	f_{cd} 18.81
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.7333
	τ_{c1} 2.114

σ_c -5.906 N/mm²
 σ_s 198.8 N/mm²

ϵ_s 0.9941 %
 d 28.9 cm
 x 8.907 x/d 0.3082
 $\bar{\rho}$ 0.8253

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Combinazione FREQ (w2)

$\sigma_s = 198.8$ MPa ($\phi_{max} = 25$ mm, $i = 250$ mm)

Verificato

Combinazione QP (w1)

$\sigma_s = 191.2$ MPa ($\phi_{max} = 16$ mm, $i = 150$ mm)

Verificato

Doc. N.

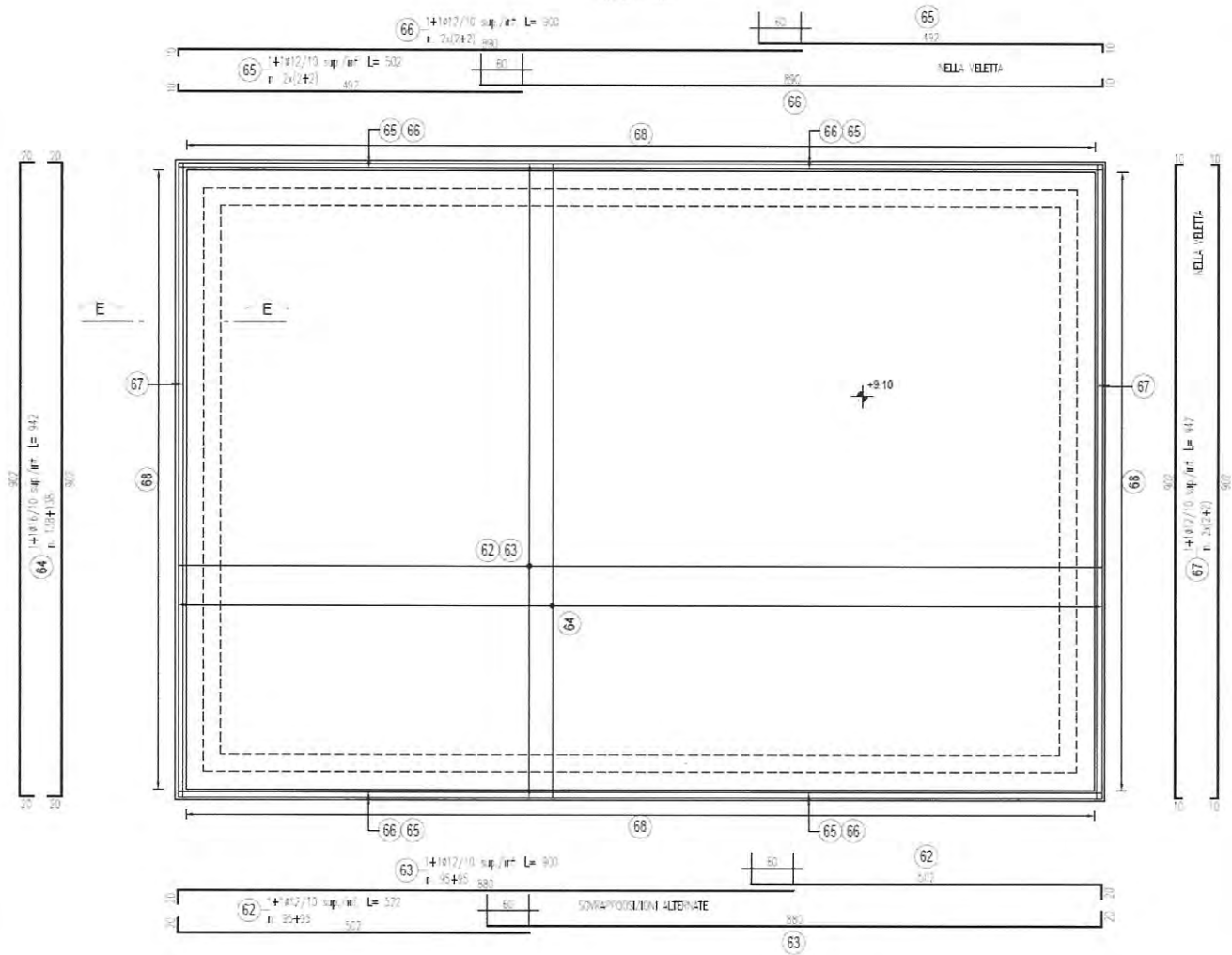
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
47 di 92

11.2. Copertura

Il solaio di copertura è realizzato con una soletta piena in ca con spessore pari a 30cm. Lo schema viene analizzato come unidirezionale nel lato lungo pari a 8.05m.

PIANTA COPERTURA

SCALA 1:50



Armatura solaio copertura

Verifiche SLU

Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2. Data la simmetria di armatura si riporta la verifica più sfavorevole.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
48 di 92

Trave Continua - File: COPERTURA

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo :

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : 1

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	8.05	7.5	3.2	1

Appoggi

App.	Largh.
1	0.25
2	0.25

Sezioni

Vincoli di estremità: Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Calcolo

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento: 50

Scale fisse Taglio:

Freccia: 0.05

N. Punti Piottaggio: 100

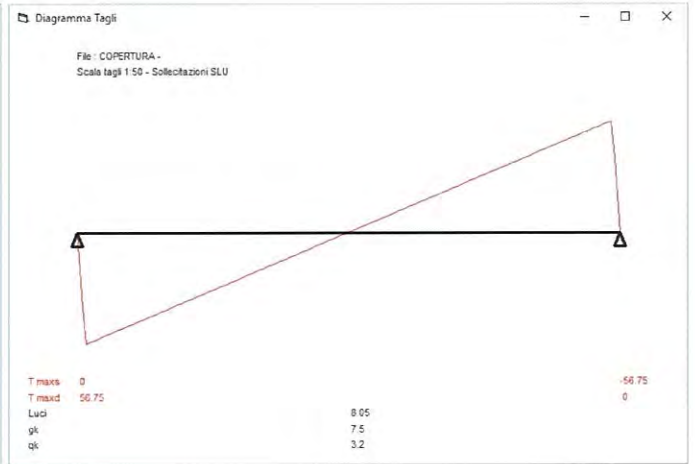
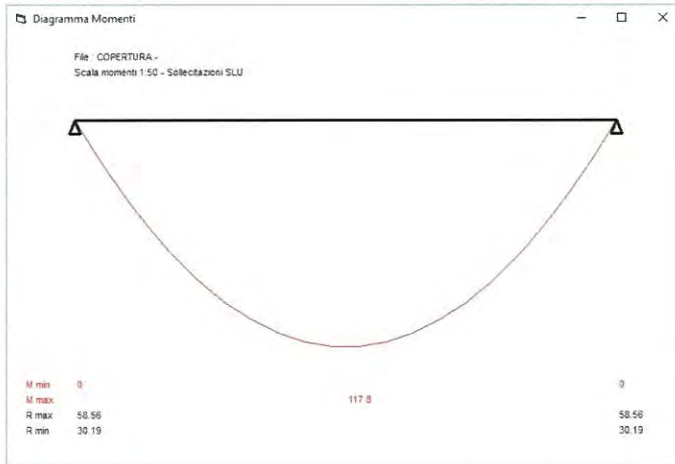
Visualizza Stampa

DWG Esporta Blocco ?

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0	0	0	0	1.11E-02	5.74E-03
m	117.8	4.065	60.75	4.065		
2	0	0	0	0		

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1	56.75	58.56	30.19	
2	-56.75	58.56	30.19	



Momento negativo $M_{Ed} = 168.4 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: copertura_sp=30cm

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

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N° strati barre 2 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	6
2	20.11	24

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN

M_{xEd} 120 kNm

M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cfs

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 Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_0 0 cm Col. modello

Materiali

Materiali	B450C	C32/40
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s	200 000 N/mm²	f_{cd} 18.81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ϵ_{sp}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12.25
$\sigma_{s,adm}$	295 N/mm²	τ_{co} 0.7333
		τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 173.1 kNm

σ_c -18.81 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_c 3.5 ‰

ϵ_s 11.28 ‰

d 24 cm

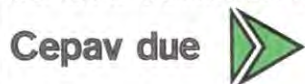
x 5.682 x/d 0.2368

δ 0.7359

Precompresso

Verificato

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
49 di 92

Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
100.00	30.00	6.00	24.00	40.00	450.00	0.00	60.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
20.106	1.91	0.53	0.0084	0	166.92	0.36		

Verifiche SLE

Le verifiche agli stati limite di esercizio vengono svolte secondo quanto visto sopra considerando i seguenti limiti per le verifiche a fessurazione.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	w_d
b	Aggressive	frequente	$\leq w_2 = 0.3\text{mm}$
		quasi permanente	$\leq w_1 = 0.2\text{ mm}$

Data la simmetria di armatura, si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni SLE per lo schema statico più sfavorevole (in termini di sollecitazioni) e la verifica della sezione in mezzeria.

Diagramma momenti combinazione RARA

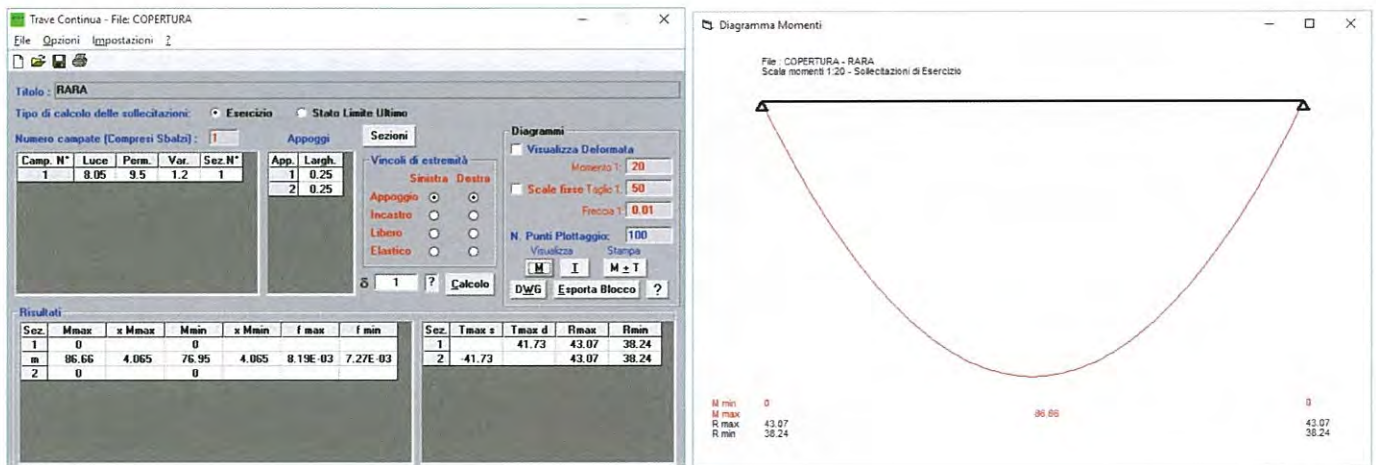
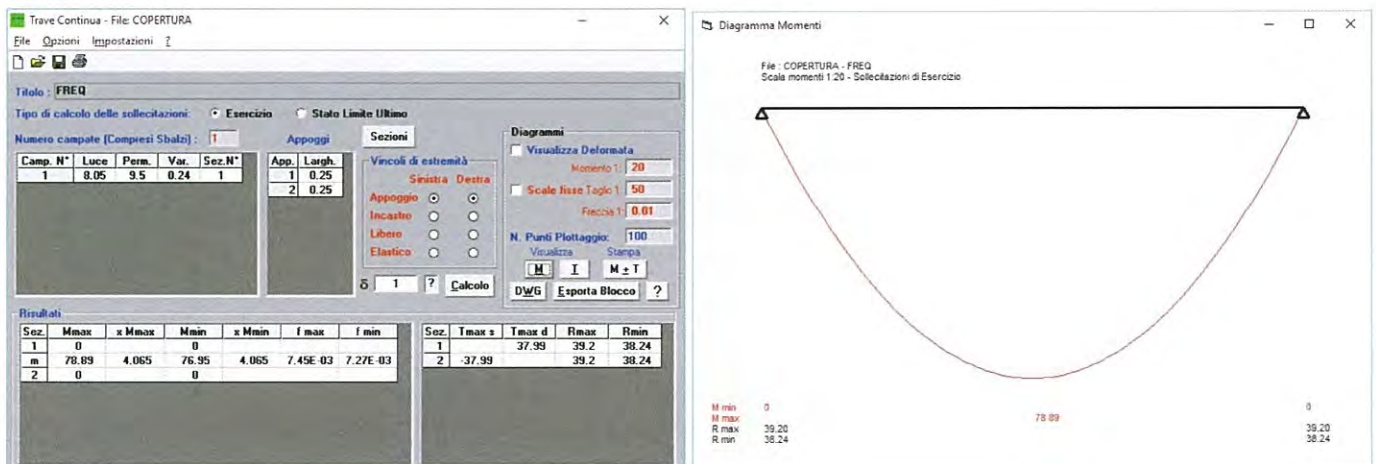


Diagramma momenti combinazione FREQUENTE



Doc. N.

Progetto
INOR

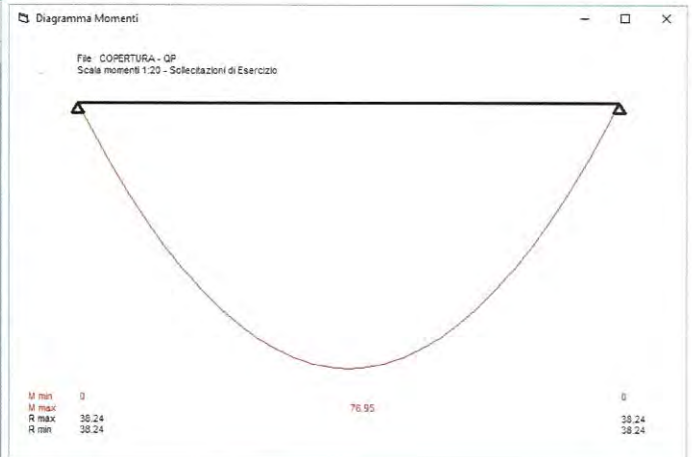
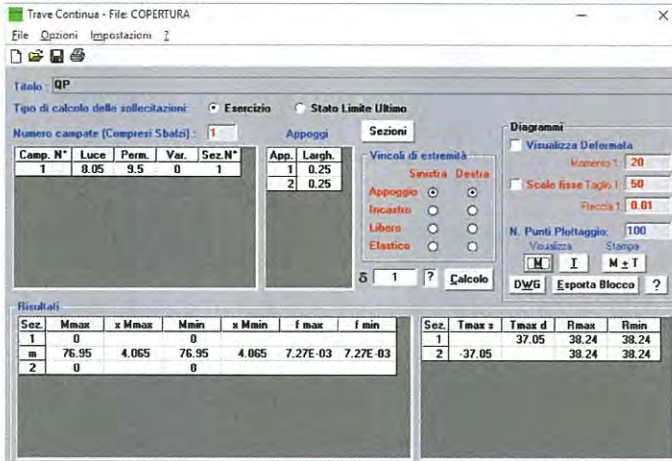
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

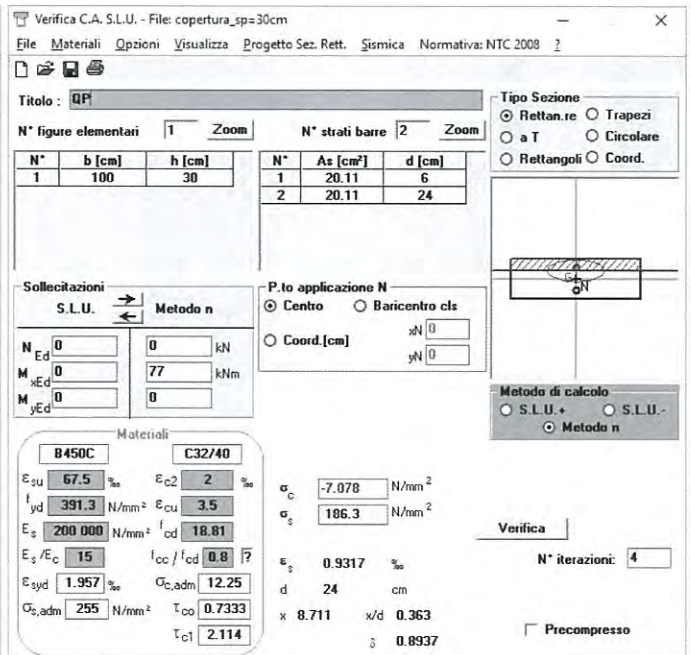
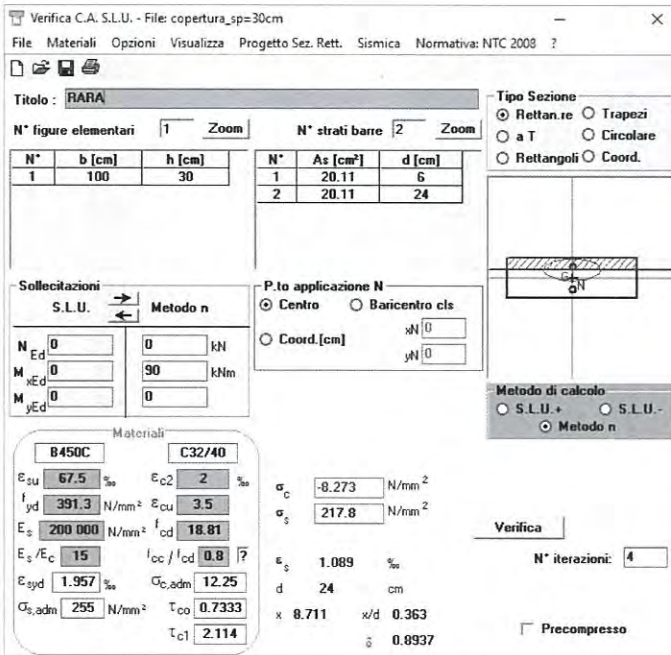
Rev.
A

Foglio
51 di 92

Diagramma momenti combinazione QUASI PERMANENTE



Verifiche tensioni di esercizio



Combinazione RARA

$\sigma_c = 8.2 \text{ MPa} \leq 19.9 \text{ MPa} (= 0.60 f_{ck})$

Verificato

$\sigma_s = 217.8 \text{ MPa} \leq 313 \text{ MPa} (= 0.80 f_{yk})$

Verificato

Combinazione QP

$\sigma_c = 7.1 \text{ MPa} \leq 14.94 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

Verificato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
52 di 92

Verifiche fessurazione

Verifica C.A. S.L.U. - File: copertura_sp=30cm

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

Titolo: **FREQ**

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	20.11	6
			2	20.11	24

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: 80 kNm
M_{yEd}: 0
M_{zEd}: 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 C32/40

E _{su} : 67.5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰	σ _c : -7.354 N/mm ²
f _{yd} : 391.3 N/mm ²	ε _{cu} : 3.5 ‰	σ _s : 193.6 N/mm ²
E _s : 200 000 N/mm ²	f _{cd} : 18.81	
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0.8	ε _s : 0.968 ‰
ε _{syd} : 1.957 ‰	σ _{c,adm} : 12.25	d: 24 cm
σ _{s,adm} : 255 N/mm ²	f _{co} : 0.7333	x: 8.711 x/d: 0.363
	τ _{c1} : 2.114	δ: 0.8937

Verifica: Precompresso

N° iterazioni: 4

Combinazione FREQ (w2)

σ_s = 193.6 MPa (φ_{max} = 25 mm, i = 250mm)

Verificato

Combinazione QP (w1)

σ_s = 186.3 MPa (φ_{max} = 16 mm, i = 150mm)

Verificato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

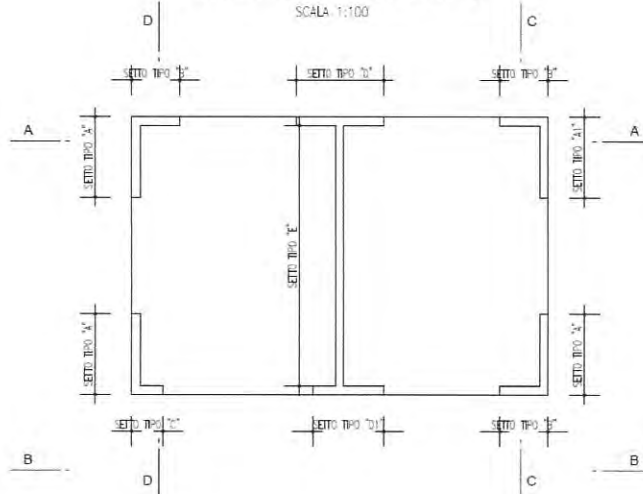
Rev.
A

Foglio
53 di 92

12. SETTI

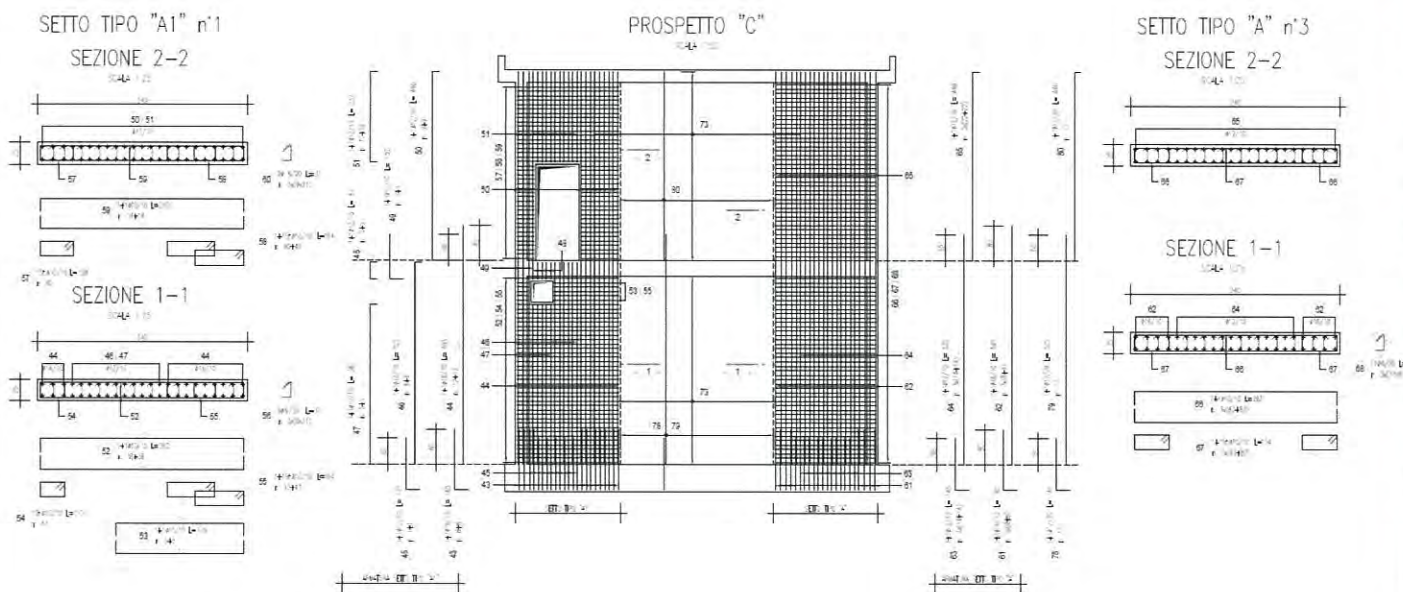
PIANTA DI RIFERIMENTO

SCALA: 1:100



Pianta setti

12.1. Setto Tipo A



Armatura setto tipo A

Verifiche SLU

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni tra le combinazioni SLU e SLV del setto tipo A.

Doc. N.

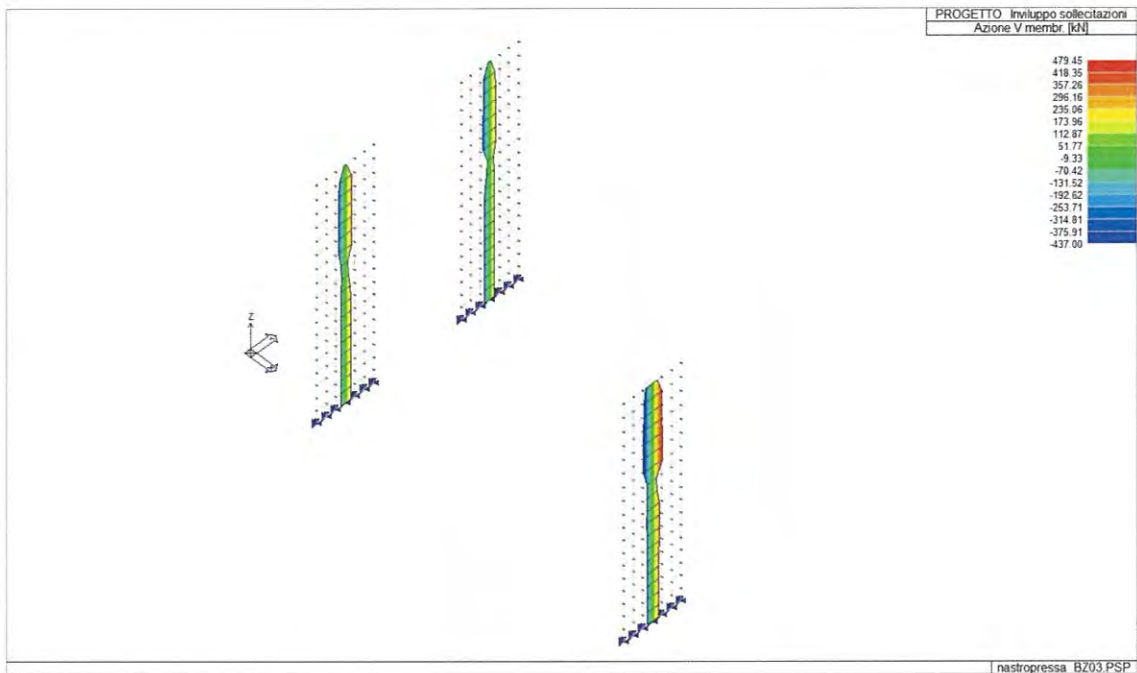
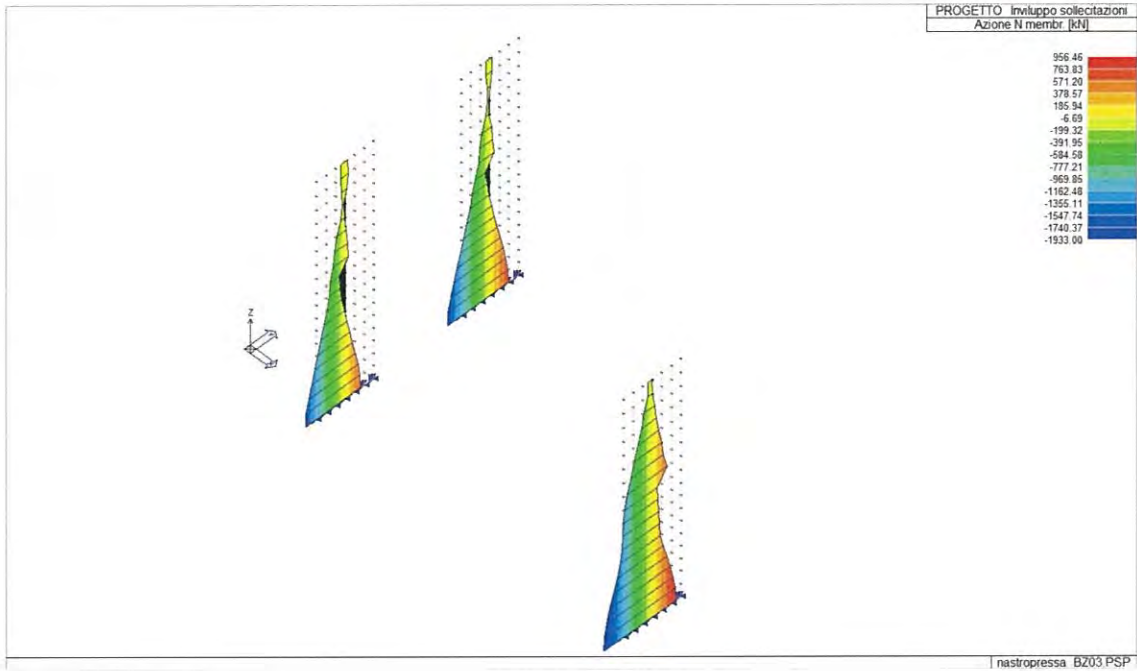
Progetto
INOR

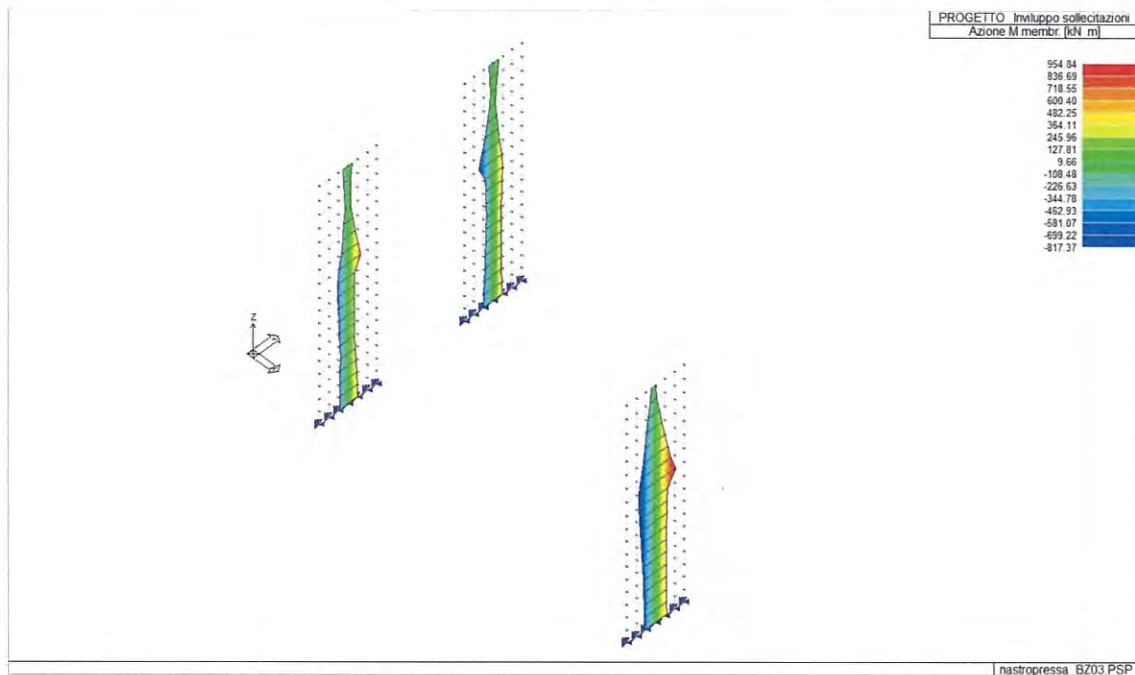
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

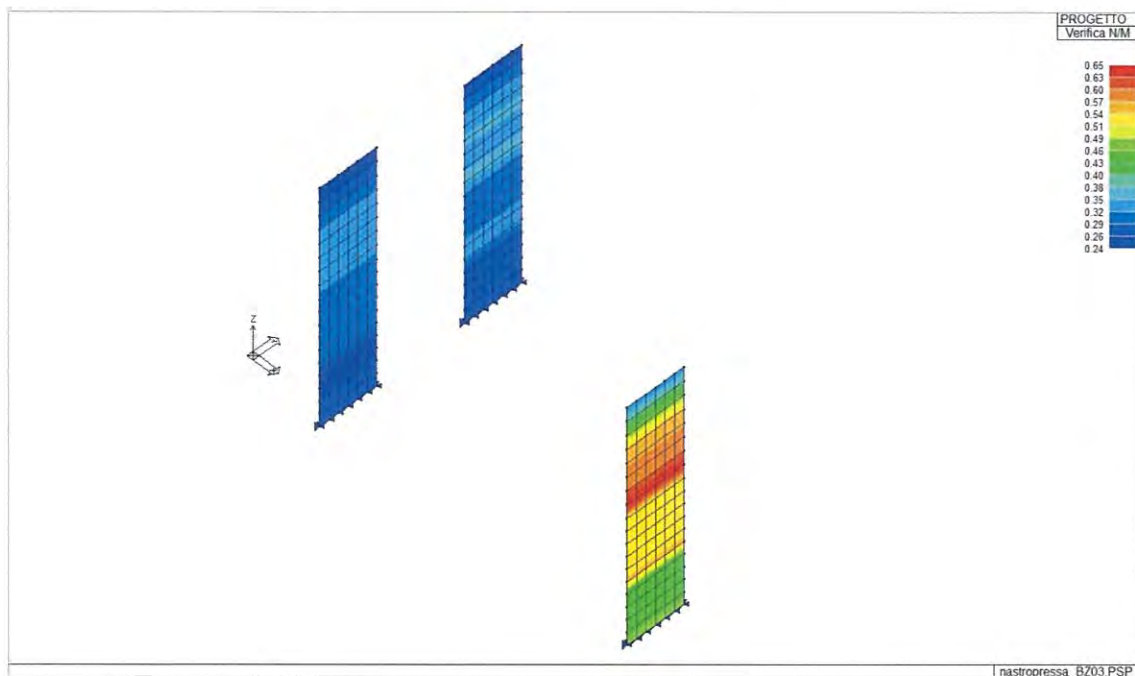
Rev.
A

Foglio
54 di 92





Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2 poiché la struttura è di tipo non dissipativo ($q=1$). La verifica risulta soddisfatta poiché ≤ 1 .



Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	240.00	20.00	220.00	40.00	450.00	0.00	480.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
8.042	1.30	0.30	0.0015	0	164.69	2.91		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	240.00	20.00	220.00	40.00	450.00	0.00	480.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
2	10	10.00	157.08	90.00	45.00	1217.03	0.39	

Verifiche SLE

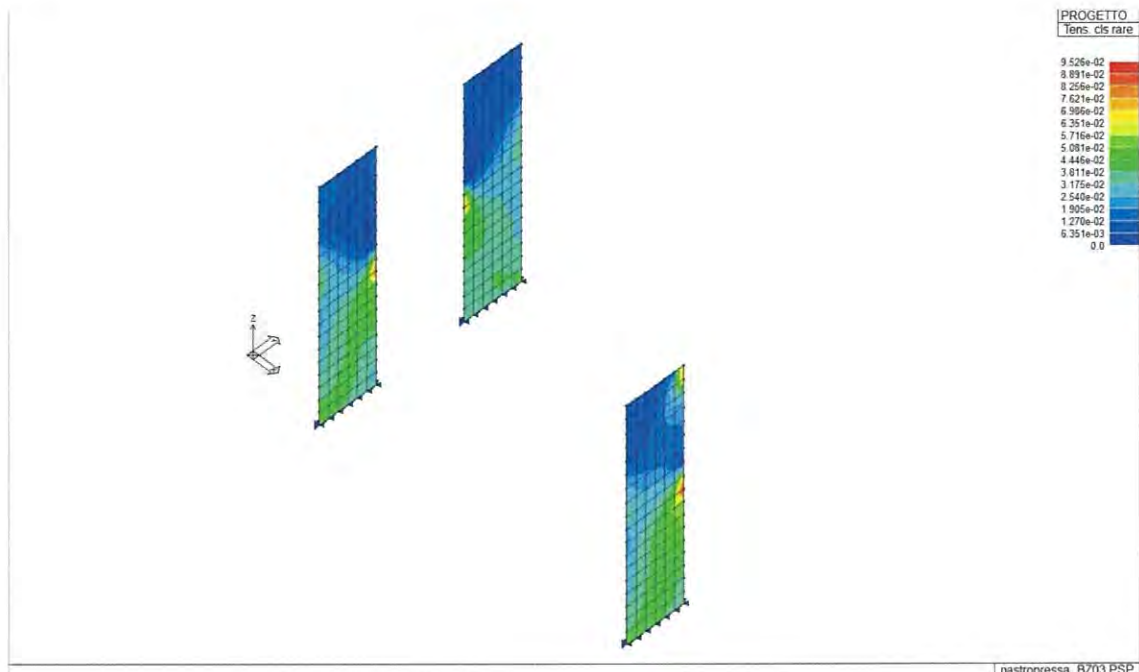
Si riportano le verifiche di tipo tensionale, omettendo le verifiche a fessurazione data la scarsa entità delle sollecitazioni per le combinazioni delle azioni di tipo statico.

Combinazione RARA $\sigma_c \leq 19.9$ MPa (= 0.60 f_{ck})

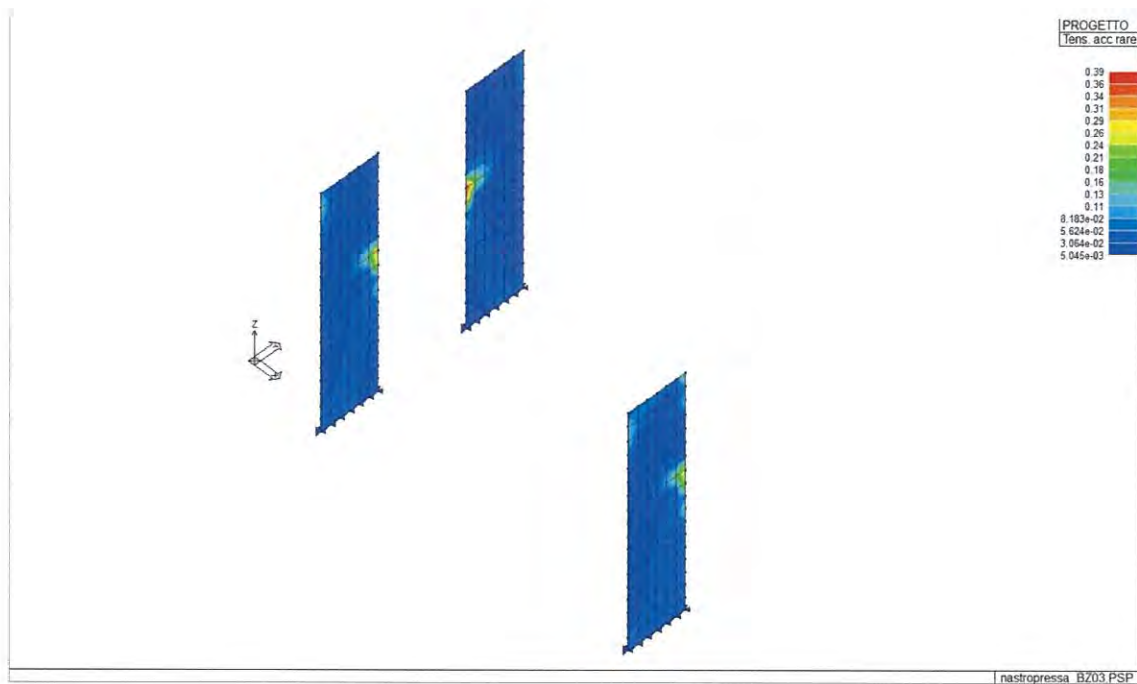
$\sigma_s \leq 313$ MPa (= 0.80 f_{yk})

Combinazione QP $\sigma_c \leq 14.94$ MPa (= 0.45 f_{ck})

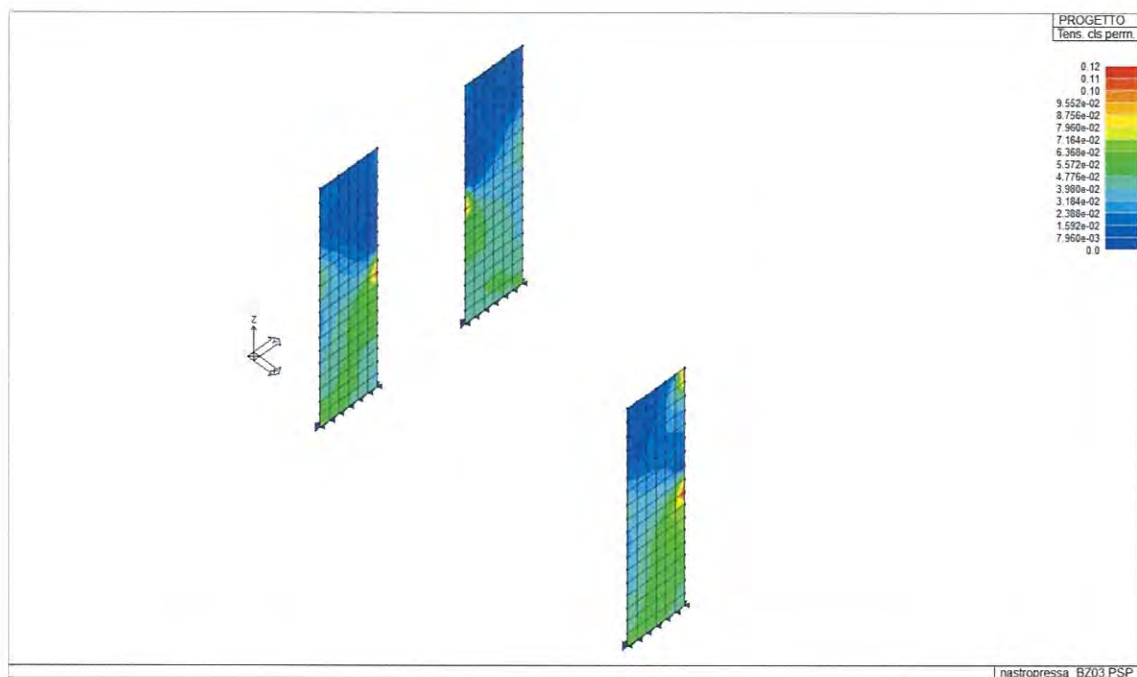
Tens. cls rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.




Tens. acc rare: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. cls perm: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni quasi permanenti; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
58 di 92

Doc. N.

Progetto
INOR

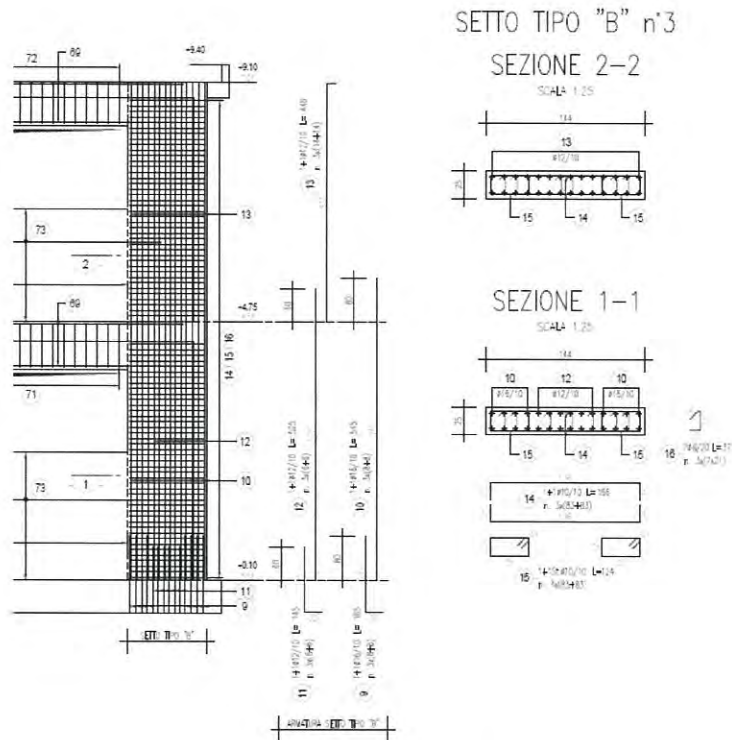
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
59 di 92

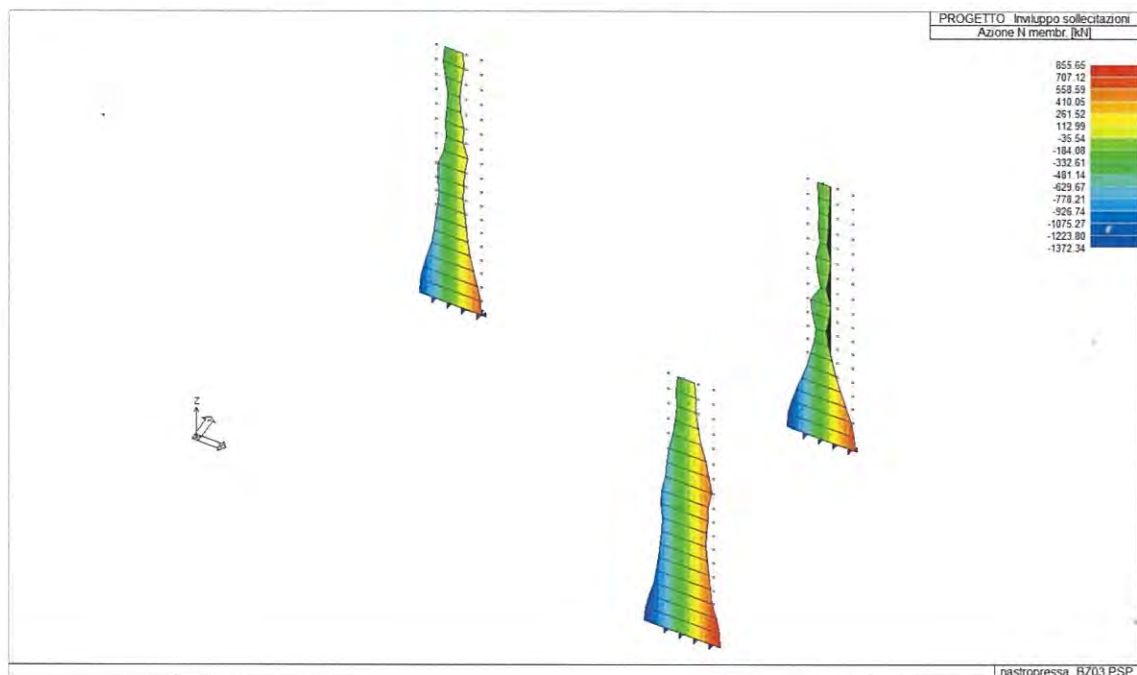
12.2. Setto Tipo B



Armatura setto tipo B

Verifiche SLU

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni tra le combinazioni SLU e SLV del setto tipo B.



Doc. N.

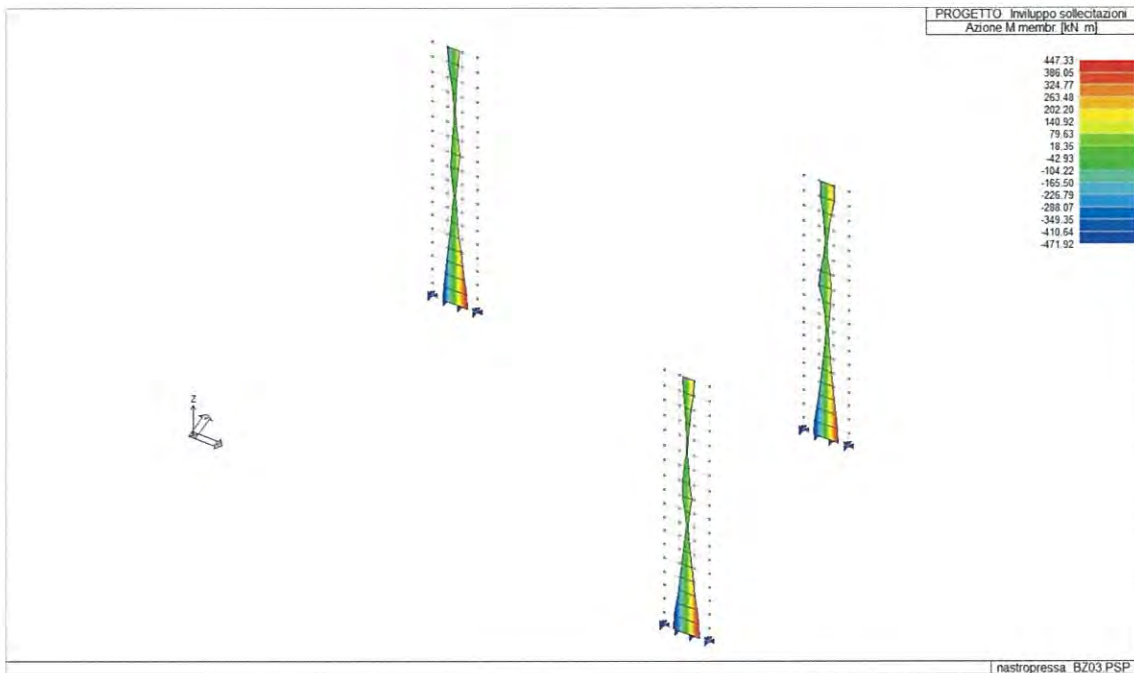
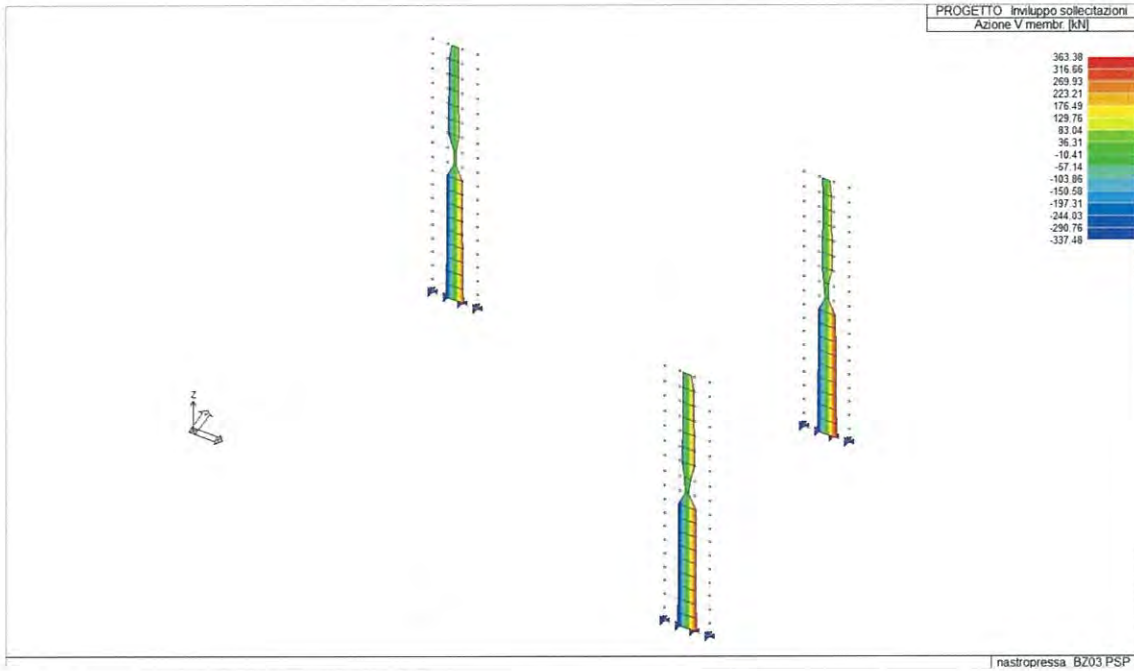
Progetto
INOR

Lotto
11

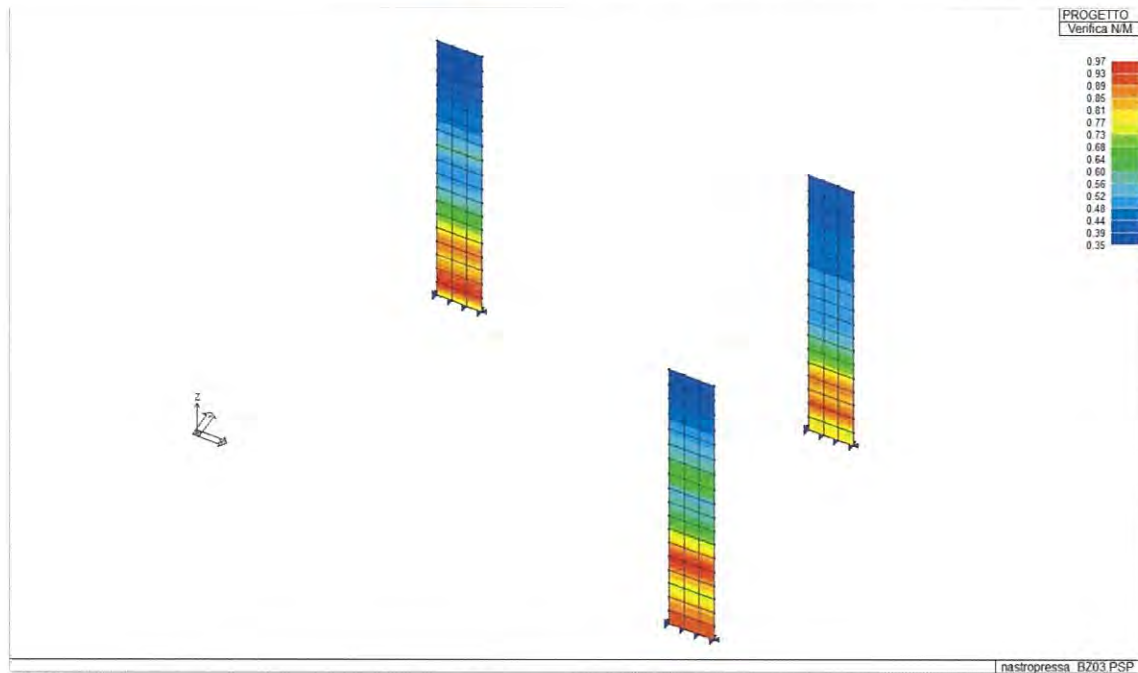
Codifica Documento
E E2 CLOV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
60 di 92



Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2 poiché la struttura è di tipo non dissipativo ($q=1$). La verifica risulta soddisfatta poiché ≤ 1 .



Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	144.00	20.00	124.00	40.00	450.00	0.00	365.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
8.042	1.40	0.33	0.0026	0	106.88	3.42		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	144.00	20.00	124.00	40.00	450.00	0.00	365.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
2	10	10.00	157.08	90.00	45.00	685.96	0.53	

Verifiche SLE

Si riportano le verifiche di tipo tensionale, omettendo le verifiche a fessurazione data la scarsa entità delle sollecitazioni per le combinazioni delle azioni di tipo statico.

Combinazione RARA $\sigma_c \leq 19.9$ MPa (= 0.60 f_{ck})

$\sigma_s \leq 313$ MPa (= 0.80 f_{yk})

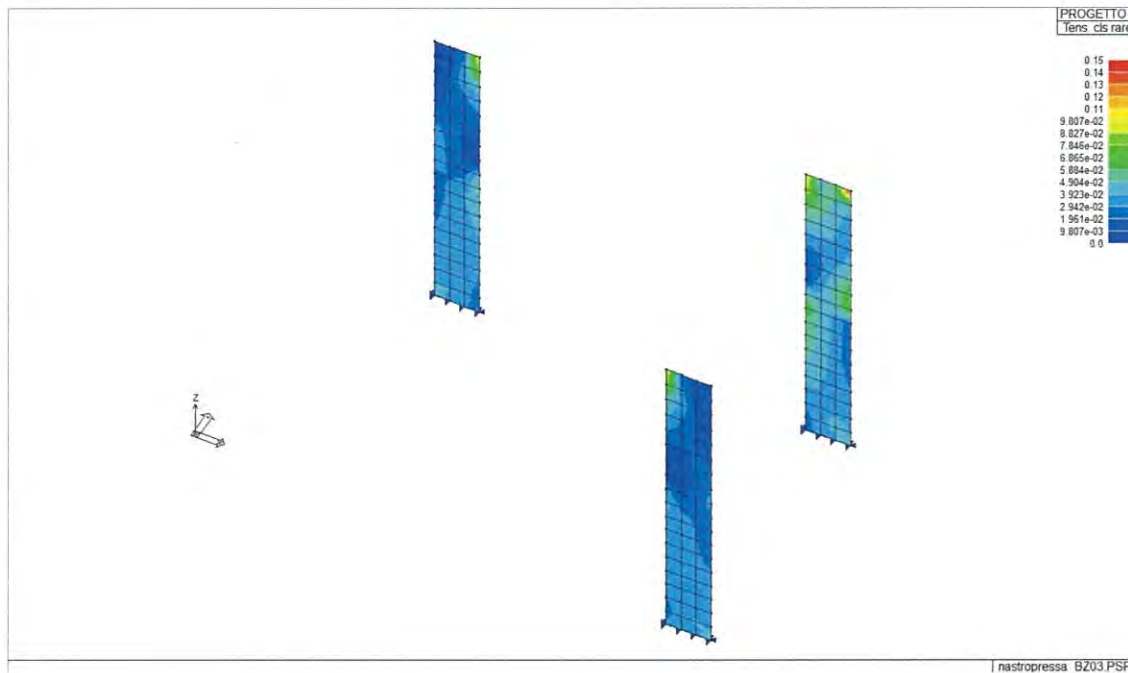
Combinazione QP

$\sigma_c \leq 14.94$ MPa (= 0.45 f_{ck})

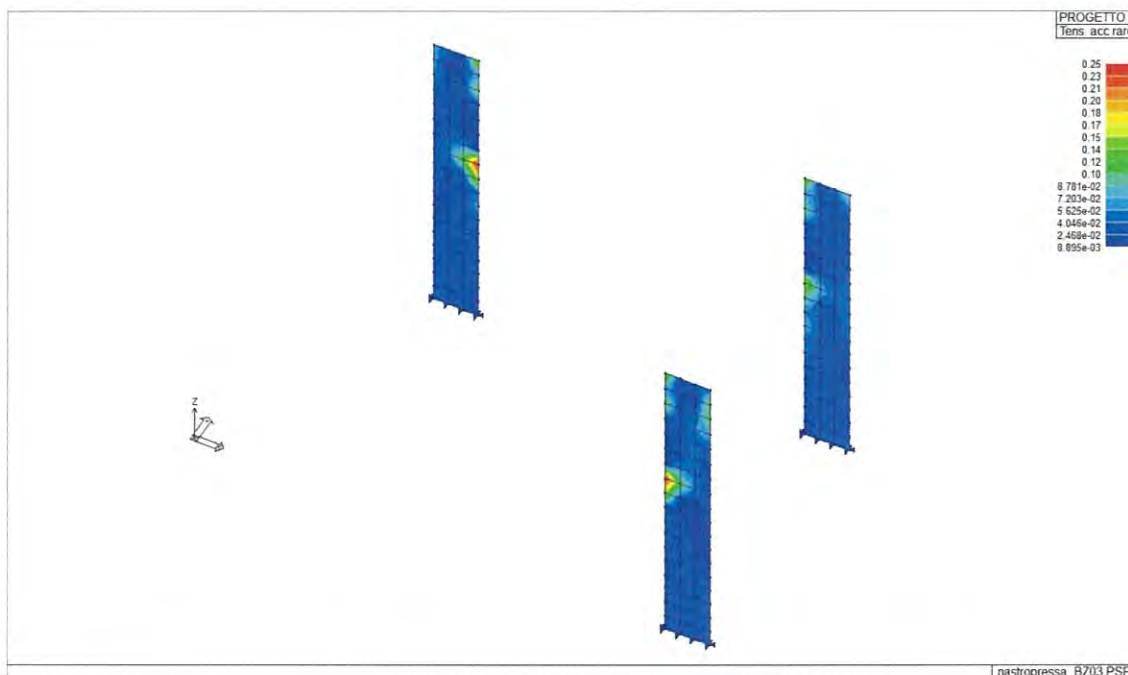
Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
62 di 92

Tens. cls rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. acc rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Doc. N.

Progetto
INOR

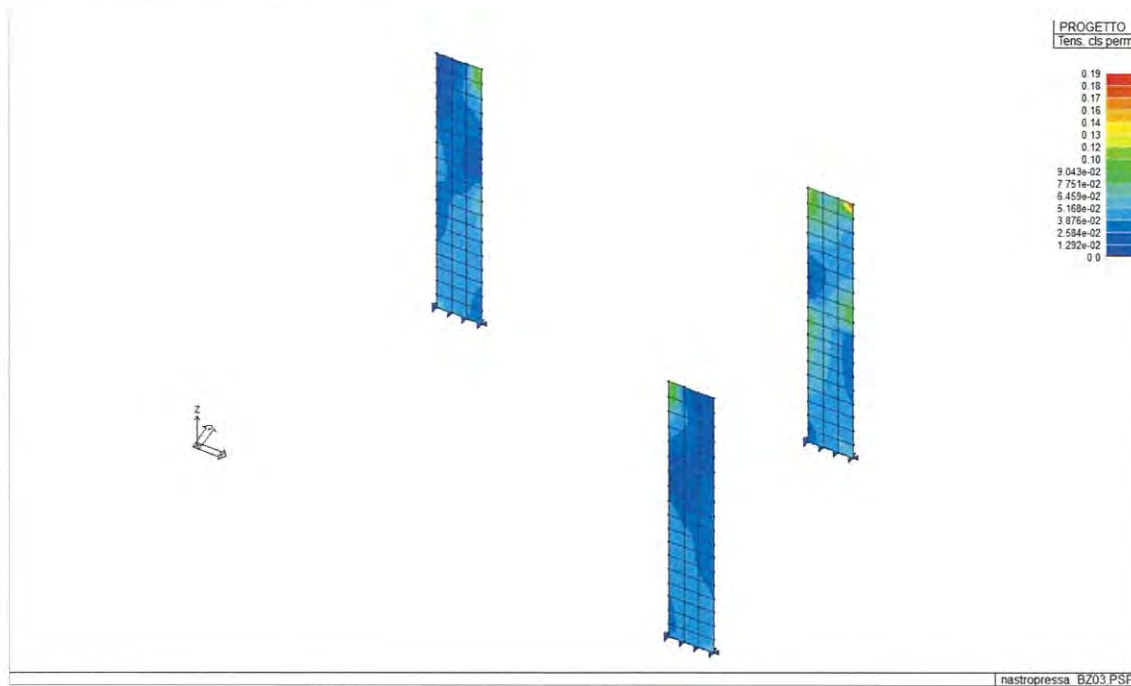
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
63 di 92

Tens. cls perm: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Doc. N.

Progetto
INOR

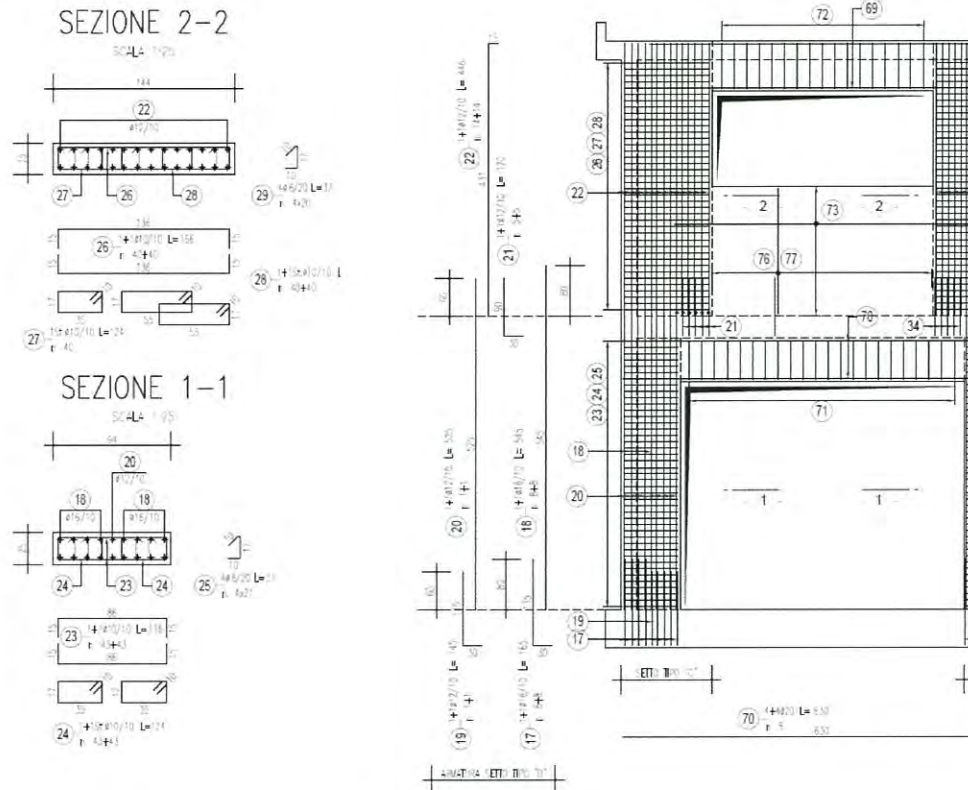
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

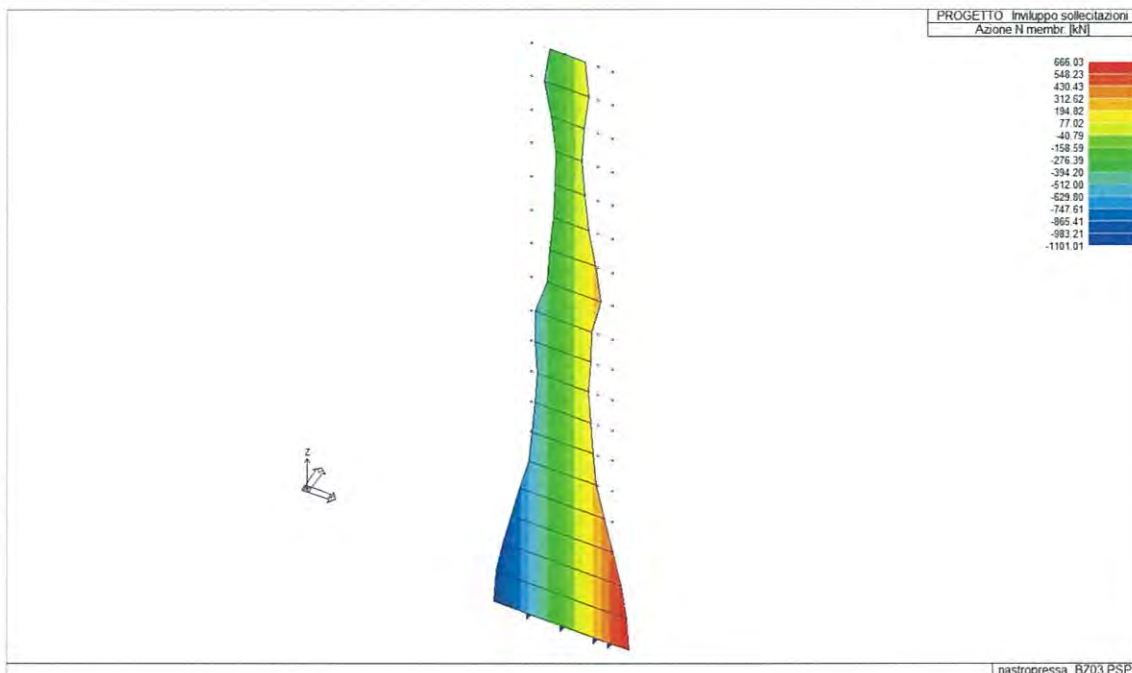
Foglio
64 di 92

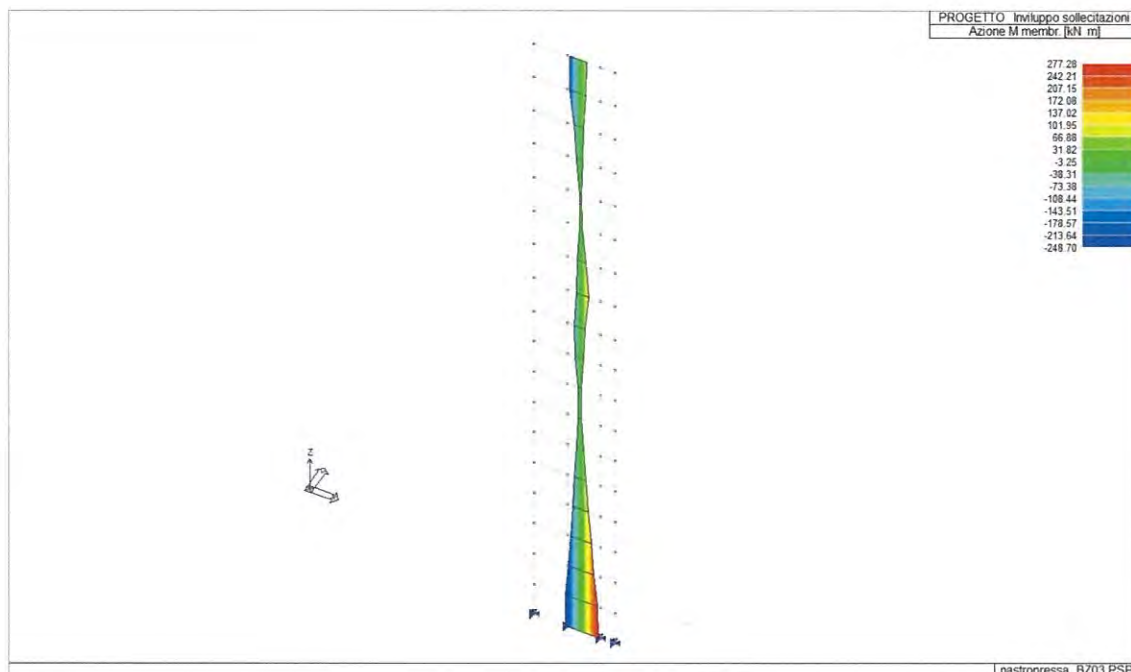
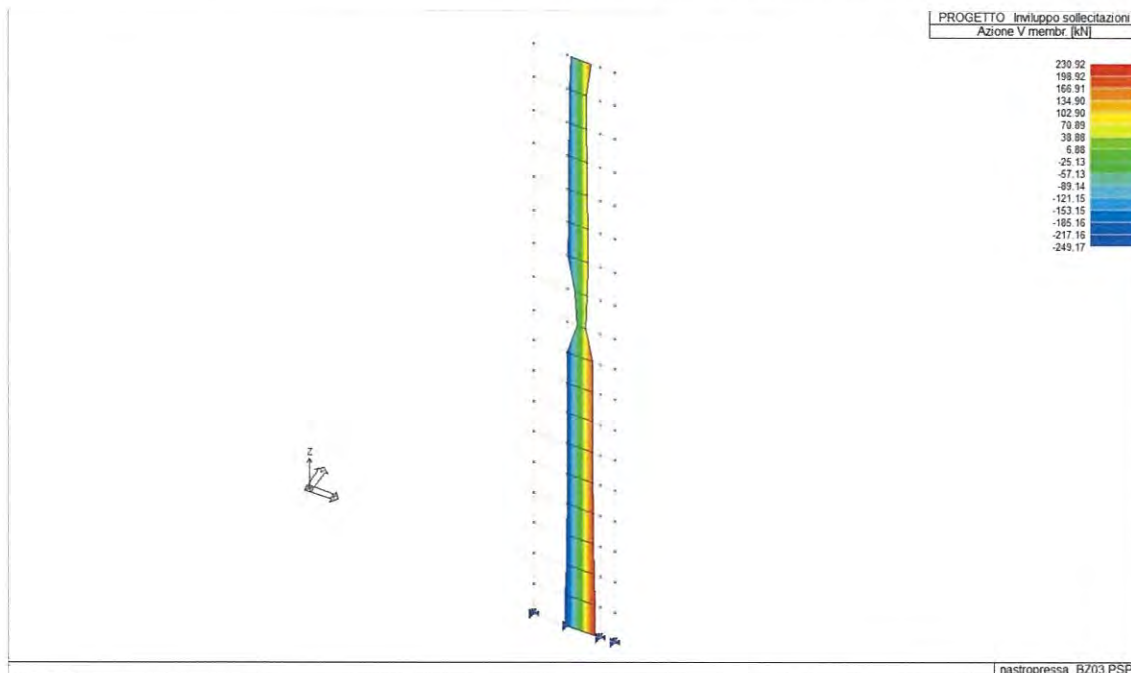
12.3. Setto Tipo C



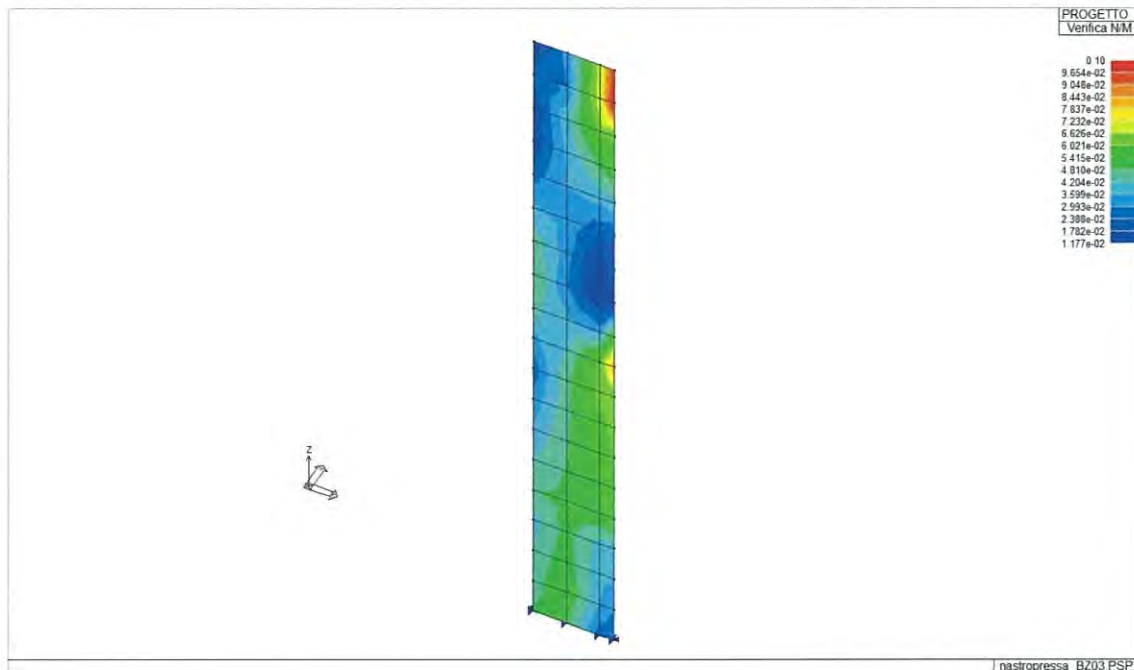
Verifiche SLU

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni tra le combinazioni SLU e SLV del setto tipo C.





Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2 poiché la struttura è di tipo non dissipativo ($q=1$). La verifica risulta soddisfatta poiché ≤ 1 .



Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	119.00	20.00	99.00	40.00	450.00	0.00	250.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{Ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
8.042	1.45	0.35	0.0032	0	95.12	2.63		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	119.00	20.00	99.00	40.00	450.00	0.00	250.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{Ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
2	10	10.00	157.08	90.00	45.00	547.66	0.46	

Verifiche SLE

Si riportano le verifiche di tipo tensionale, omettendo le verifiche a fessurazione data la scarsa entità delle sollecitazioni per le combinazioni delle azioni di tipo statico.

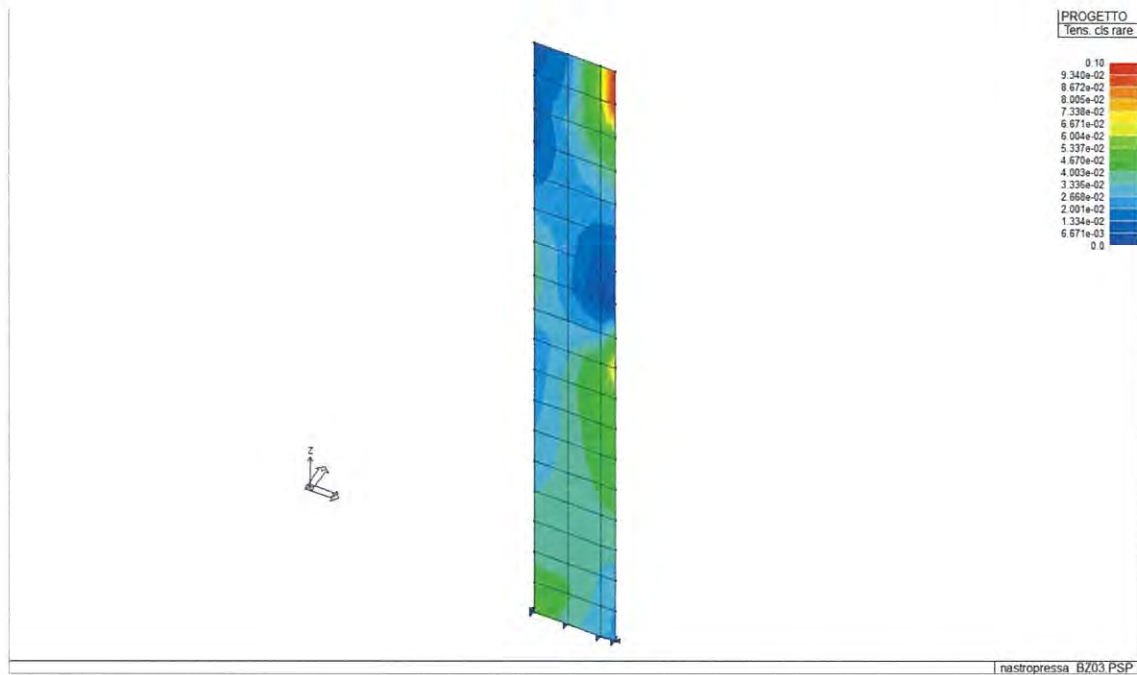
Combinazione RARA $\sigma_c \leq 19.9$ MPa (= 0.60 f_{ck})

$\sigma_s \leq 313$ MPa (= 0.80 f_{yk})

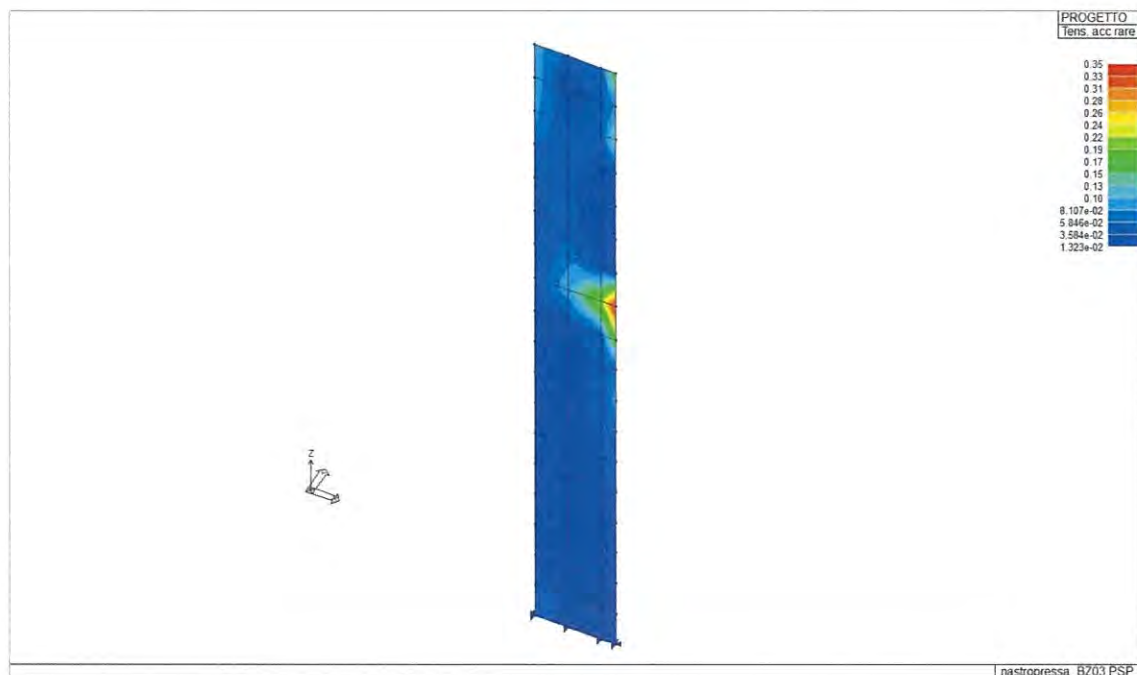
Combinazione QP

$\sigma_c \leq 14.94$ MPa (= 0.45 f_{ck})

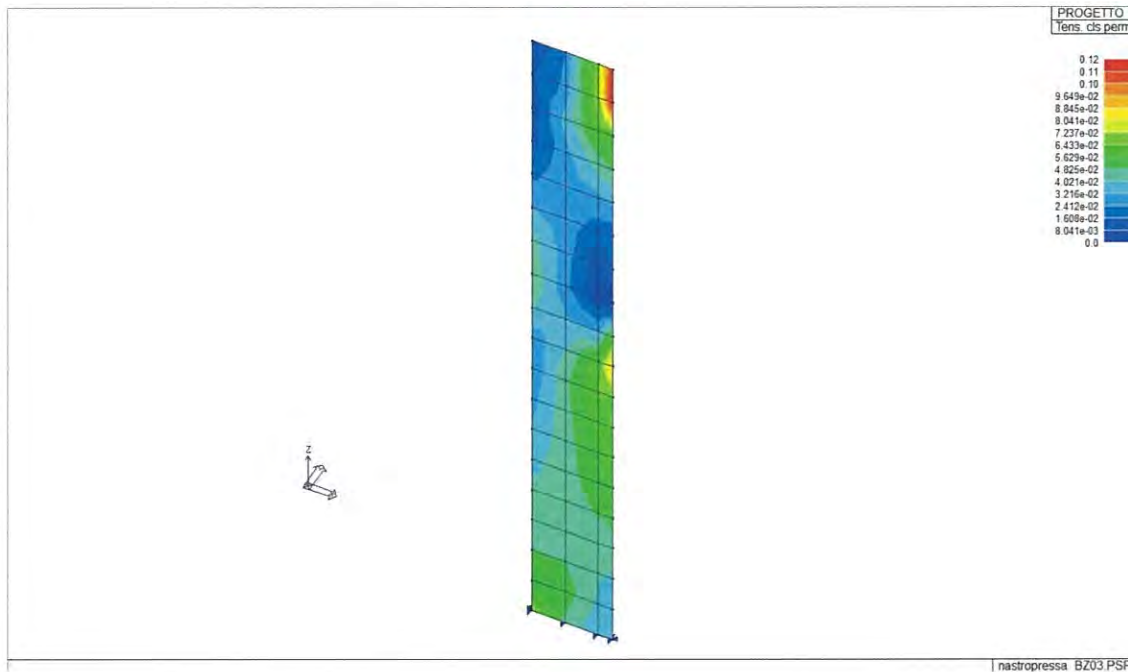
Tens. cls rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. acc rare: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. cls perm: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Doc. N.

Progetto
INOR

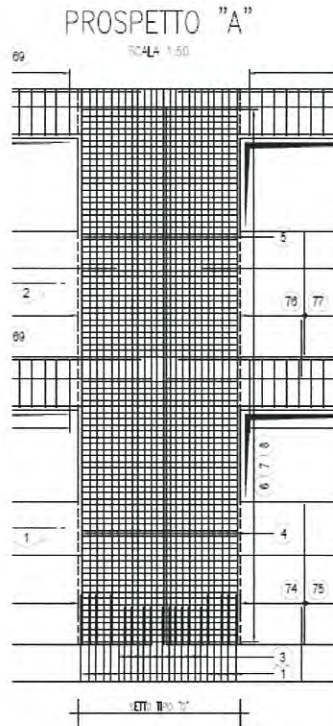
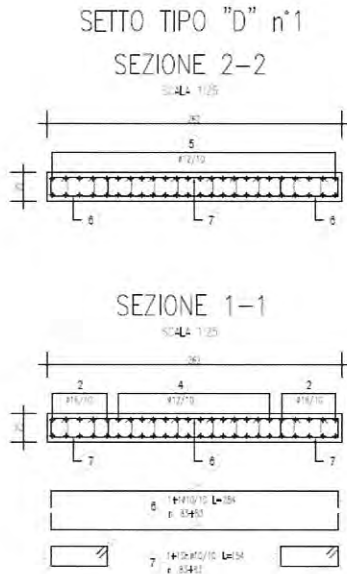
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
69 di 92

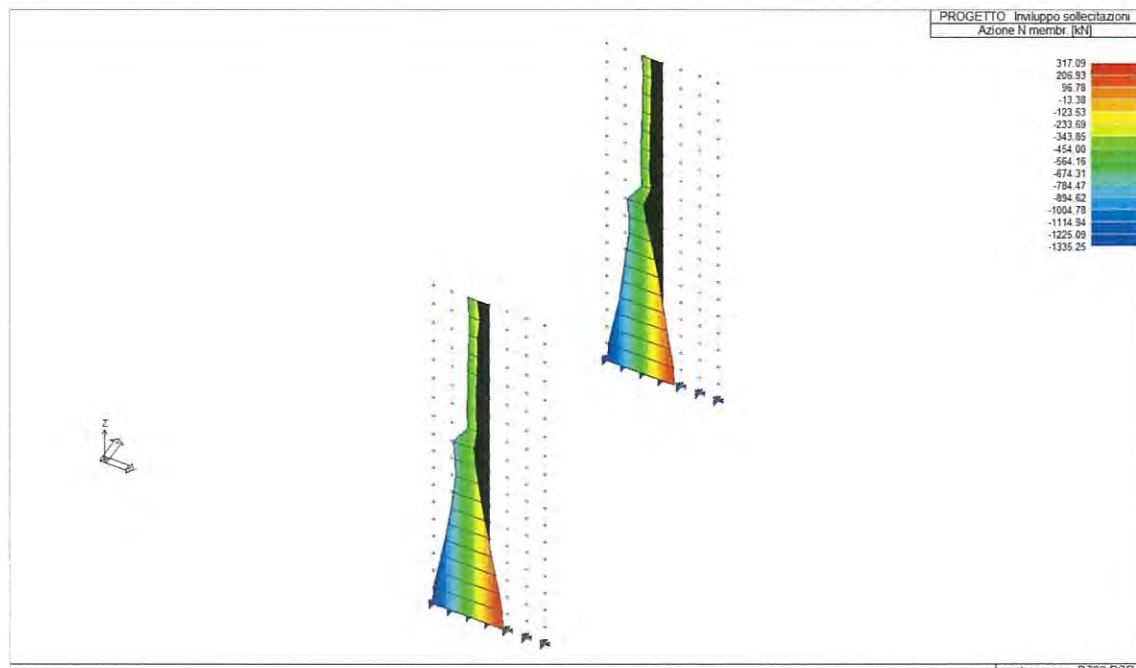
12.4. Setto Tipo D



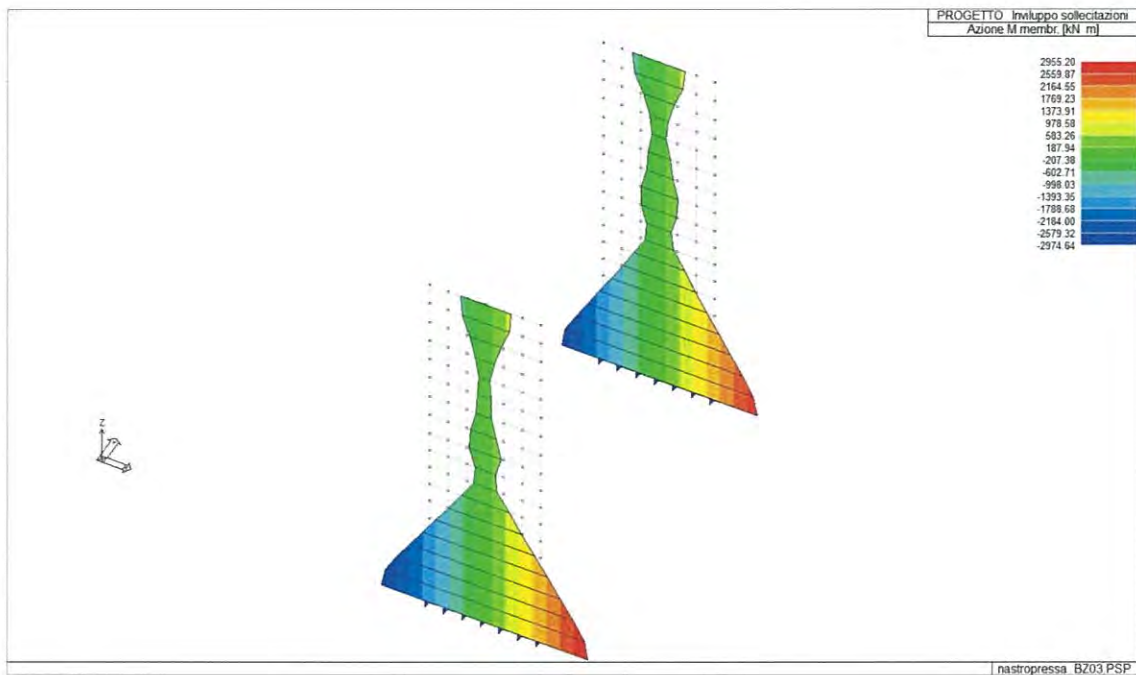
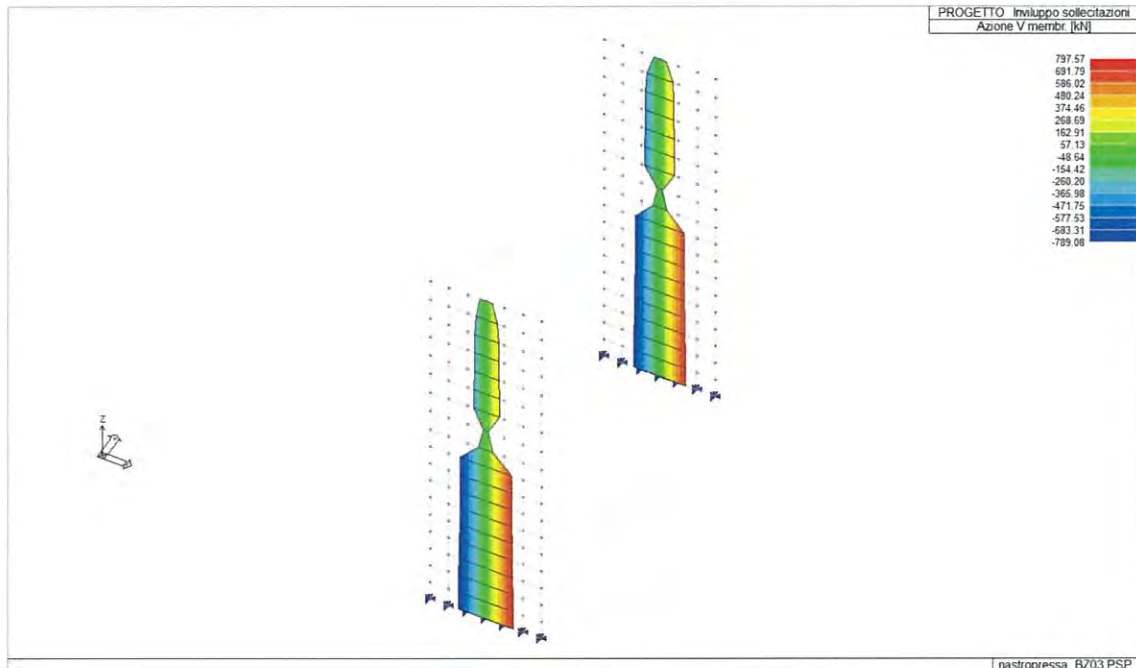
Armatura setto tipo D

Verifiche SLU

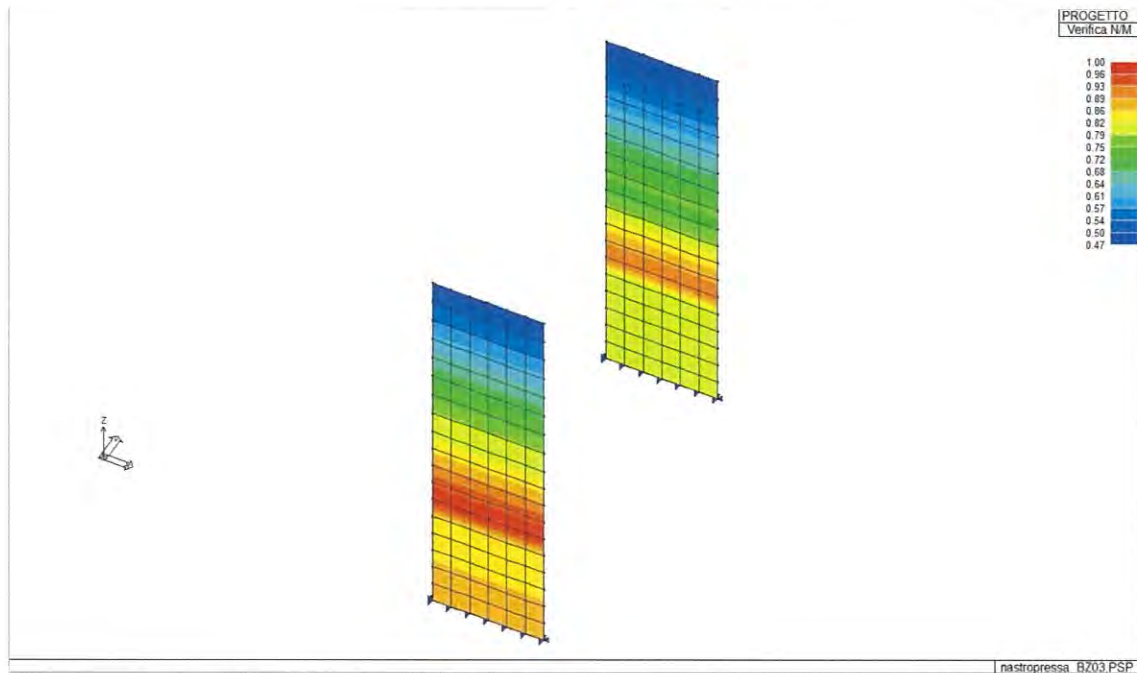
Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni tra le combinazioni SLU e SLV del setto tipo D.



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
70 di 92

Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2 poiché la struttura è di tipo non dissipativo ($q=1$). La verifica risulta soddisfatta poiché ≤ 1 .



Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	262.00	20.00	242.00	40.00	450.00	0.00	800.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
8.042	1.29	0.29	0.0013	0	178.24	4.49		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO								
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	262.00	20.00	242.00	40.00	450.00	0.00	800.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
2	10	10.00	157.08	90.00	45.00	1338.73	0.60	

Verifiche SLE

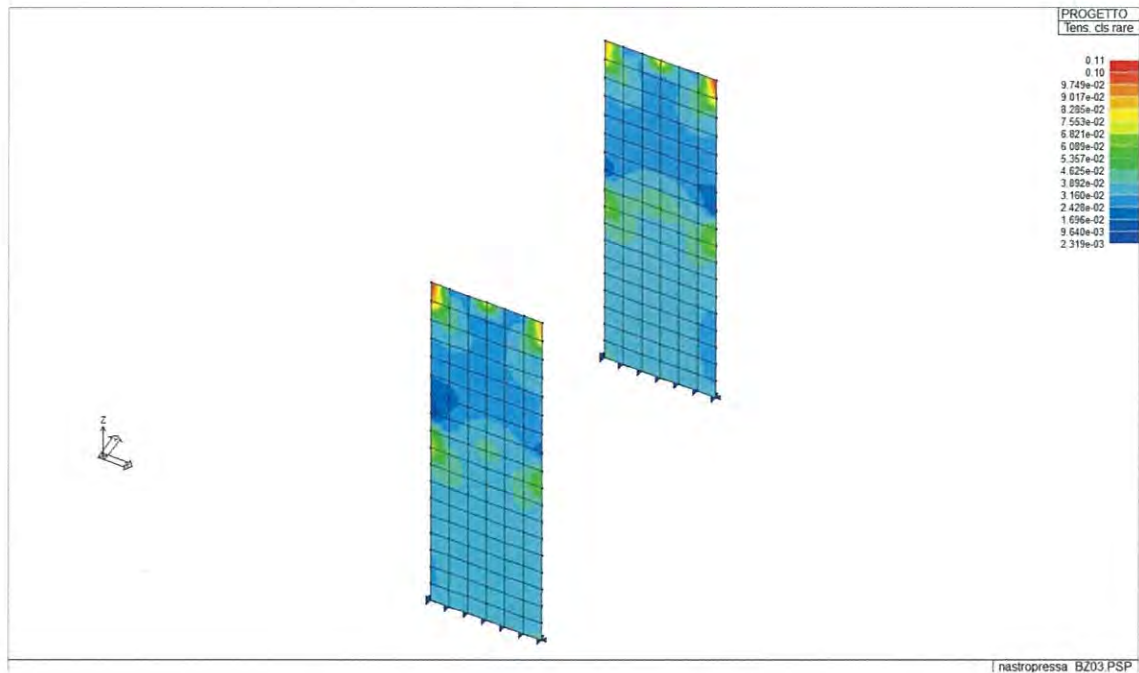
Si riportano le verifiche di tipo tensionale, omettendo le verifiche a fessurazione data la scarsa entità delle sollecitazioni per le combinazioni delle azioni di tipo statico.

Combinazione RARA $\sigma_c \leq 19.9$ MPa (= 0.60 f_{ck})

$\sigma_s \leq 313$ MPa (= 0.80 f_{yk})

Combinazione QP $\sigma_c \leq 14.94$ MPa (= 0.45 f_{ck})

Tens. cls rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. acc rare: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.

Doc. N.

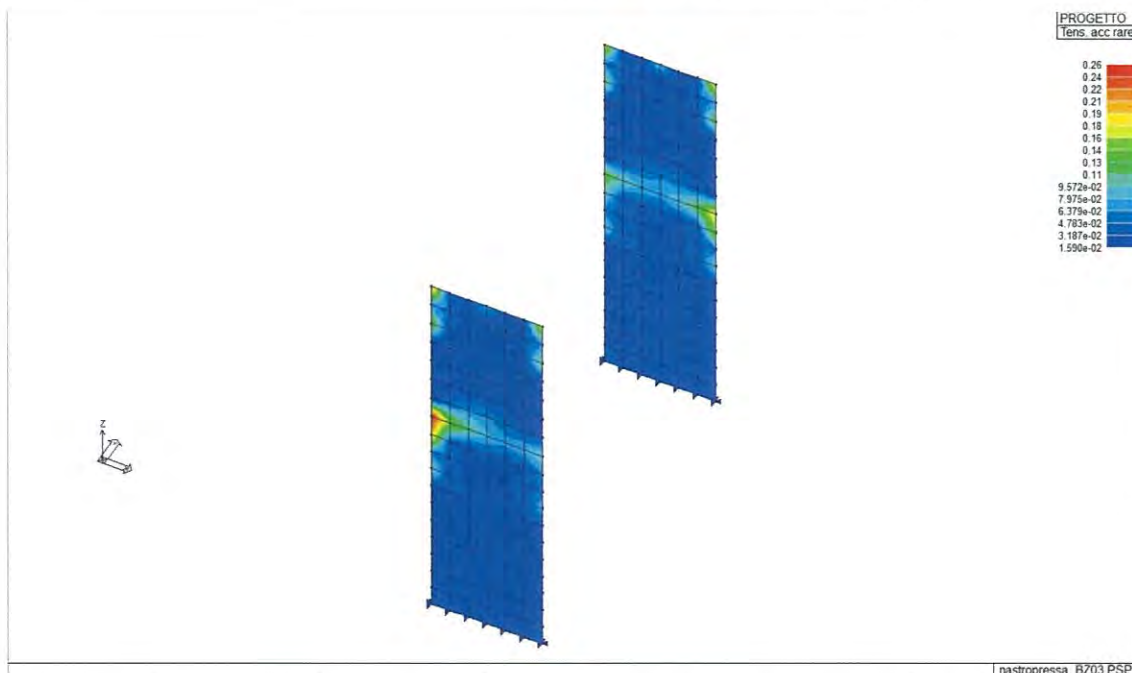
Progetto
INOR

Lotto
11

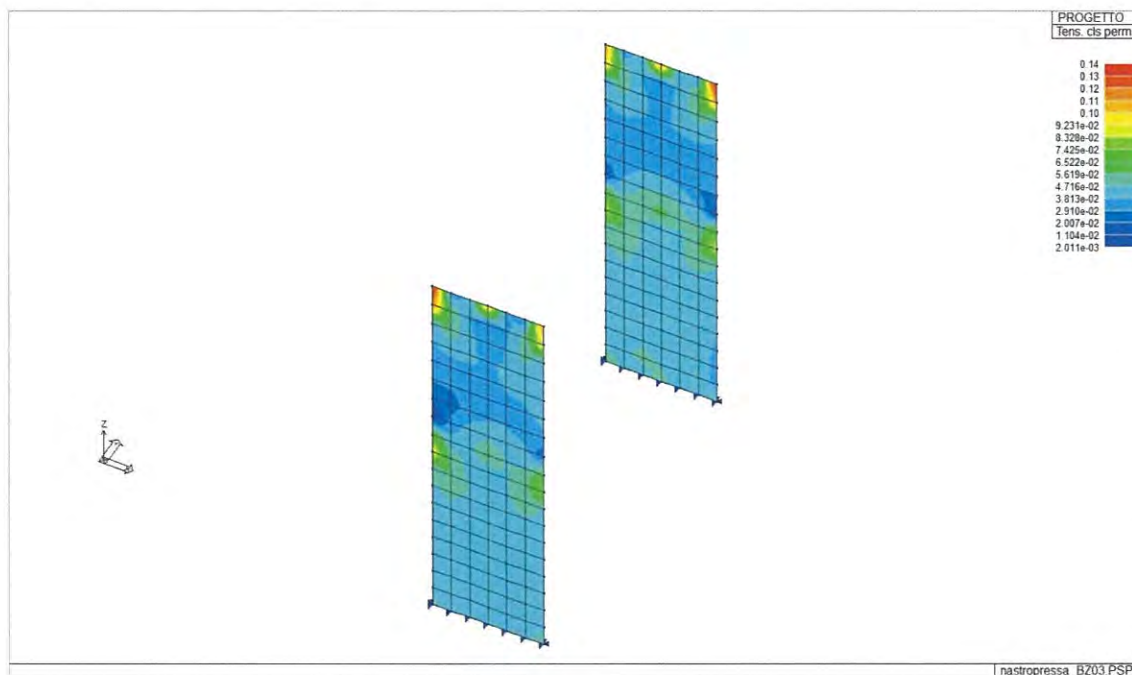
Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
73 di 92



Tens. cls perm: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Doc. N.

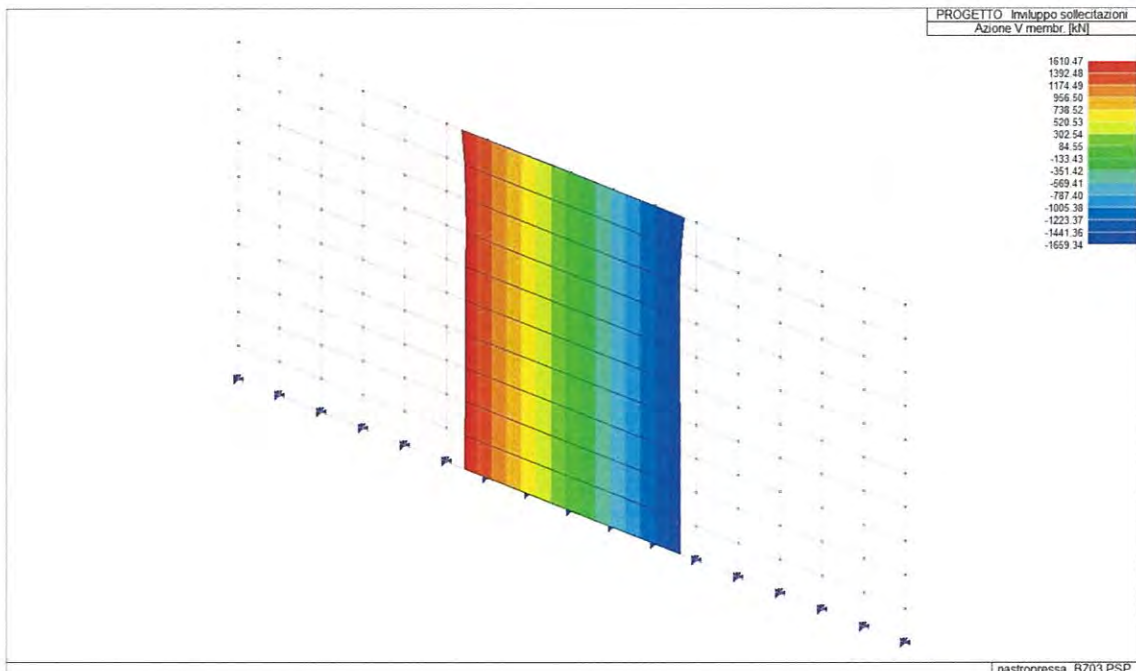
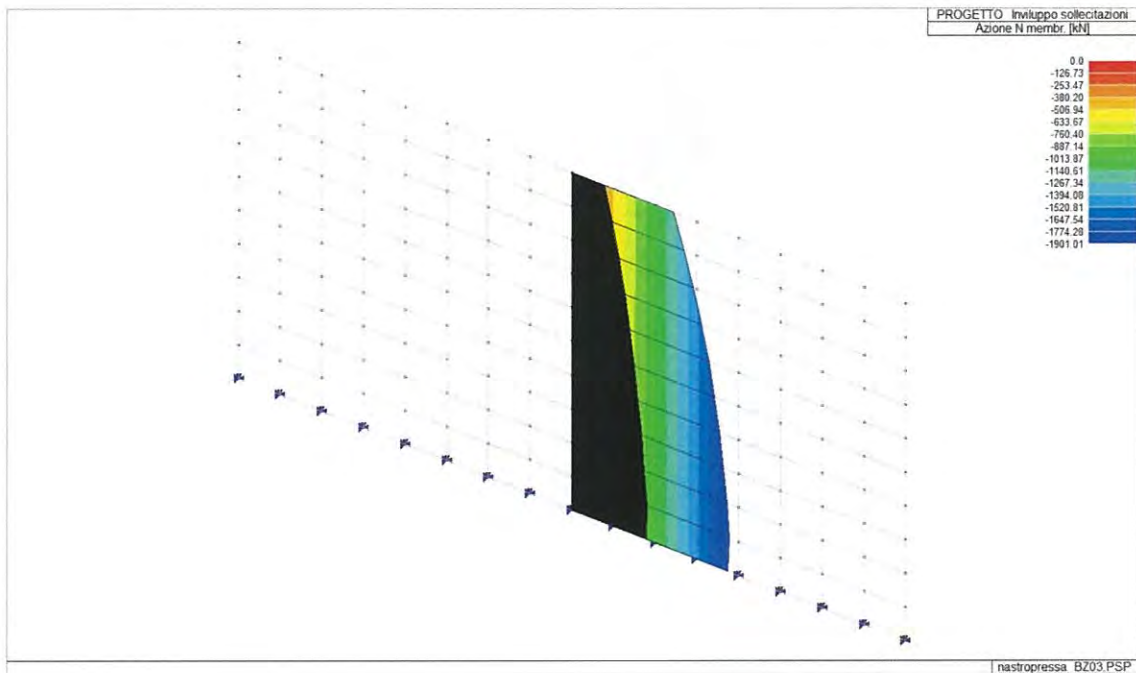
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
74 di 92

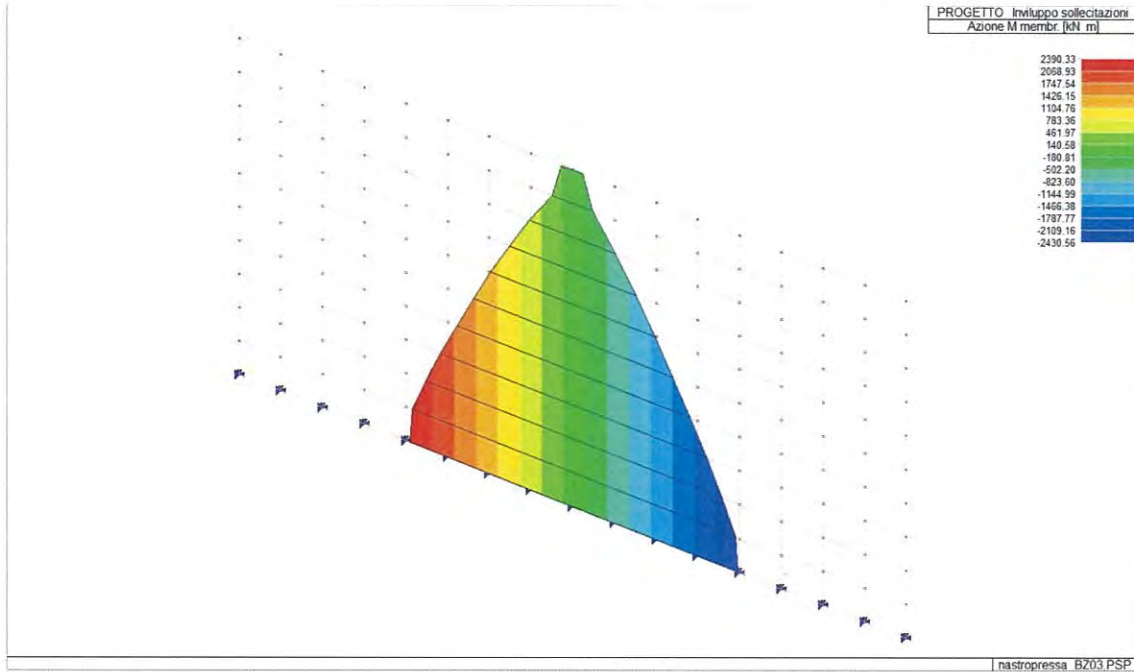
12.5. Setto Tipo E

Il setto tipo E è posizionato centralmente e possiede armatura verticale $\phi 12/10$ e orizzontale $\phi 10/10$.

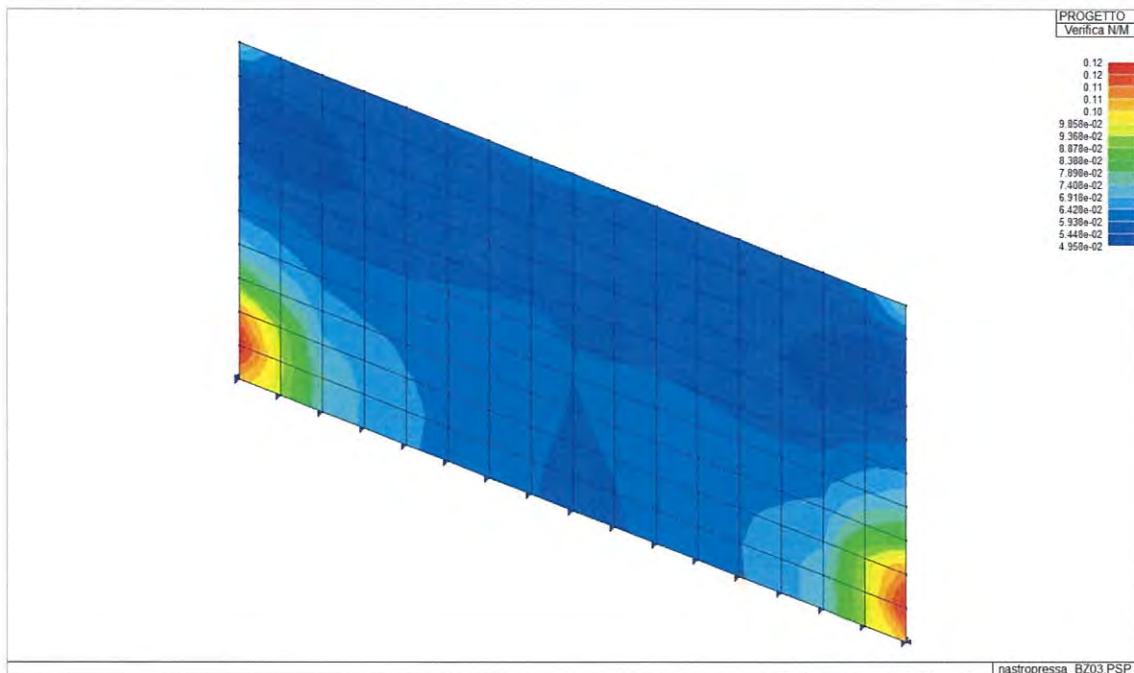
Verifiche SLU

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni tra le combinazioni SLU e SLV del setto tipo E.





Si riporta la verifica di resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali) secondo quanto previsto § 4.1.2.1.2 poiché la struttura è di tipo non dissipativo ($q=1$). La verifica risulta soddisfatta poiché ≤ 1 .



Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	780.00	20.00	760.00	40.00	450.00	0.00	1660.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
4.524	1.16	0.25	0.0002	0	480.09	3.46		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
25.00	780.00	20.00	760.00	40.00	450.00	0.00	1660.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
2	10	10.00	157.08	90.00	45.00	4204.27	0.39	

Verifiche SLE

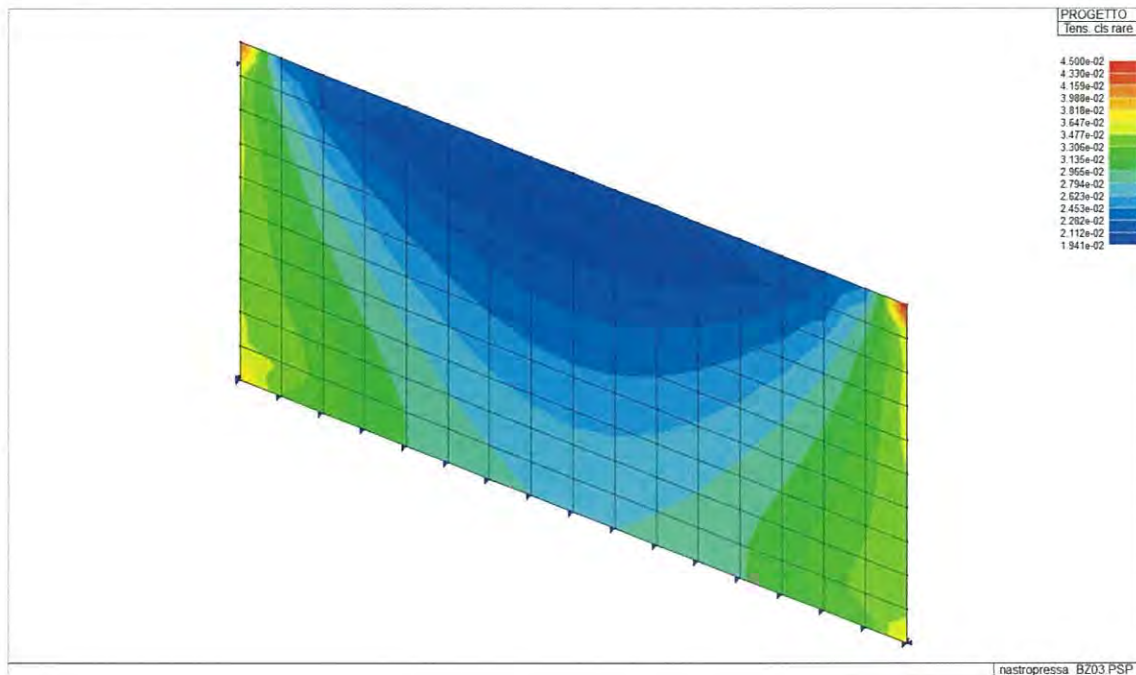
Si riportano le verifiche di tipo tensionale, omettendo le verifiche a fessurazione data la scarsa entità delle sollecitazioni per le combinazioni delle azioni di tipo statico.

Combinazione RARA $\sigma_c \leq 19.9$ MPa (= 0.60 f_{ck})

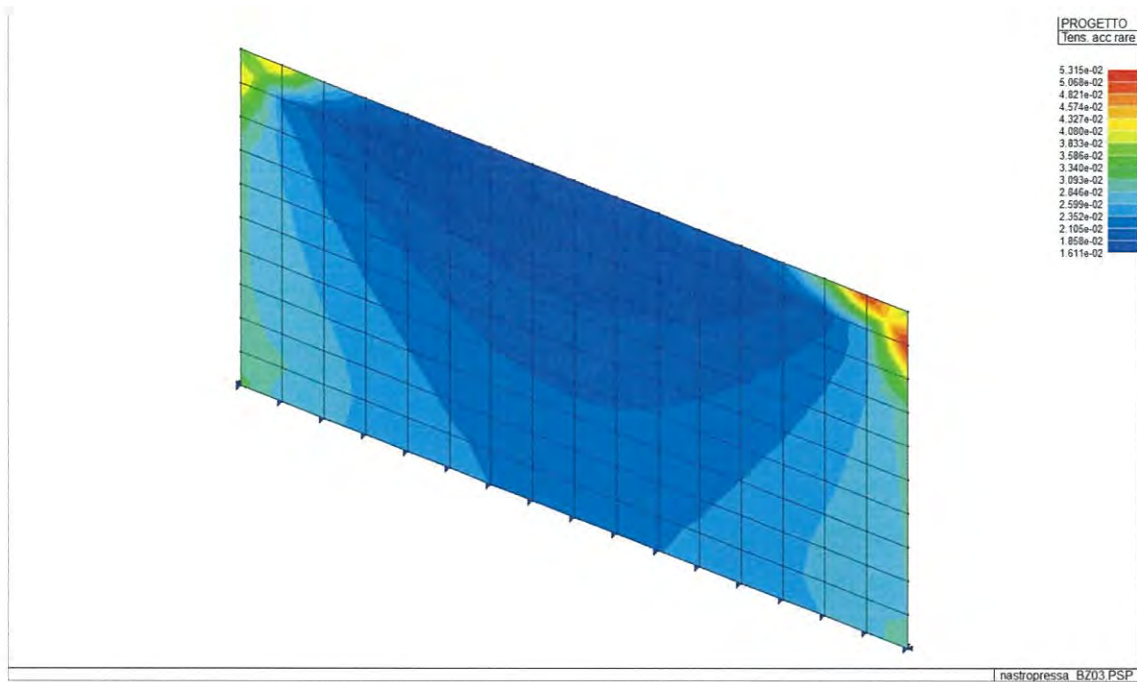
$\sigma_s \leq 313$ MPa (= 0.80 f_{yk})

Combinazione QP $\sigma_c \leq 14.94$ MPa (= 0.45 f_{ck})

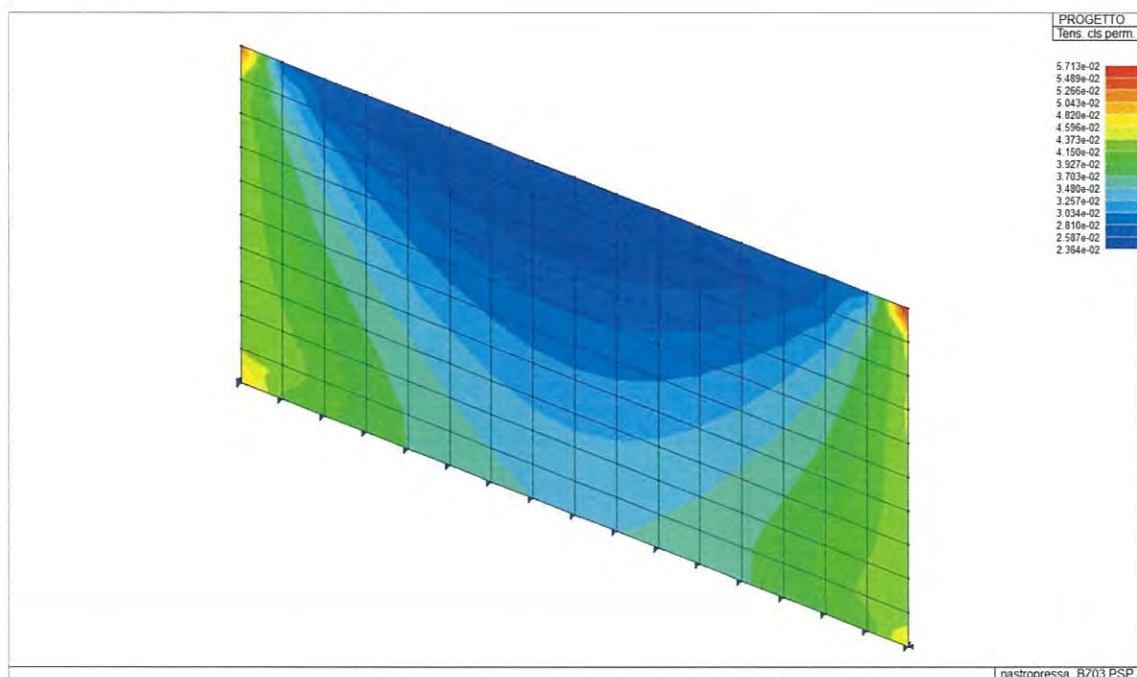
Tens. cls rare: si visualizza, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.




Tens. acc rare: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



Tens. cls perm: si visualizza,, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni quasi permanenti; il valore del rapporto deve essere minore o uguale a 1 per verifica positiva.



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

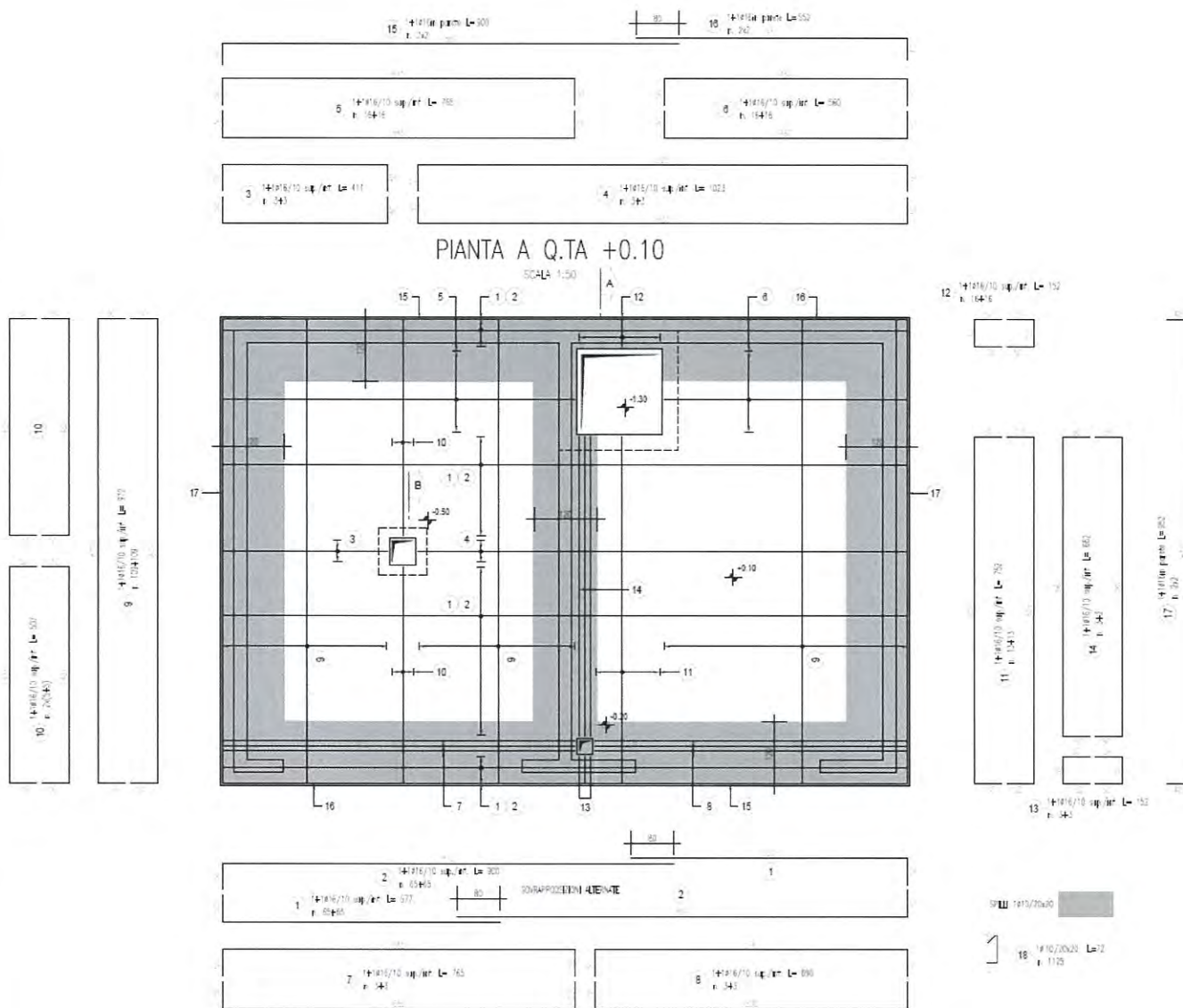
Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
78 di 92

12.6. FONDAZIONE

La platea di fondazione presenta in pianta una forma rettangolare 12.50 m x 8.80m, ha uno spessore di 60 cm e armatura come indicato in figura.

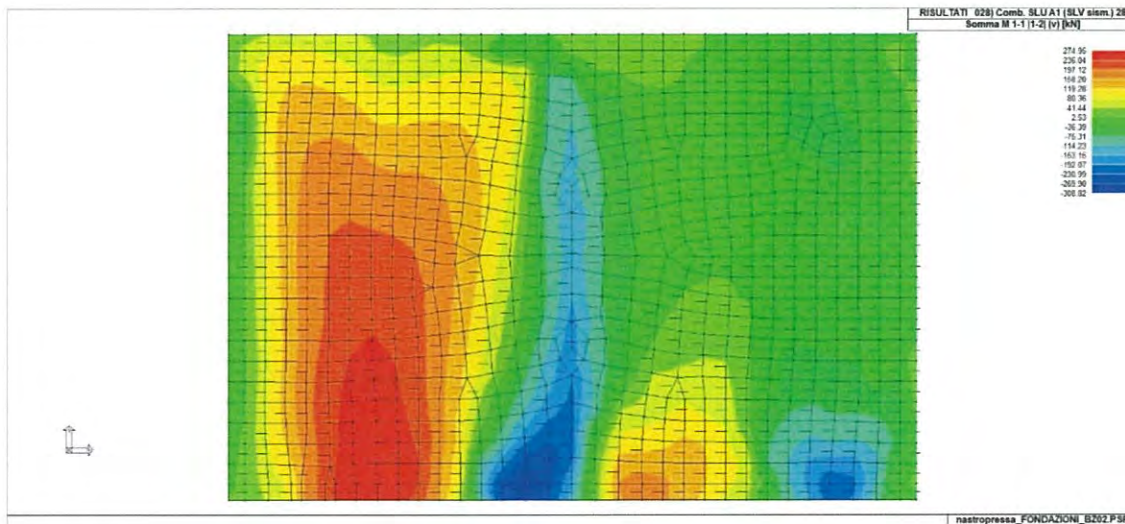


Armatura platea di fondazione

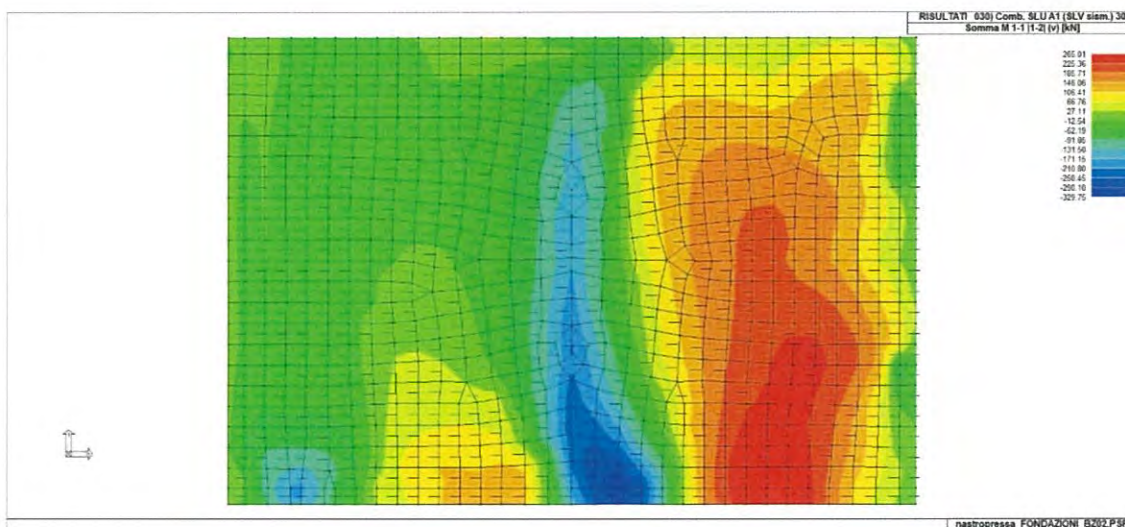
12.6.1. Sollecitazioni SLU

Si riportano le mappe cromatiche delle sollecitazioni flessionali massime tra le combinazioni SLU e SLV.

Flessione M11 max (+ trazione estradosso platea)



Flessione M11 min (+ trazione estradosso platea)



Doc. N.

Progetto
INOR

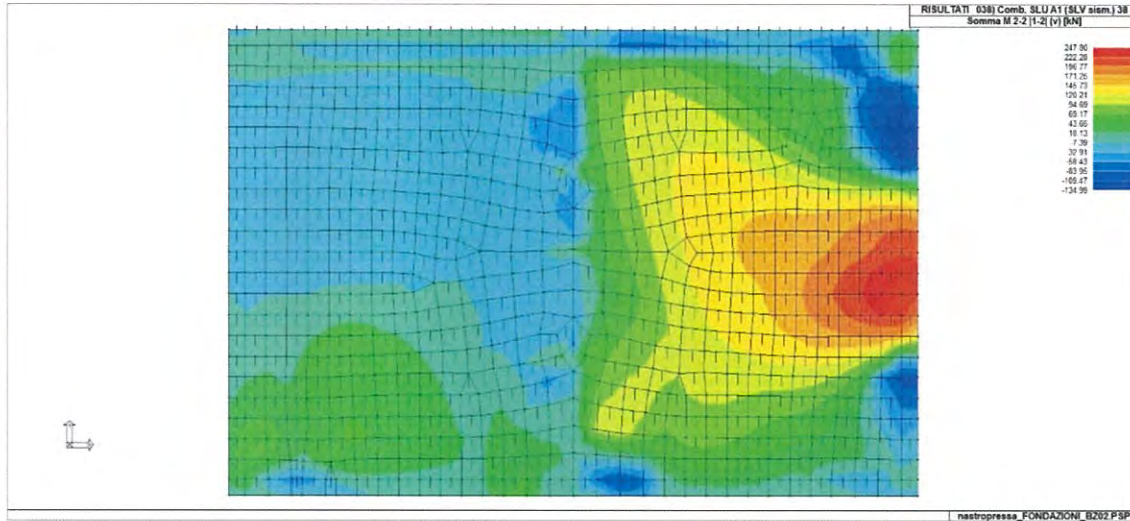
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

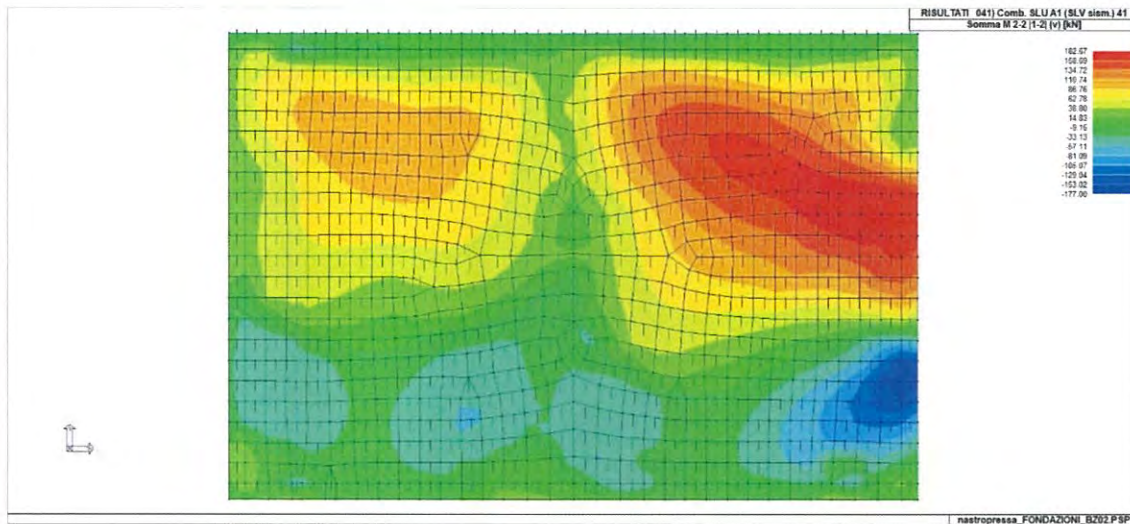
Rev.
A

Foglio
81 di 92

Flessione M22 max (+ trazione estradosso platea)



Flessione M22 min (+ trazione estradosso platea)



Doc. N.

Progetto
INOR

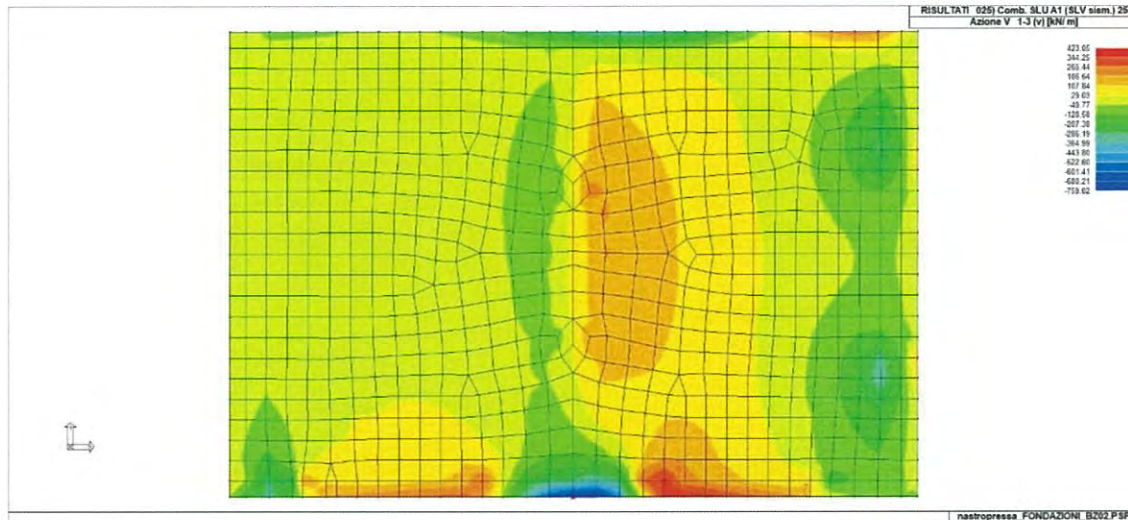
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

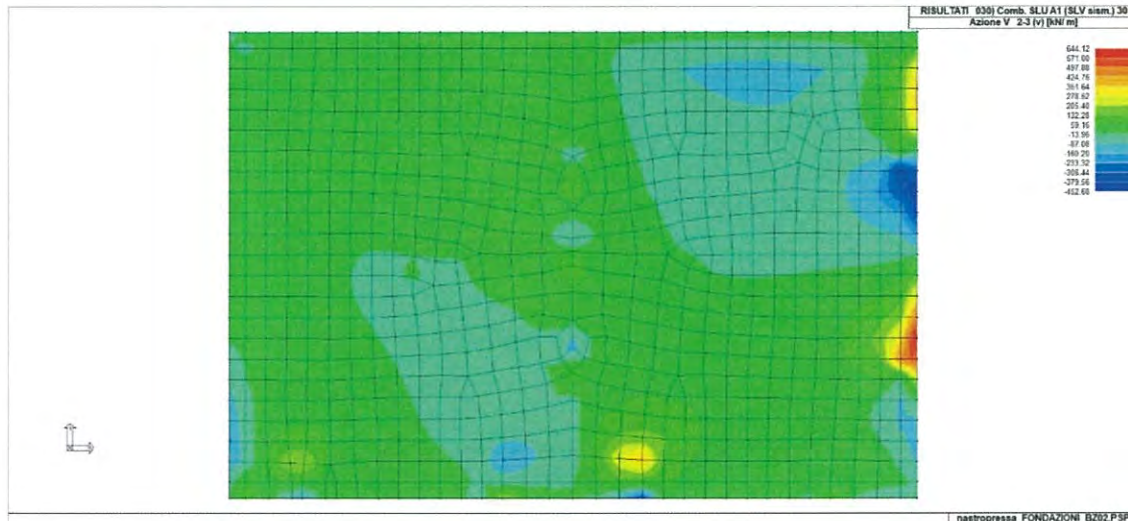
Rev.
A

Foglio
82 di 92

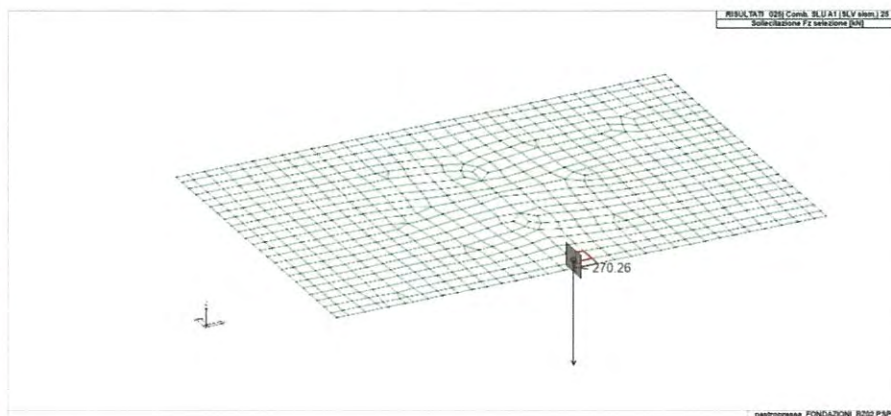
Azioni di taglio V13



Azioni di taglio V23



Si riporta l'integrazione dell'azione V13 su una fascia di 80 cm;



$V13 = 275 / 0.8 = 343 \text{ kN/m}$

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
83 di 92

12.6.2. Verifiche SLU a flessione

M11 min (fibre tese intradosso platea)

M11 max (fibre tese estradosso platea)

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M11

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	6.4
			2	20.11	53.6

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

L₀ [0] cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ϵ_{su} 67.5‰ ϵ_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [7]
 ϵ_{syd} 1.957‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{cl} 2.029

M_{xRd} 403.9 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_s 3.5‰
 ϵ_s 27.05‰
 d 53.6 cm
 x 6.14 x/d 0.1146
 δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M11

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	6.4
			2	20.11	53.6

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

L₀ [0] cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ϵ_{su} 67.5‰ ϵ_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [7]
 ϵ_{syd} 1.957‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{cl} 2.029

M_{xRd} -403.9 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_s 3.5‰
 ϵ_s 27.05‰
 d 53.6 cm
 x 6.14 x/d 0.1146
 δ 0.7

Verificato

Verificato

M22 min (fibre tese intradosso platea)

M22 max (fibre tese estradosso platea)

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M22

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	4.8
			2	20.11	55.2

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

L₀ [0] cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ϵ_{su} 67.5‰ ϵ_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [7]
 ϵ_{syd} 1.957‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{cl} 2.029

M_{xRd} 415.4 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_s 3.5‰
 ϵ_s 34.37‰
 d 55.2 cm
 x 5.102 x/d 0.09242
 δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M22

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

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	4.8
			2	20.11	55.2

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

L₀ [0] cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ϵ_{su} 67.5‰ ϵ_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [7]
 ϵ_{syd} 1.957‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{cl} 2.029

M_{xRd} -415.4 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_s 3.5‰
 ϵ_s 34.37‰
 d 55.2 cm
 x 5.102 x/d 0.09242
 δ 0.7

Verificato

Verificato

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003Rev.
AFoglio
84 di 92

12.6.3. Verifiche SLU a taglio

Si riporta la verifica di resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3 per la sollecitazione più sfavorevole.

RESISTENZA DI ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	NO !!!
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
100.00	60.00	6.40	53.60	37.00	450.00	0.00	343.00	
Resistenza a taglio senza armatura specifica						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$A_{SL,tot}$ (mmq)	k	v_{min} (MPa)	ρ_L	σ_{cp} (MPa)	(kN)			
20.106	1.61	0.40	0.0038	0	234.00	1.47		

RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

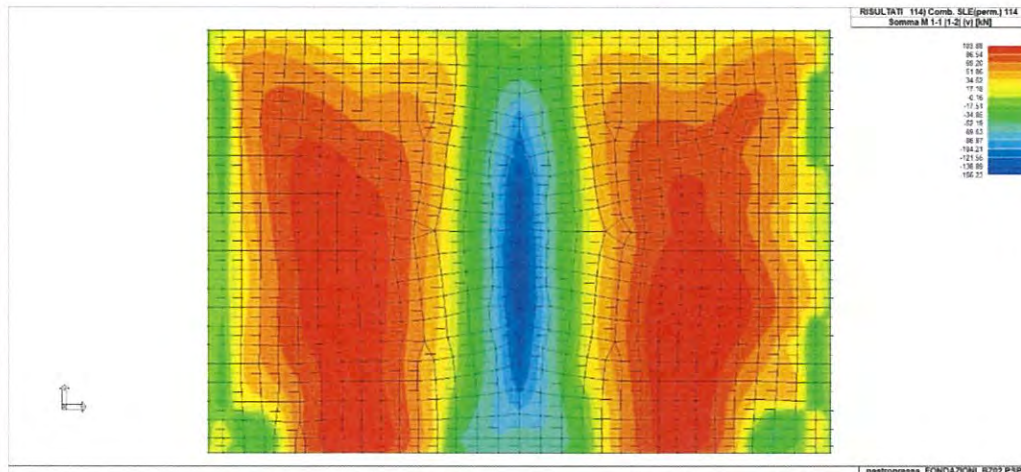
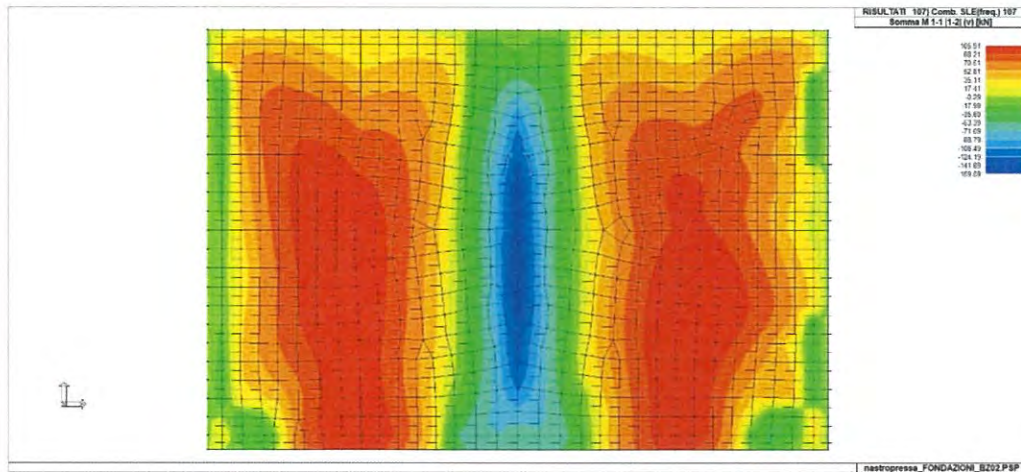
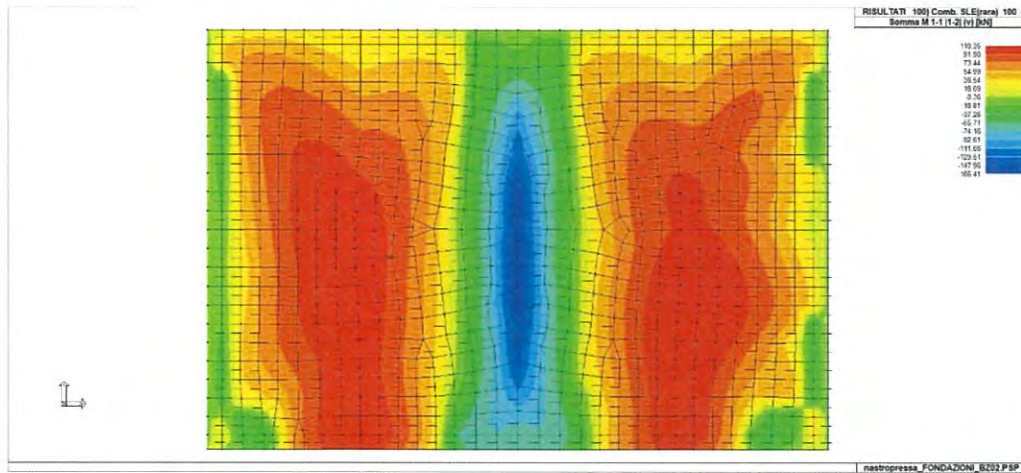
GEOMETRIA SEZIONE E MATERIALI						N_{Ed}	V_{Ed}	OK
b_w (cm)	h (cm)	c (cm)	d (cm)	R_{ck} (MPa)	f_{yk} (MPa)	(kN)	(kN)	
100.00	60.00	6.40	53.60	37.00	450.00	0.00	343.00	
ARMATURE A TAGLIO						V_{Rd}	V_{ed} / V_{Rd}	
$n_{b,sw}$	Φ_{sw} (mm)	s (cm)	A_{sw} (mmq)	α (°)	ϑ (°)	(kN)		
4	10	20.00	314.16	90.00	40.00	353.44	0.97	

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL OV 15C 0 003	Rev. A	Foglio 85 di 92
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

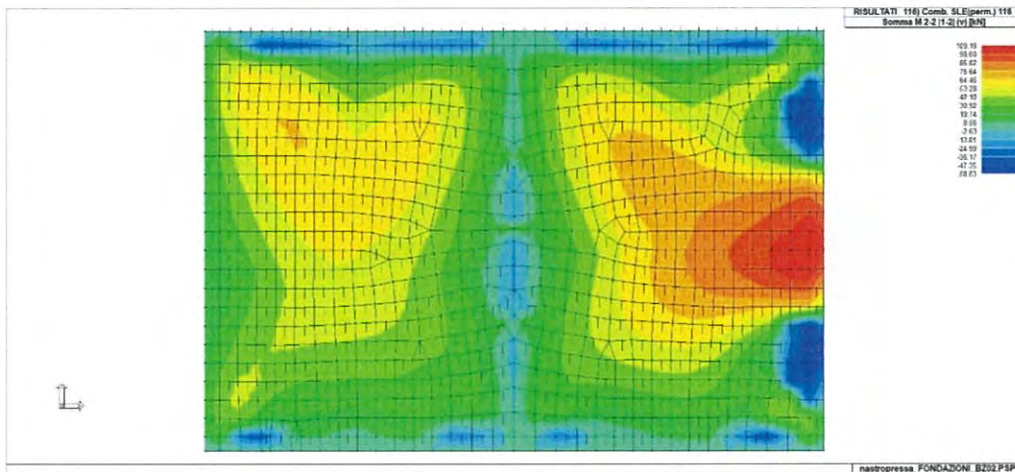
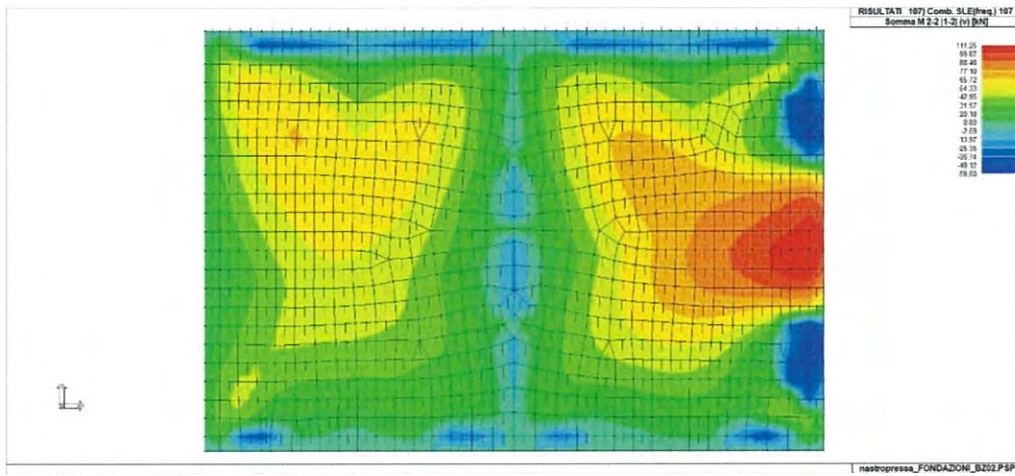
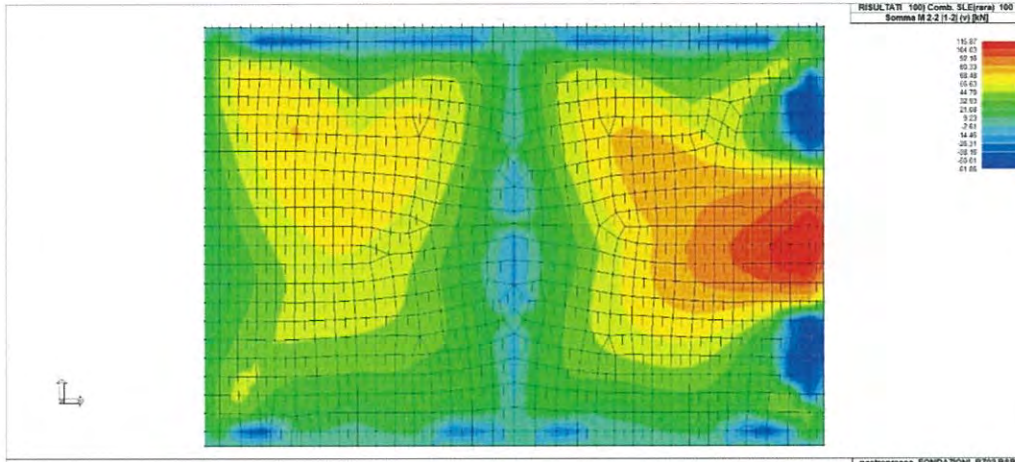
12.6.4. Sollecitazioni SLE

Data la simmetria dell'armatura si riportano, per le due direzioni, le sollecitazioni più sfavorevoli in combinazione Rara, Frequente e Quasi Permanente.

Flessione M11 (+ trazione estradosso platea)



Flessione M22 (+ trazione estradosso platea)



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL OV 15C 0 003	Rev. A	Foglio 87 di 92
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

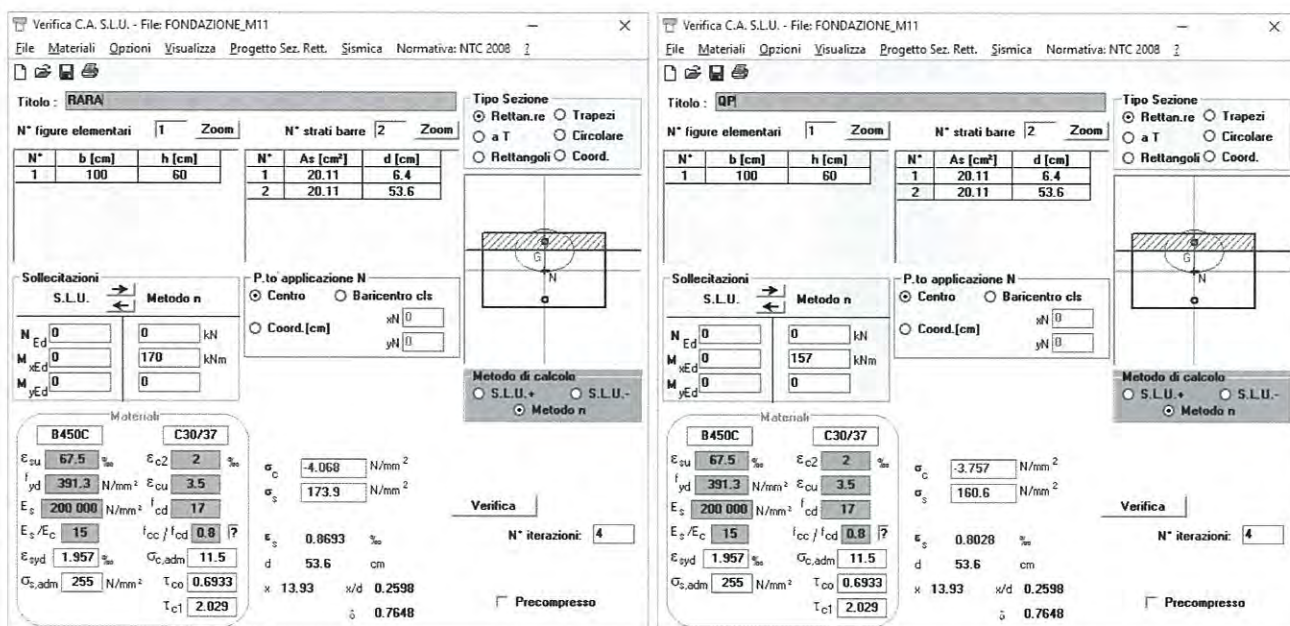
12.6.5. Verifiche SLE

Le verifiche agli stati limite di esercizio vengono svolte secondo quanto visto sopra considerando i seguenti limiti per le verifiche a fessurazione.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	w_d
b	Aggressive	frequente	$\leq w_2 = 0.3\text{mm}$
		quasi permanente	$\leq w_1 = 0.3\text{mm}$

Data la simmetria dell'armatura si effettua la verifica per la sollecitazione più sfavorevole.

Verifiche tensioni di esercizio M11



Combinazione RARA

$\sigma_c = 4.1 \text{ MPa} \leq 18 \text{ MPa} (= 0.60 f_{ck})$

Verificato

$\sigma_s = 173.9 \text{ MPa} \leq 313 \text{ MPa} (= 0.80 f_{yk})$

Verificato

Combinazione QP

$\sigma_c = 3.75 \text{ MPa} \leq 13.5 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$

Verificato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
88 di 92

Verifiche fessurazione M11

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M11

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

Titolo: **FREQ**

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	6.4
			2	20.11	53.6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd 0 kNm

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	C30/37
ϵ_{cu} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200 000 N/mm²	f_{cd} 17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11.5
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029	

σ_c -3.829 N/mm²
 σ_s 163.6 N/mm²
 ϵ_s 0.8181 ‰
d 53.6 cm
x 13.93 x/d 0.2598
 δ 0.7648

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Combinazione FREQ (w2)

$\sigma_s = 163.6 \text{ MPa}$ ($\phi_{max} = 30 \text{ mm}$, $i = 286 \text{ mm}$)

Verificato

Combinazione QP (w1)

$\sigma_s = 160.6 \text{ MPa}$ ($\phi_{max} = 24 \text{ mm}$, $i = 190 \text{ mm}$)

Verificato

Verifiche tensioni di esercizio M22

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M22

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

Titolo: **RARA**

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	4.8
			2	20.11	55.2

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd -120 kNm

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	C30/37
ϵ_{cu} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200 000 N/mm²	f_{cd} 17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11.5
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029	

σ_c -2.657 N/mm²
 σ_s 118.1 N/mm²
 ϵ_s 0.5905 ‰
d 55.2 cm
x 13.93 x/d 0.2523
 δ 0.7554

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M22

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

Titolo: **QP**

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	4.8
			2	20.11	55.2

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd -110 kNm

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	C30/37
ϵ_{cu} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200 000 N/mm²	f_{cd} 17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11.5
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029	

σ_c -2.435 N/mm²
 σ_s 108.3 N/mm²
 ϵ_s 0.5413 ‰
d 55.2 cm
x 13.93 x/d 0.2523
 δ 0.7554

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Combinazione RARA

$\sigma_c = 2.65 \text{ MPa} \leq 18 \text{ MPa}$ ($= 0.60 f_{ck}$)

Verificato

$\sigma_s = 118 \text{ MPa} \leq 313 \text{ MPa}$ ($= 0.80 f_{yk}$)

Verificato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
89 di 92

Combinazione QP

$$\sigma_c = 2.4 \text{ MPa} \leq 13.5 \text{ MPa} (= 0.45 f_{ck})$$

Verificato

Verifiche fessurazione M22

Verifica C.A. S.L.U. - File: FONDAZIONE_M22

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

Titolo: **FREQ**

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.11	4.8
			2	20.11	55.2

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 -115 kNm
 M_{yEd}: 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 C30/37

ϵ_{cu} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰ σ_c : -2.657 N/mm²
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 σ_s : 118.1 N/mm²
 E_c : 200 000 N/mm² f_{cd} : 17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8 ϵ_s : 0.5905 ‰
 E_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 11.5 d: 55.2 cm
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6933 κ : 13.93 w/d : 0.2523
 τ_{cl} : 2.029 ρ : 0.7554

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Combinazione FREQ (w2)

$$\sigma_s = 118 \text{ MPa} (\phi_{max} = 32 \text{ mm}, i = 300 \text{ mm})$$

Verificato

Combinazione QP (w1)

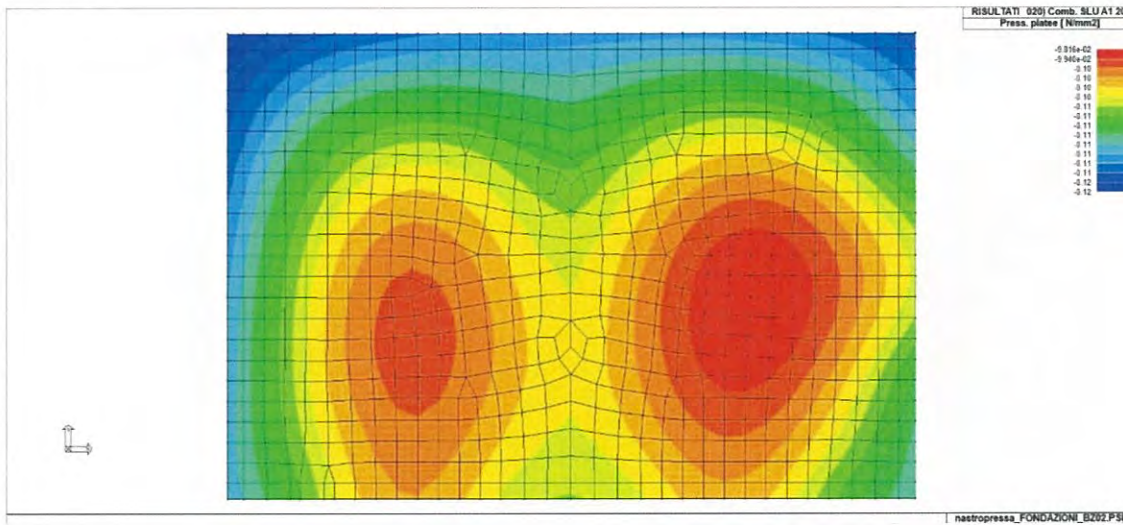
$$\sigma_s = 108 \text{ MPa} (\phi_{max} = 25 \text{ mm}, i = 200 \text{ mm})$$

Verificato

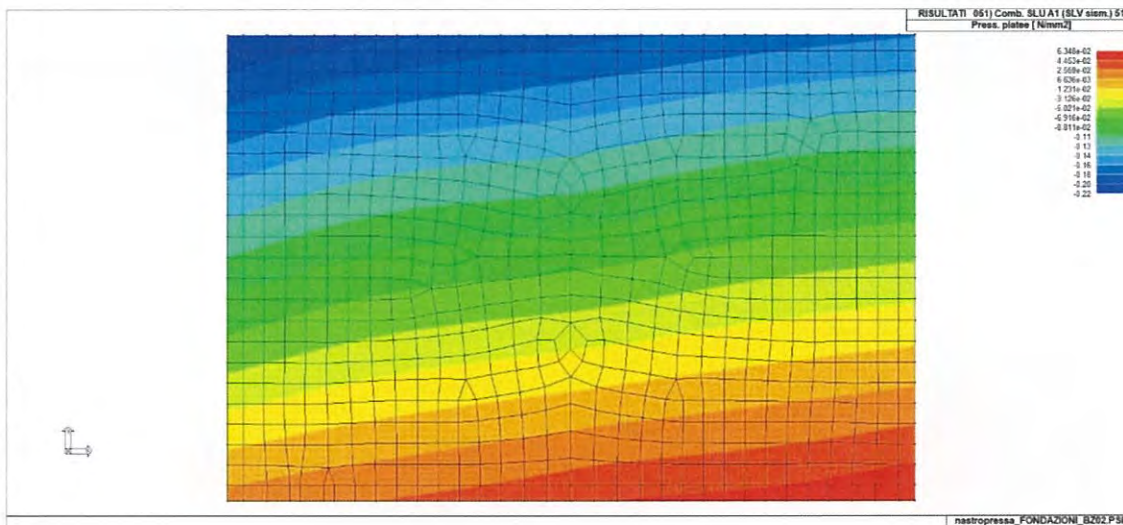
12.6.6. Pressioni fondazione

Si riportano le mappe di colore con le pressioni minime di compressione sulla platea di fondazione per la combinazione statica e sismica di tipo SLU in Approccio 2.

Pressioni combinazioni statiche SLU



Pressioni combinazioni sismiche SLV



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

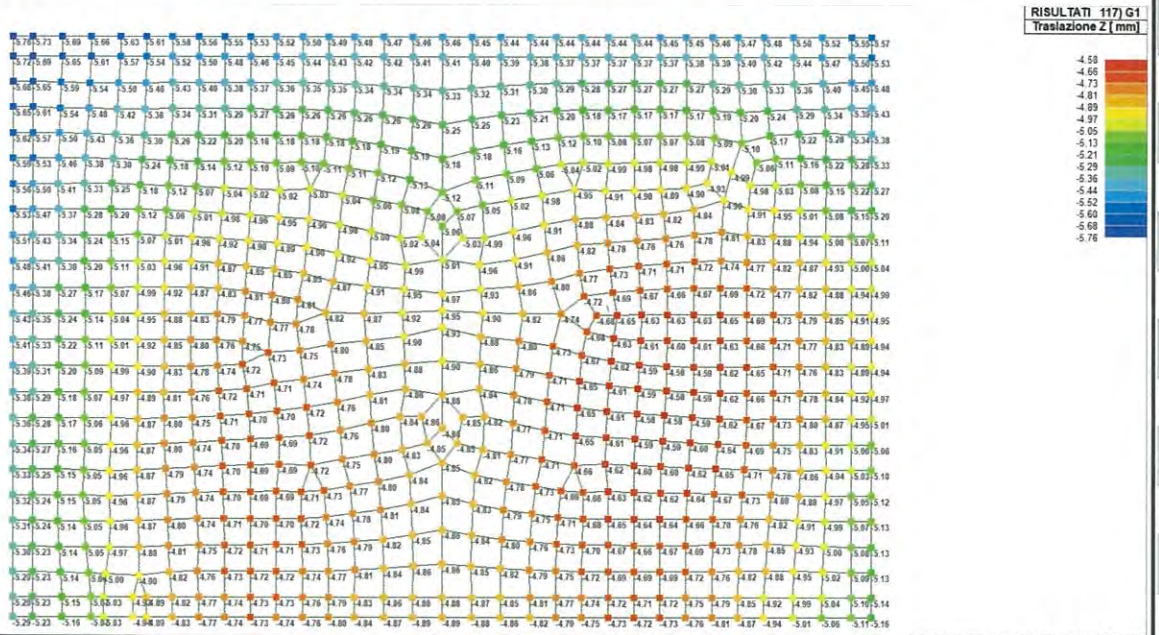
Rev.
A

Foglio
91 di 92

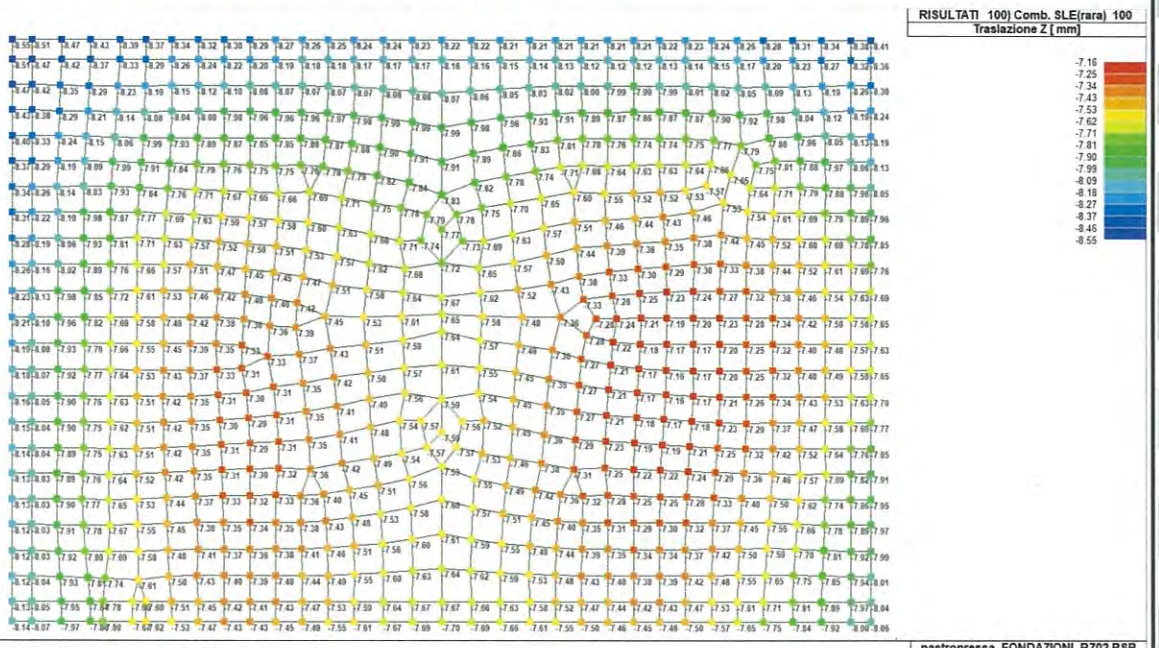
12.6.7. Cedimenti attesi

Si riportano le mappe con il dettaglio dei cedimenti relativi alla platea di fondazione per la combinazione statica (G1 = solo peso proprio) e caratteristica.

Cedimenti della platea di fondazione nella combinazione G1



Cedimenti della platea di fondazione nella combinazione caratteristica



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL OV 15C 0 003

Rev.
A

Foglio
92 di 92

Il primo cedimento avviene contestualmente alla realizzazione dell'opera mentre il secondo è associato alla combinazione caratteristica, ovvero definisce quella attesa di progetto. Ai fini impiantistici, il massimo cedimento è pari a circa 3 mm, il quale si ritiene possa essere compatibile con le funzionalità dell'impianto.