

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

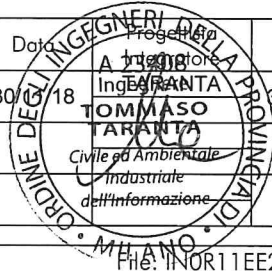
SLZ1 – SOTTOVIA S.C. VIA RAMPÀ PK 149+888,702

RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO

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

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

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	GUILARTE	30/11/18	AIELLO	30/11/18	30/11/18	
B							
C							



CIG. 751447334A File: INOR11EE2CLSLZ1C0002A_01.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 CO 002Rev.
AFoglio
2 di 183**INDICE**

1.	INTRODUZIONE	10
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
3.	CRITERI DI CALCOLO	14
3.1.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA	14
3.2.	COMBINAZIONI DI CARICO	15
3.2.1.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU</i>	15
3.2.2.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE</i>	16
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	17
4.1.	CALCESTRUZZO PER MAGRONE.....	17
4.2.	CALCESTRUZZO	17
4.3.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	17
4.4.	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	18
4.5.	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	18
5.	PARAMETRI SISMICI.....	19
6.	PARAMETRI GEOTECNICI	20
7.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	21
8.	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	23
8.1.	CODICE DI CALCOLO	23
8.2.	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	23
9.	ANALISI DEI CARICHI	35
9.1.	PESO PROPRIO STRUTTURE (LOAD1)	35
9.2.	CARICHI PERMANENTI PORTATI (LOAD2).....	35
9.3.	SPINTA DEL TERRENO (LOAD3 ÷ LOAD6).....	35
9.4.	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI SULLA SOLETTA SUPERIORE (LOAD 7 ÷ LOAD 9).....	36
9.5.	SPINTA DEL SOVRACCARICO SUL RILEVATO (LOAD10 ÷ LOAD13).....	37
9.6.	AZIONE SISMICA (LOAD 14÷19).....	37
10.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	39

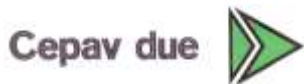
Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL SLZ1 C0 002	Rev. A	Foglio 3 di 183
10.1.	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE				39
10.1.1.	<i>Combinazioni SLU</i>				40
10.1.2.	<i>Combinazioni SLV</i>				41
10.1.3.	<i>Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Caratteristica</i>				41
10.2.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU - SLV				42
10.2.1.	<i>Inviluppi fondazione sp. 130cm</i>				42
10.2.1.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i>				42
10.2.1.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i>				42
10.2.1.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i>				43
10.2.1.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i>				43
10.2.1.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i>				44
10.2.1.6.	<i>Inviluppo V13 – min</i>				44
10.2.1.7.	<i>Inviluppo V23 – max</i>				45
10.2.1.8.	<i>Inviluppo V23 – min</i>				45
10.2.2.	<i>Inviluppi soletta carrabile 80cm</i>				46
10.2.2.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i>				46
10.2.2.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i>				46
10.2.2.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i>				47
10.2.2.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i>				47
10.2.2.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i>				48
10.2.2.6.	<i>Inviluppo V13 – min</i>				48
10.2.2.7.	<i>Inviluppo V23 – max</i>				49
10.2.2.8.	<i>Inviluppo V23 – min</i>				49
10.2.3.	<i>Inviluppi parete est 120cm – 70cm</i>				50
10.2.3.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i>				50
10.2.3.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i>				50
10.2.3.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i>				51
10.2.3.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i>				51
10.2.3.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i>				52
10.2.3.6.	<i>Inviluppo V13 – min</i>				52
10.2.3.7.	<i>Inviluppo V23 – max</i>				53
10.2.3.8.	<i>Inviluppo V23 – min</i>				53
10.2.4.	<i>Inviluppi parete ovest 120cm – 70cm</i>				54
10.2.4.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i>				54
10.2.4.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i>				54
10.2.4.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i>				55
10.2.4.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i>				55

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL SLZ1 C0 002	Rev. A	Foglio 4 di 183
10.2.4.5.	Inviluppo V13 – max				56
10.2.4.6.	Inviluppo V13 – min				56
10.2.4.7.	Inviluppo V23 – max				57
10.2.4.8.	Inviluppo V23 – min				57
10.2.5.	Inviluppi parete nord 80cm				58
10.2.5.1.	Inviluppo M11 – max				58
10.2.5.2.	Inviluppo M11 – min				58
10.2.5.3.	Inviluppo M22 – max				59
10.2.5.4.	Inviluppo M22 – min				59
10.2.5.5.	Inviluppo V13 – max				60
10.2.5.6.	Inviluppo V13 – min				60
10.2.5.7.	Inviluppo V23 – max				61
10.2.5.8.	Inviluppo V23 – min				61
10.2.6.	Inviluppi parete sud 80cm				62
10.2.6.1.	Inviluppo M11 – max				62
10.2.6.2.	Inviluppo M11 – min				62
10.2.6.3.	Inviluppo M22 – max				63
10.2.6.4.	Inviluppo M22 – min				63
10.2.6.5.	Inviluppo V13 – max				64
10.2.6.6.	Inviluppo V13 – min				64
10.2.6.7.	Inviluppo V23 – max				65
10.2.6.8.	Inviluppo V23 – min				65
10.2.7.	Inviluppi parete interna 50cm				66
10.2.7.1.	Inviluppo M11 – max				66
10.2.7.2.	Inviluppo M11 – min				66
10.2.7.3.	Inviluppo M22 – max				67
10.2.7.4.	Inviluppo M22 – min				67
10.2.7.5.	Inviluppo V13 – max				68
10.2.7.6.	Inviluppo V13 – min				68
10.2.7.7.	Inviluppo V23 – max				69
10.2.7.8.	Inviluppo V23 – min				69
10.2.8.	Inviluppi soletta superiore 40cm				70
10.2.8.1.	Inviluppo M11 – max				70
10.2.8.2.	Inviluppo M11 – min				70
10.2.8.3.	Inviluppo M22 – max				71
10.2.8.4.	Inviluppo M22 – min				71
10.2.8.5.	Inviluppo V13 – max				72
10.2.8.6.	Inviluppo V13 – min				72
10.2.8.7.	Inviluppo V23 – max				73

10.2.8.8.	Inviluppo V23 – min.....	73
10.2.9.	Inviluppi setti interni 50cm.....	74
10.2.9.1.	Inviluppo M11 – max	74
10.2.9.2.	Inviluppo M11 – min.....	75
10.2.9.3.	Inviluppo M22 – max	76
10.2.9.4.	Inviluppo M22 – min.....	77
10.2.9.5.	Inviluppo V13 – max	78
10.2.9.6.	Inviluppo V13 – min.....	79
10.2.9.7.	Inviluppo V23 – max	80
10.2.9.8.	Inviluppo V23 – min.....	81
10.3.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	82
10.3.1.	Inviluppi fondazione 130cm.....	82
10.3.1.1.	Inviluppo QP – M11.....	82
10.3.1.2.	Inviluppo QP – M22.....	82
10.3.1.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	83
10.3.1.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	83
10.3.1.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	84
10.3.1.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	84
10.3.2.	Inviluppi soletta carrabile 80cm.....	85
10.3.2.1.	Inviluppo QP – M11.....	85
10.3.2.2.	Inviluppo QP – M22.....	85
10.3.2.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	86
10.3.2.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	86
10.3.2.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	87
10.3.2.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	87
10.3.3.	Inviluppi parete est 120cm – 70cm.....	88
10.3.3.1.	Inviluppo QP – M11.....	88
10.3.3.2.	Inviluppo QP – M22.....	88
10.3.3.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	89
10.3.3.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	89
10.3.3.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	90
10.3.3.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	90
10.3.4.	Inviluppi parete ovest 120cm – 70cm	91
10.3.4.1.	Inviluppo QP – M11.....	91
10.3.4.2.	Inviluppo QP – M22.....	91
10.3.4.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	92
10.3.4.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	92
10.3.4.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	93

10.3.4.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	93
10.3.5.	Inviluppi parete nord 80cm.....	94
10.3.5.1.	Inviluppo QP – M11.....	94
10.3.5.2.	Inviluppo QP – M22.....	94
10.3.5.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	95
10.3.5.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	95
10.3.5.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	96
10.3.5.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	96
10.3.6.	Inviluppi parete sud 80cm.....	97
10.3.6.1.	Inviluppo QP – M11.....	97
10.3.6.2.	Inviluppo QP – M22.....	97
10.3.6.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	98
10.3.6.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	98
10.3.6.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	99
10.3.6.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	99
10.3.7.	Inviluppi parete interna 50cm.....	100
10.3.7.1.	Inviluppo QP – M11.....	100
10.3.7.2.	Inviluppo QP – M22.....	100
10.3.7.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	101
10.3.7.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	101
10.3.7.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	102
10.3.7.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	102
10.3.8.	Inviluppi soletta superiore 40cm	103
10.3.8.1.	Inviluppo QP – M11.....	103
10.3.8.2.	Inviluppo QP – M22.....	103
10.3.8.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	104
10.3.8.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	104
10.3.8.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	105
10.3.8.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	105
10.3.9.	Inviluppi setti interni 50cm.....	106
10.3.9.1.	Inviluppo QP – M11.....	106
10.3.9.2.	Inviluppo QP – M22.....	107
10.3.9.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	108
10.3.9.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	109
10.3.9.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	110
10.3.9.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	110
11.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	111

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



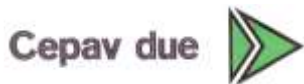
Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002Rev.
AFoglio
7 di 183

11.1.	FONDAZIONE SP. 130CM.....	112
11.1.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	112
11.1.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	113
11.1.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	114
11.1.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	115
11.1.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	116
11.1.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	117
11.2.	SOLETTA CARRABILE SP. 80CM.....	118
11.2.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	118
11.2.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	119
11.2.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	120
11.2.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	121
11.2.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	122
11.2.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	123
11.3.	PARETE EST SP. 120CM.....	124
11.3.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	124
11.3.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	125
11.3.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	126
11.3.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	127
11.3.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	128
11.3.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	129
11.4.	PARETE EST SP. 70CM.....	130
11.4.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	130
11.4.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	131
11.4.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	132
11.4.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	133
11.4.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	134
11.4.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	135

11.5.	PARETE OVEST SP. 120CM.....	136
11.5.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	136
11.5.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	137
11.5.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	138
11.5.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	139
11.5.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	140
11.5.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	141
11.6.	PARETE OVEST SP. 70CM.....	142
11.6.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	142
11.6.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	143
11.6.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	144
11.6.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	145
11.6.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	146
11.6.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	147
11.7.	PARETE NORD SP. 80CM.....	148
11.7.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	148
11.7.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	149
11.7.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	150
11.7.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	151
11.7.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	152
11.7.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	153
11.8.	PARETE SUD SP. 80CM.....	154
11.8.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	154
11.8.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	155
11.8.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	156
11.8.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	157
11.8.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11.....</i>	158
11.8.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22.....</i>	159

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002Rev.
AFoglio
9 di 183

11.9.	PARETE INTERNA SP. 50CM	160
11.9.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	160
11.9.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	161
11.9.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	162
11.9.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	163
11.9.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11</i>	164
11.9.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22</i>	165
11.10.	SOLETTA SUPERIORE SP. 40CM.....	166
11.10.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	166
11.10.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	167
11.10.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	168
11.10.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	169
11.10.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11</i>	170
11.10.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22</i>	171
11.11.	SETTI INTERNI SP. 50CM.....	172
11.11.1.	<i>Caratteristiche geometriche sezione.....</i>	172
11.11.2.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11.....</i>	173
11.11.3.	<i>Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22.....</i>	174
11.11.4.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....</i>	175
11.11.5.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M11</i>	176
11.11.6.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio M22</i>	177
12.	VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE.....	182
13.	RIFERIMENTI.....	183
13.1.	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	183
13.2.	DOCUMENTI CORRELATI.....	183
13.3.	DOCUMENTI SUPERATI.....	183

1. INTRODUZIONE

La presente relazione di calcolo riguarda l'impianto di sollevamento delle acque meteoriche, posto in adiacenza al sottovia denominato "SOTTOVIA S.C. VIA RAMPÀ PK 149+888,702", previsto nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicato al km 149+888,702 della linea ferroviaria.

La vasca in esame è costituita principalmente da due strutture scatolari adiacenti: la prima, che alloggia il vano pompe e il vano di raccolta acque di prima pioggia, ha dimensioni interne pari a circa 11.20mx3.00m, altezza 2.50m e quota di fondazione pari a +67.26m; la seconda, che costituisce il vano di raccolta acque di seconda pioggia, ha dimensioni interne pari a circa 11.20mx9.40m, altezza 2.50m e quota di fondazione pari a +67.26m.

A chiusura di tali strutture scatolari è presente una soletta di 0.8m, il cui estradosso è posto a quota +71.86m; su tale soletta, per una larghezza pari a circa 9.35m, è prevista la realizzazione della viabilità, sulla restante sarà realizzata la pista ciclopedonale, che avendo quota maggiore rispetto alla viabilità necessita di muro di sostegno di spessore 0.50m e soletta orizzontale di spessore 0.40m, con estradosso posto a quota +74.79m su cui sono previsti i fori per l'alloggiamento di chiusini necessari all'ispezione delle pompe.

In considerazione del dislivello tra la quota della soletta carrabile e quella del piano campagna, la parete verticali vengono prolungate dall'estradosso della soletta carrabile per un tratto pari a circa 13.40m, al fine di garantire il sostegno del rilevato, e puntonate con quattro puntoni in c.a. di dimensione 0.70x0.70m.

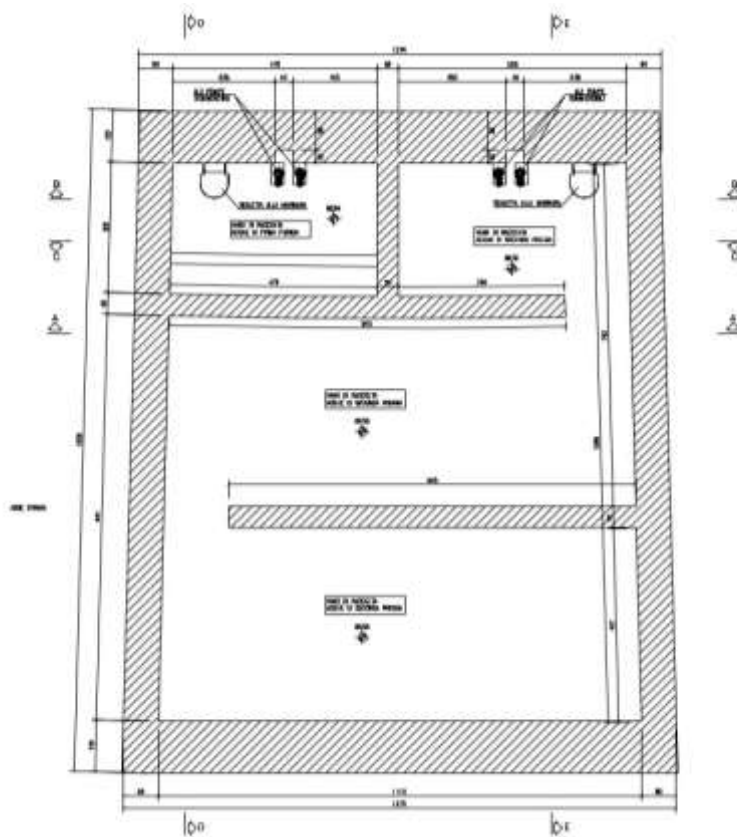
Tutti i setti e le solette che costituiscono la vasca sono realizzati in c.a. gettato in opera.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale e applicazione della Normativa sui ponti stradali D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

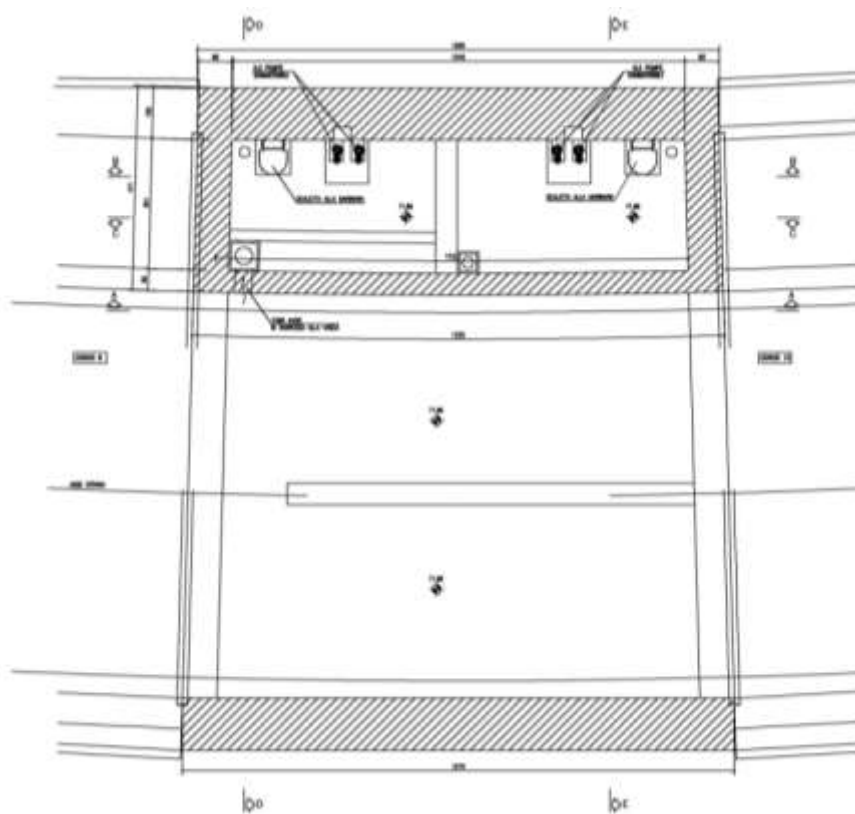
L'opera, ubicata nel Comune di Sommacampagna (VR), ricade in zona sismica, e verranno pertanto considerate anche le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/08.

Per il dimensionamento viene realizzato un modello tridimensionale ad elementi finiti (elementi shell) vincolato su molle elastiche.

Si riportano, di seguito, le sezioni più significative della struttura.



Pianta f-f



Pianta g-g

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 luglio 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1993-5 (Eurocodice 3) – Maggio 2007: “Progettazione delle strutture in acciaio”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili.

3. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

3.1. Criteri e definizione dell'azione sismica

L'azione sismica viene considerata al fine del dimensionamento e della verifica strutturale solo per il rostro poiché non sarà completamente demolito dopo la di spinta.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2., assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*_c .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Le spinte delle terre, considerando la vasca una struttura rigida e priva di spostamenti (NT par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Wood:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

La spinta si considera come un carico uniformemente distribuito su h_{tot} .

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo.

3.2. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C..

3.2.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche strutturali agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento allo stato limite SLU di tipo strutturale (STR), raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche vengono condotte secondo l'“Approccio 1” e combinazione 1 $\rightarrow (A1+M1+R1) \rightarrow STR$.

Ai fini delle verifiche degli stati limiti ultimi si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limiti ultimi SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limiti ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Le verifiche allo stato limite ultimo sismico § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

3.2.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

Quasi permanente $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$

Frequente $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{1i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$

Rara $\Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali:

4.1. Calcestruzzo per magrone

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

4.2. Calcestruzzo

Per la realizzazione dell'impianto di sollevamento, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C35/45 ($R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45.35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 34625 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 21.17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.346 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.564 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 20.54 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$

4.3. Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura f_t	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0.80 * f_{yk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

4.4. Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

CLASSE DI ESPOSIZIONE XD3 + XC4

4.5. Copriferro minimo e copriferro nominale

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$. Considerate le condizioni ambientali dell'opera e le classi di resistenza del calcestruzzo, si adotta un copriferro nominale pari a $c_{nom} = 60$ mm.

5. PARAMETRI SISMICI

L'opera ricade nel comune di Sommacampagna in provincia di Verona.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV (TR=1424 anni) sono i seguenti:

$$a_g = 0.237g$$

$$a_{gv} = 0.155 g;$$

$$F_0 = 2.432;$$

$$T^*_c = 0.283 s;$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste l'opera, si assume che ricada in categoria sismica "B" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.170$$

$$S_T = 1.0$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 1.170 \times 1.00 \times 0.237 g = 0.277 g$$

6. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da reinterri, sono:

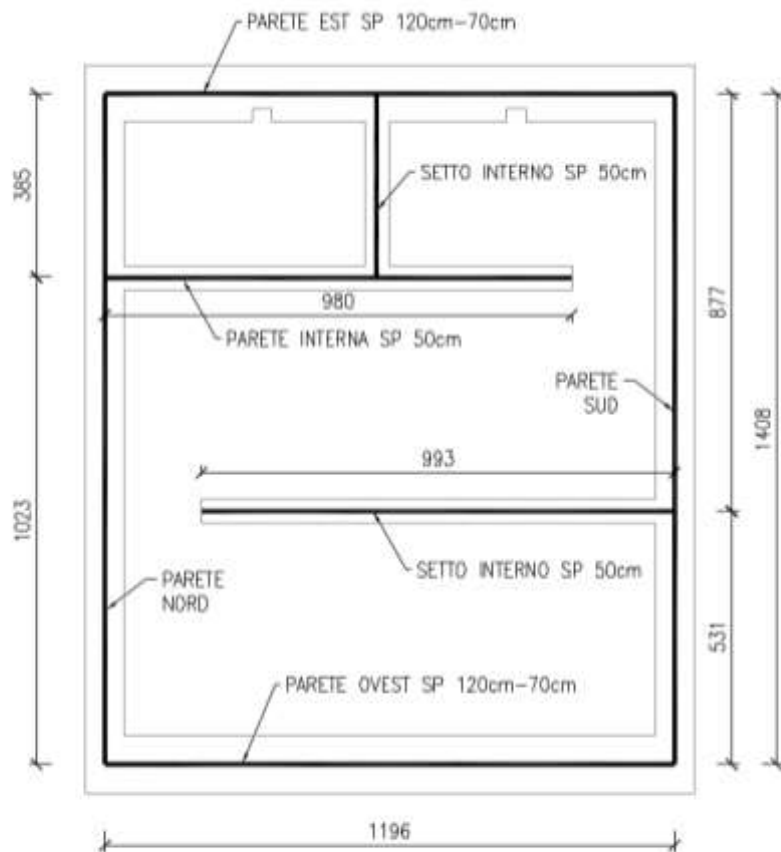
- $\Phi'_k = 30^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Per quanto riguarda il terreno di fondazione, in base alle caratteristiche geotecniche riportate nello specifico documento Rif. [1], si assumono i seguenti parametri:

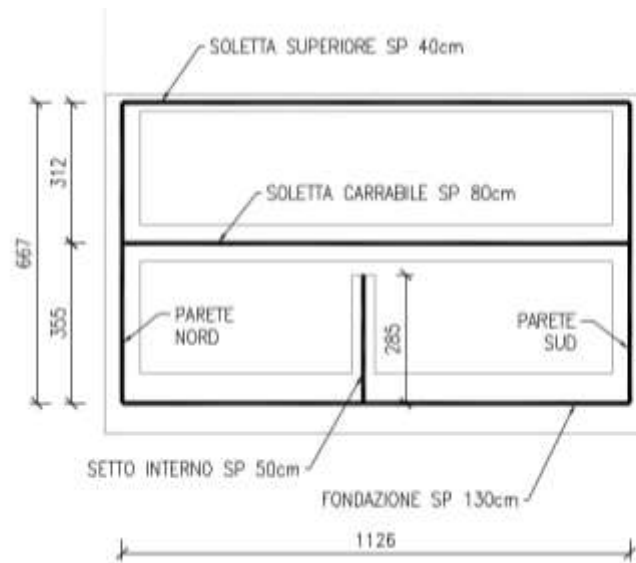
- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- $k_w = 5000 \text{ kN/m}^3$

7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

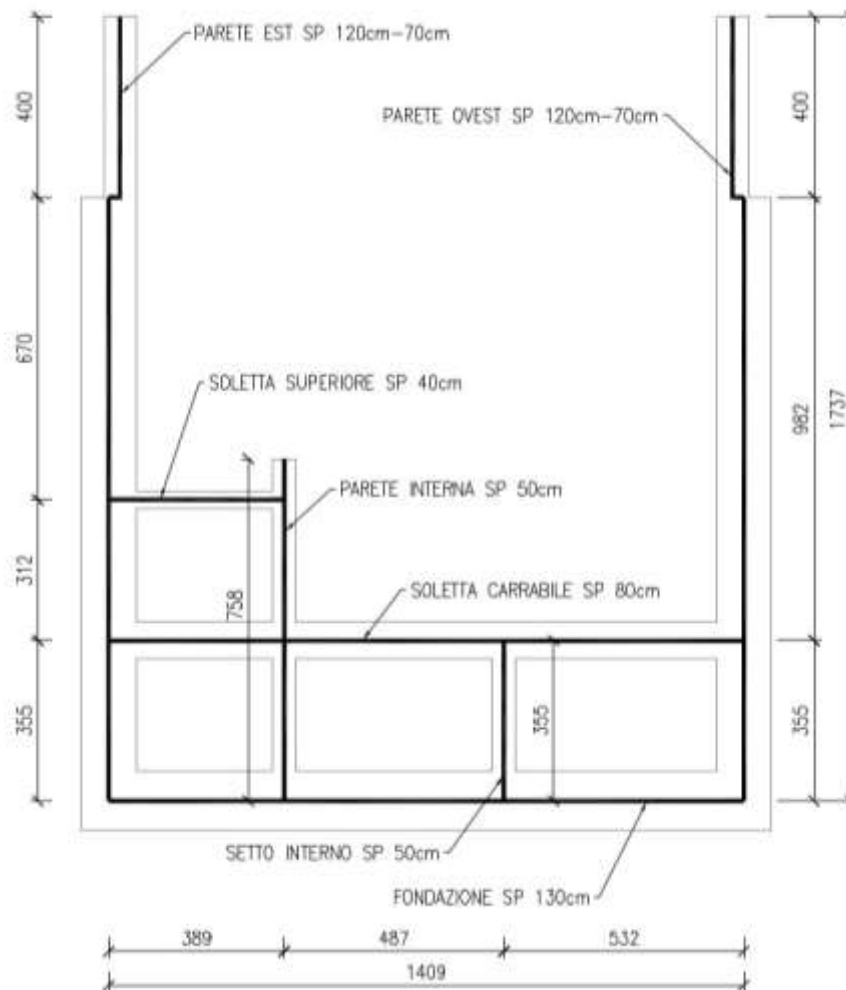
Si riportano, di seguito, le dimensioni geometriche assunte nella modellazione della struttura con indicati i nomi adottati nella relazione per identificare le pareti.



Pianta



Sezione trasversale



Sezione longitudinale

8. MODELLAZIONE STRUTTURALE

8.1. Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti (SAP2000) schematizzando i vari setti con elementi "shell" mutuamente incastrati.

8.2. Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti.

La mesh è composta da 7935 shell elements, da 7906 nodi e 4 frames.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- K_s = costante di sottofondo [F/L³]
- b_t = interasse trasversale di competenza della generica molla
- b_l = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1.00 m)
- $W_s = K_s / (b_t \times b_l)$ = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è pari a:

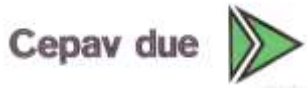
$$K_s = 5000 \text{ kN/m}^3$$

Per quanto riguarda la rigidezza degli elementi del modello 3D si è assunto:

$$- E_c = 34625 \text{ N/mm}^2 \text{ (Per cls Rck 45);}$$

Lo schema statico della struttura e la numerazione di shell e nodi sono riportati nelle seguenti figure.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

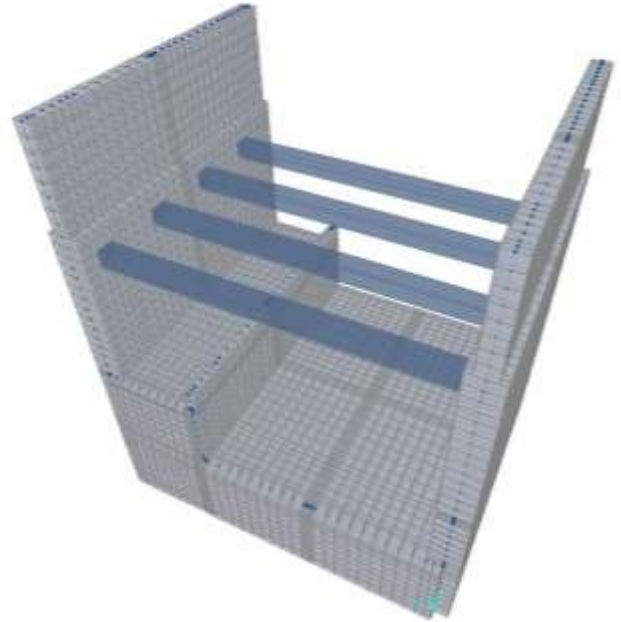
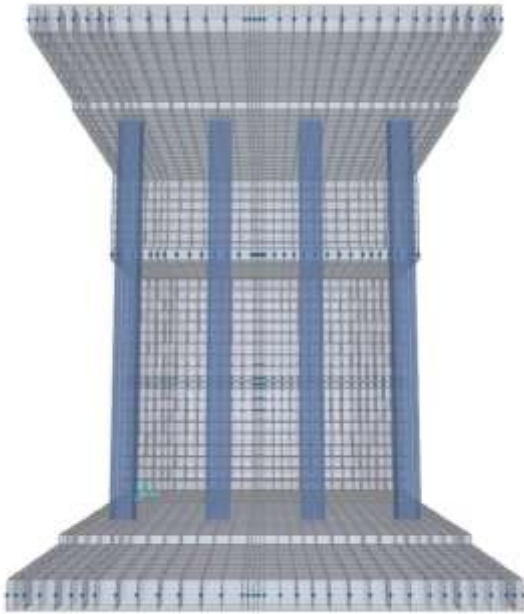
Progetto
INOR

Lotto
11

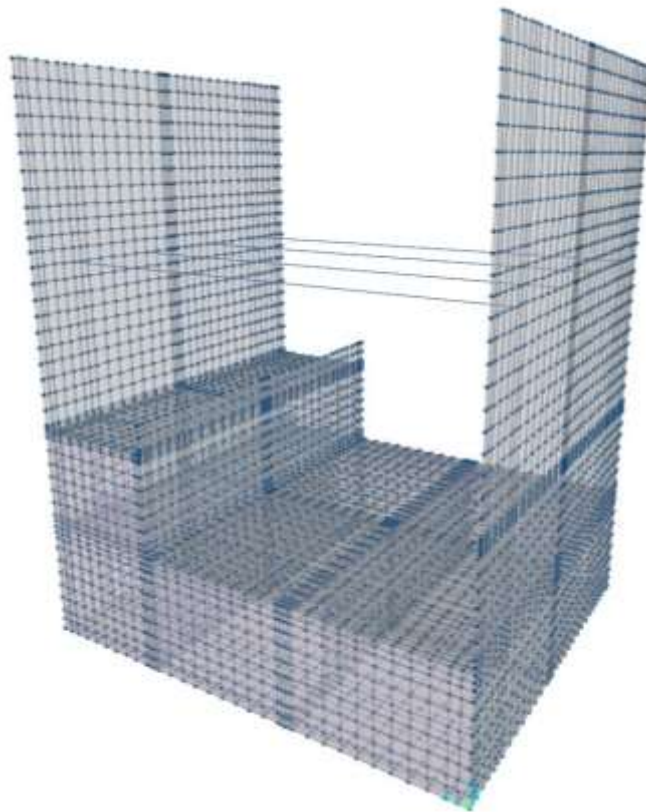
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
24 di 183



Modello tridimensionale con spessore elementi



Modello tridimensionale

Doc. N.

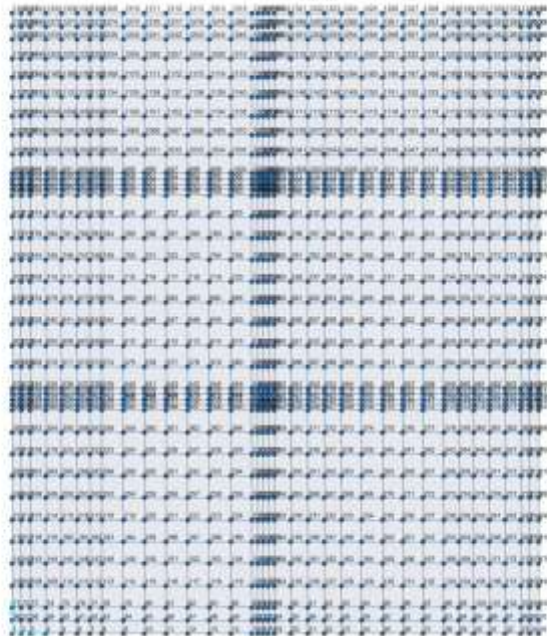
Progetto
INOR

Lotto
11

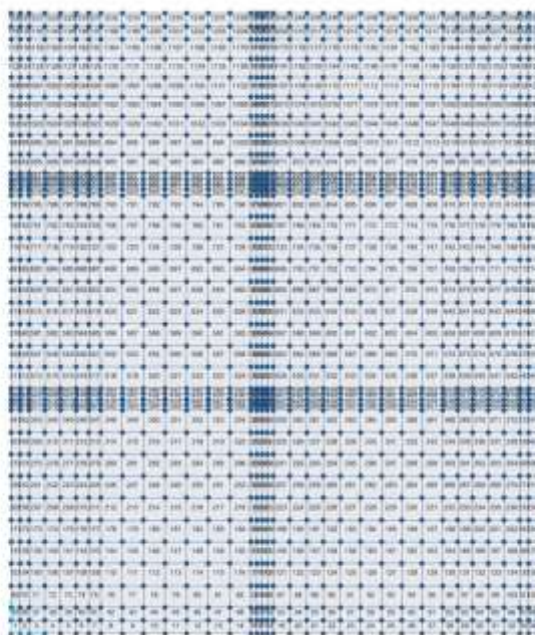
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

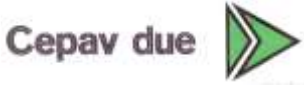
Foglio
25 di 183



Numerazione nodi fondazione sp. 130cm



Numerazione shell fondazione sp. 130cm



Doc. N.

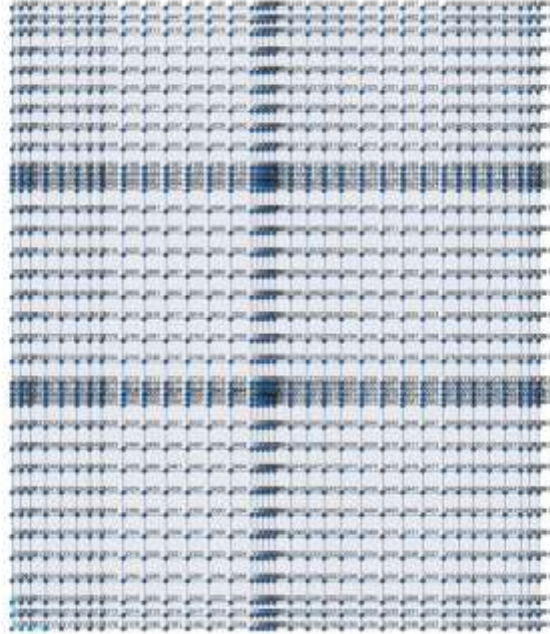
Progetto
INOR

Lotto
11

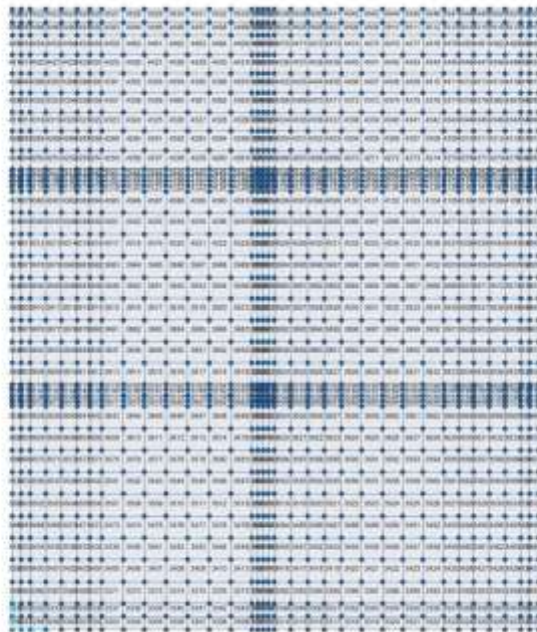
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
26 di 183

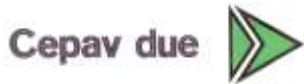


Numerazione soletta carrabile sp. 80cm



Numerazione shell soletta carrabile sp. 80cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

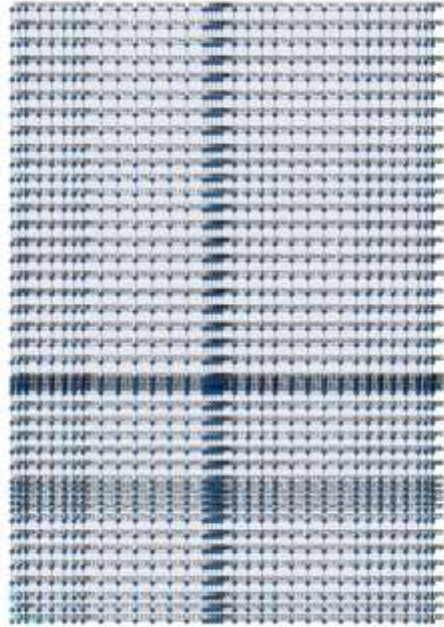
Progetto
INOR

Lotto
11

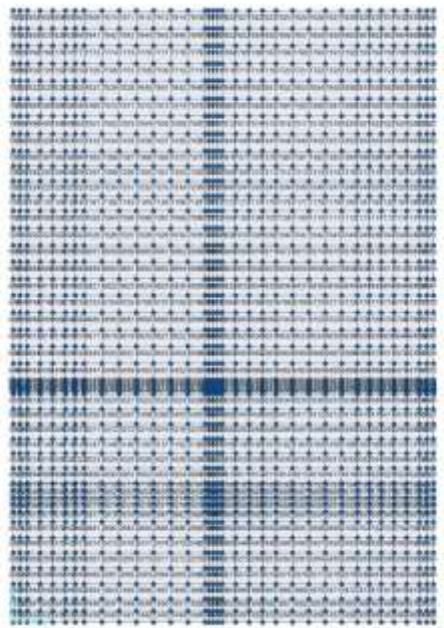
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
27 di 183



Numerazione nodi parete est sp.120cm / sp.70cm



Numerazione shell parete est sp.120cm / sp.70cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

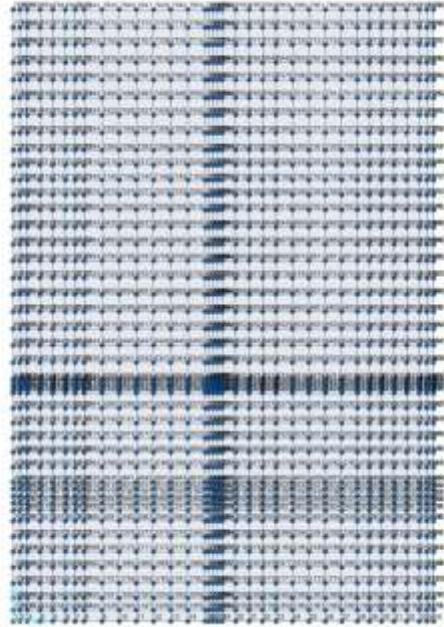
Progetto
INOR

Lotto
11

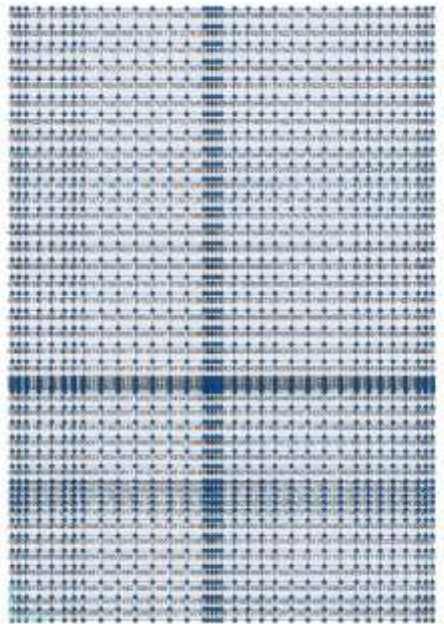
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
28 di 183



Numerazione nodi parete ovest sp.120cm / sp.70cm



Numerazione shell parete ovest sp.120cm / sp.70cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

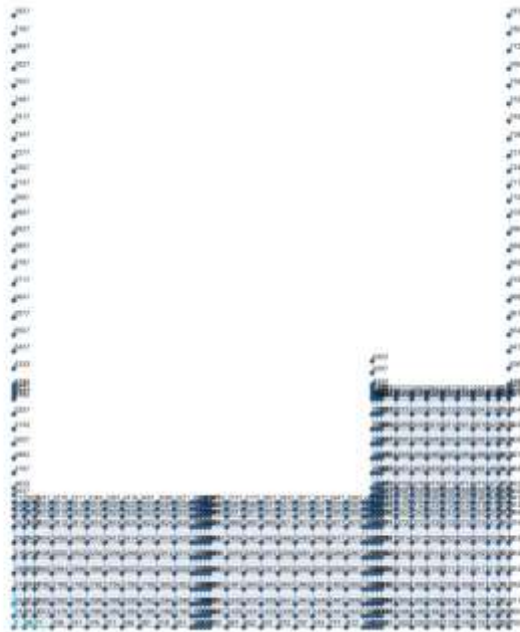
Progetto
INOR

Lotto
11

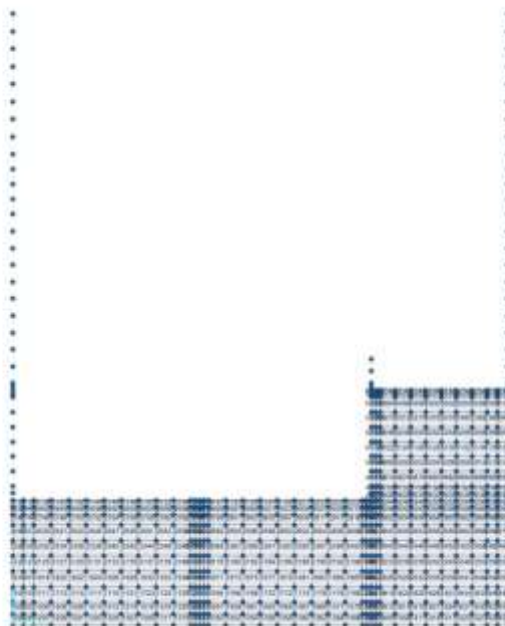
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
29 di 183



Numerazione nodi parete nord sp.80cm



Numerazione shell parete nord sp.80cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

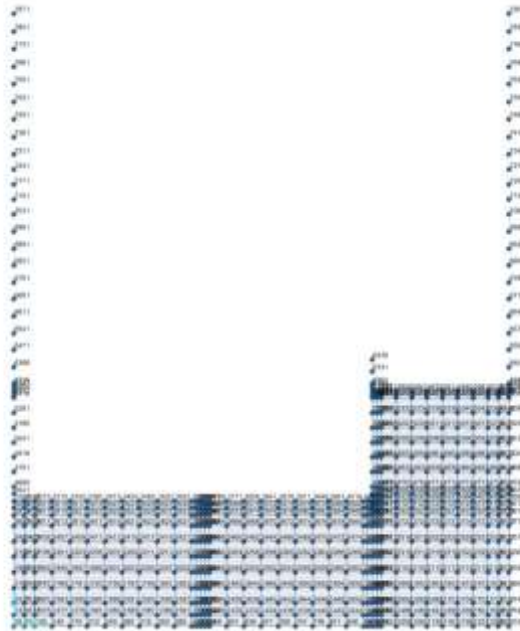
Progetto
INOR

Lotto
11

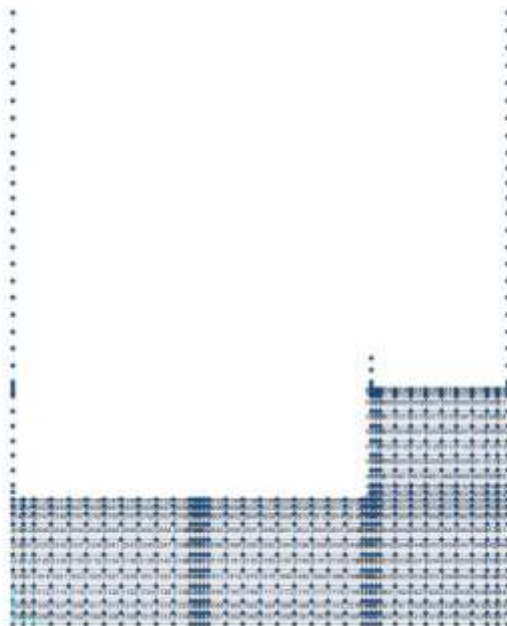
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
30 di 183



Numerazione nodi parete sud sp.80cm



Numerazione shell parete sud sp.80cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

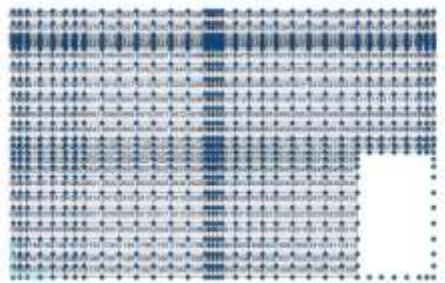
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
31 di 183



Numerazione nodi parete interna sp.50cm



Numerazione shell parete interna sp.50cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
32 di 183



Numerazione nodi soletta superiore sp.40cm



Numerazione shell soletta superiore sp.40cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
33 di 183



Numerazione nodi setti interni sp.50cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

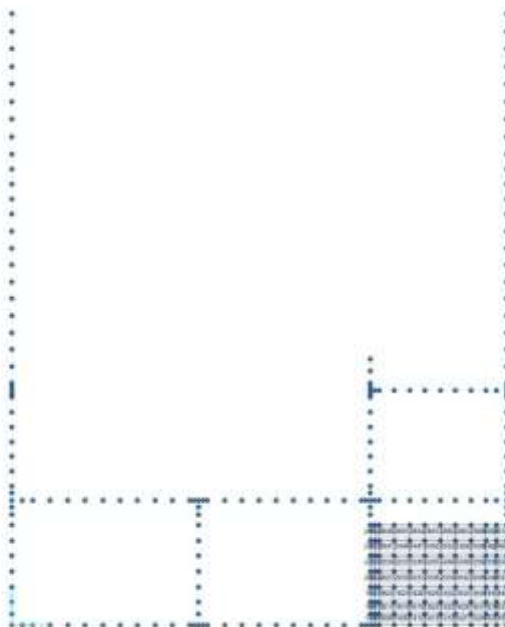
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
34 di 183



Numerazione shell setti interni sp.50cm

9. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25.0 \text{ kN/m}^3$

- rilevato: $\gamma_{ril} = 20.0 \text{ kN/m}^3$

9.1. Peso proprio strutture (Load1)

• soletta inferiore sp. 130	$S_s \times \gamma_{c.a.}$	$= 1.30 \times 25.00 = 35.50 \text{ kN/m}^2$
• soletta carrabile	$S_s \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.80 \times 25.00 = 20.00 \text{ kN/m}^2$
• pareti Est/Ovest – sp. 120	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 1.20 \times 25.00 = 30.00 \text{ kN/m}^2$
• pareti Est/Ovest – sp. 70	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.70 \times 25.00 = 17.50 \text{ kN/m}^2$
• parete Nord/Sud	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.80 \times 25.00 = 20.00 \text{ kN/m}^2$
• soletta superiore	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.40 \times 25.00 = 10.00 \text{ kN/m}^2$
• parete interna	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
• setti interni	$S_p \times \gamma_{c.a.}$	$= 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$

9.2. Carichi permanenti portati (Load2)

Si assume, per la viabilità un ricoprimento medio pari a 1.30m:

$$q_{perm} = \gamma_{ril} \times h = 20.0 \times 1.30 = 26.00 \text{ kN/m}^2$$

Si assume, per la pista ciclopedonale un ricoprimento medio pari a 0.55m:

$$q_{perm} = \gamma_{ril} \times h = 20.0 \times 0.55 = 11.00 \text{ kN/m}^2$$

9.3. Spinta del terreno (Load3 ÷ Load6)

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche. Secondo quanto riportato in precedenza per il reinterro si assumono i seguenti parametri:

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi'_k = 30^\circ$$

$$k_{0,k} = k_{0,M1} = 0.5$$

Si riporta di seguito il calcolo delle pressioni agenti sulla struttura, eseguito per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) indicando con:

- Load 3: spinta a riposo su parete Est
- Load 4: spinta a riposo su parete Ovest
- Load 5: spinta a riposo su parete Nord
- Load 6: spinta a riposo su parete Sud

Parete Est/Ovest (Load 3 – Load 4):

$$\begin{aligned} \text{Pressione in asse soletta inferiore: } P_1 (h_1 = 17.37\text{m}) &= k_{0,M1} \times h_2 \times \gamma_t = \\ &= 0.5 \times 17.37 \times 20 = \mathbf{173.70 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Parete Nord/Sud – lato pista ciclopedonale (Load 5 – Load 6):

$$\begin{aligned} \text{Pressione in asse soletta inferiore: } P_2 (h_2 = 7.42\text{m}) &= k_{0,M1} \times h_2 \times \gamma_t = \\ &= 0.5 \times 7.42 \times 20 = \mathbf{74.20 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

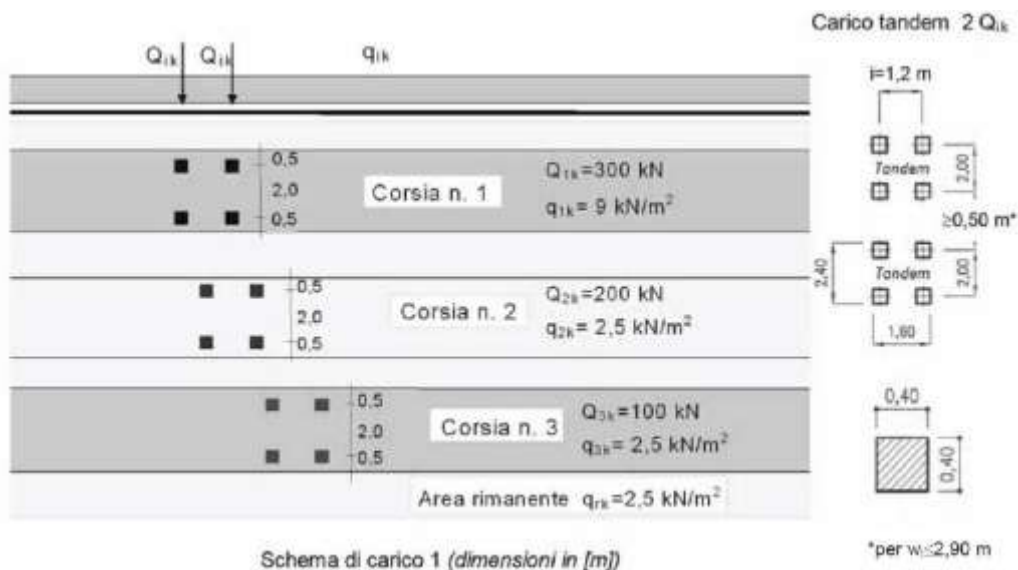
Parete Nord/Sud – lato viabilità (Load 5 – Load 6):

$$\begin{aligned} \text{Pressione in asse soletta inferiore: } P_3 (h_3 = 5.25\text{m}) &= k_{0,M1} \times h_2 \times \gamma_t = \\ &= 0.5 \times 5.25 \times 20 = \mathbf{52.50 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

9.4. Sovraccarichi accidentali sulla soletta superiore (Load 7 ÷ Load 9)

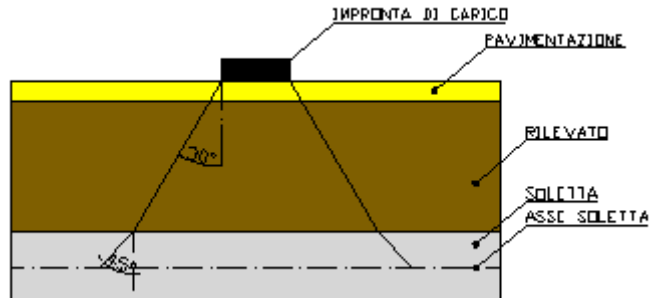
Sulla soletta superiore si considera agente un sovraccarico accidentale di **4.0 kN/m²**.

Le azioni variabili da traffico gravanti sulla soletta carrabile sono definite dallo schema di carico 1. Lo schema di carico normativo prevede un mezzo convenzionale da 600kN a due assi da 300kN ognuno (carico tandem), con interasse di 1.20m lungo il senso di marcia e di larghezza 2.40m (comprese le dimensioni delle impronte) e un carico ripartito $q_{1,k}$ da 9.0 kN/m².



Tale carico viene posizionato parallelamente all'asse stradale e ripartito, sia in direzione longitudinale che trasversale, con un angolo di diffusione di 30° attraverso il rilevato stradale, e di 45° sino al piano medio della soletta superiore.

$$L_d = H_r \times \tan 30 + S_s/2 = 1.10 \times \tan 30 + 0.80/2 = 1.15 \text{ m}$$



Le larghezze di diffusione trasversale e longitudinale del carico tandem risultano pari a:

- $L_{\text{trasv}} = 2.40 + 2 \times L_d = 2.40 + 2 \times 1.15 = 4.70 \text{ m}$
- $L_{\text{long}} = 1.60 + 2 \times L_d = 1.60 + 2 \times 1.15 = 3.90 \text{ m}$

La pressione indotta dal carico tandem sulla soletta superiore risulta quindi pari a:

- $q_{Q1k,1} = 2 \times Q_{1k} / (L_{\text{trasv}} \times L_{\text{long}}) = 2 \times 300 / (4.70 \times 3.90) = \mathbf{32.73 \text{ kN/m}^2}$
- $q_{Q2k,1} = 2 \times Q_{2k} / (L_{\text{trasv}} \times L_{\text{long}}) = 2 \times 200 / (4.70 \times 3.90) = \mathbf{21.82 \text{ kN/m}^2}$
- $q_{Q3k,1} = 2 \times Q_{3k} / (L_{\text{trasv}} \times L_{\text{long}}) = 2 \times 100 / (4.70 \times 3.90) = \mathbf{10.91 \text{ kN/m}^2}$

Sulla soletta superiore si considera inoltre la presenza del carico distribuito:

- $q_{1k} = \mathbf{9.00 \text{ kN/m}^2}$
- $q_{2k} = q_{3k} = \mathbf{2.50 \text{ kN/m}^2}$

Per semplificare lo schema di carico, si considera presente su tutte le corsie di carico il sovraccarico accidentale massimo $q_{Q1k,1}$ secondo due diverse disposizioni di carico, rappresentative delle situazioni limite che si possono verificare, che massimizzano le sollecitazioni strutturali:

- carico massimo campata est (Load 7)
- carico massimo campata ovest (Load 8)
- carico massimo campata est + campata ovest (Load 9).

9.5. Spinta del sovraccarico sul rilevato (Load10 ÷ Load13)

Si assume che sul terrapieno adiacente la parete est agisca un sovraccarico di 10 kN/m^2 :

$$q_h = k_{0,M1} \times q_v = 0.5 \times 10 = \mathbf{5 \text{ kN/m}^2}$$

Si assume che sul terrapieno adiacente tutte le altre pareti agisca un sovraccarico di 20 kN/m^2 :

$$q_h = k_{0,M1} \times q_v = 0.5 \times 20 = \mathbf{10 \text{ kN/m}^2}$$

9.6. Azione sismica (Load 14÷19)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \times a_{gh};$$

$$F_v = P \times a_{gv};$$

P = peso proprio;

a_g = accelerazioni sismiche al suolo.

$a_{gh} = 0.277$ g, accelerazione orizzontale;

$a_{gv} = 0.155$ g, accelerazione verticale.

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “Analisi semplificata per le strutture di contenimento”, punto 9 – “Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide”, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo viene valutato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

La risultante di tale incremento di spinta (Load 14÷ Load 17) viene considerata uniformemente distribuita su tutta l'altezza della sezione verticale rigida di riferimento h_{tot} .

- Parete Est/Ovest: $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.277 \times 20.0 \times 17.37 = \mathbf{93.23 \text{ kN/m}^2}$
- Pareti Nord/Sud lato pista ciclopedonale: $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.277 \times 20.0 \times 7.42 = \mathbf{41.11 \text{ kN/m}^2}$
- Pareti Nord/Sud lato viabilità: $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.277 \times 20.0 \times 5.25 = \mathbf{29.09 \text{ kN/m}^2}$

Per il calcolo delle azioni sismiche dovute all'inerzia degli elementi strutturali si considera solo il contributo in direzione orizzontale delle pareti perpendicolari alla direzione dello sbilanciamento (Load 18 - Load 19):

- pareti Est/Ovest – sp. 120 $\Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gh} = 25 \times 1.20 \times 0.277 = \mathbf{8.31 \text{ kN/m}^2}$
- pareti Est/Ovest – sp. 70 $\Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gh} = 25 \times 0.70 \times 0.277 = \mathbf{4.85 \text{ kN/m}^2}$
- parete Nord/Sud $\Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gh} = 25 \times 0.80 \times 0.277 = \mathbf{5.54 \text{ kN/m}^2}$
- parete interna $\Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gh} = 25 \times 0.50 \times 0.277 = \mathbf{3.46 \text{ kN/m}^2}$
- setti interni $\Delta p_{p,h} = \gamma_{c.a.} \times S_p \times a_{gh} = 25 \times 0.50 \times 0.277 = \mathbf{3.46 \text{ kN/m}^2}$

10. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

10.1. Condizioni e combinazioni di carico adottate

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	$G_{g,k}$	Peso proprio della struttura
2	G_k	Peso rilevato
3	G_k	Spinta terre Est
4	G_k	Spinta terre da Nord
5	G_k	Spinta terre Ovest
6	G_k	Spinta terre Sud
7	Q_k	Q_{ik} campata Est
8	Q_k	Q_{ik} campata Ovest
9	Q_k	Q_{ik} campata Est + campata Est
10	Q_k	Spinta sovraccarico Est
11	Q_k	Spinta sovraccarico Nord
12	Q_k	Spinta sovraccarico Ovest
13	Q_k	Spinta sovraccarico Sud
14	Q_k	Incremento dinamico terreno Est
15	Q_k	Incremento dinamico terreno Nord
16	Q_k	Incremento dinamico terreno Ovest
17	Q_k	Incremento dinamico terreno Sud
18	Q_k	Azioni sismiche inerziali orizzontali X
19	Q_k	Azioni sismiche inerziali orizzontali Y

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

10.1.1. Combinazioni SLU

n° CC	P.P	Permanente	Spinta terre Est	Spinta terre Nord	Spinta terre Ovest	Spinta terre Sud	Sovr. campata Est	Sovr. campata Ovest	Sovr. campata Est + Ovest	Spinta sovraccarico Est	Spinta sovraccarico Nord	Spinta sovraccarico Ovest	Spinta sovraccarico Sud
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SLU1	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0				1,5			
SLU2	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0					1,5		
SLU3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0						1,5	
SLU4	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,3							1,5
SLU5	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0							
SLU6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3				1,5	1,5	1,5	1,5
SLU7	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5			1,5			
SLU8	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,5				1,5		
SLU9	1,3	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0	1,5					1,5	
SLU10	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,3	1,5						1,5
SLU11	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5						
SLU12	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5			1,5	1,5	1,5	1,5
SLU13	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0		1,5		1,5			
SLU14	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0		1,5			1,5		
SLU15	1,3	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0		1,5				1,5	
SLU16	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,3		1,5					1,5
SLU17	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0		1,5					
SLU18	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3		1,5					
SLU19	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0			1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SLU20	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0			1,5		1,5		
SLU21	1,3	1,3	1,3	1,0	1,3	1,0			1,5			1,5	
SLU22	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,3			1,5				1,5
SLU23	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0			1,5				
SLU24	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3			1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SLU25	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0				1,5			
SLU26	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0					1,5		
SLU27	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0						1,5	
SLU28	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3							1,5
SLU29	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							
SLU30	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3				1,5	1,5	1,5	1,5
SLU31	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5			1,5			
SLU32	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,5				1,5		
SLU33	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,5					1,5	
SLU34	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3	1,5						1,5
SLU35	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5						
SLU36	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5			1,5	1,5	1,5	1,5
SLU37	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0		1,5		1,5			
SLU38	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0		1,5			1,5		
SLU39	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0		1,5				1,5	
SLU40	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3		1,5					1,5
SLU41	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,5					
SLU42	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3		1,5		1,5	1,5	1,5	1,5
SLU43	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0			1,5	1,5			
SLU44	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0			1,5		1,5		
SLU45	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0			1,5			1,5	
SLU46	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3			1,5				1,5
SLU47	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			1,5				
SLU48	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3			1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

10.1.2. Combinazioni SLV

n° CC	P.P.	Rilevato	Spinta terre Est	Spinta terre Nord	Spinta terre Ovest	Spinta terre Sud	Sovrappinta sismica Est	Sovrappinta sismica Nord	Sovrappinta sismica Ovest	Sovrappinta sismica Sud	Inerzia direzione X	Inerzia direzione Y
	1	2	3	4	5	6	14	15	16	17	18	19
SLV1	1	1	1	1	1	1	1					-1
SLV2	1	1	1	1	1	1		1			1	
SLV3	1	1	1	1	1	1			1			1
SLV4	1	1	1	1	1	1				1	-1	

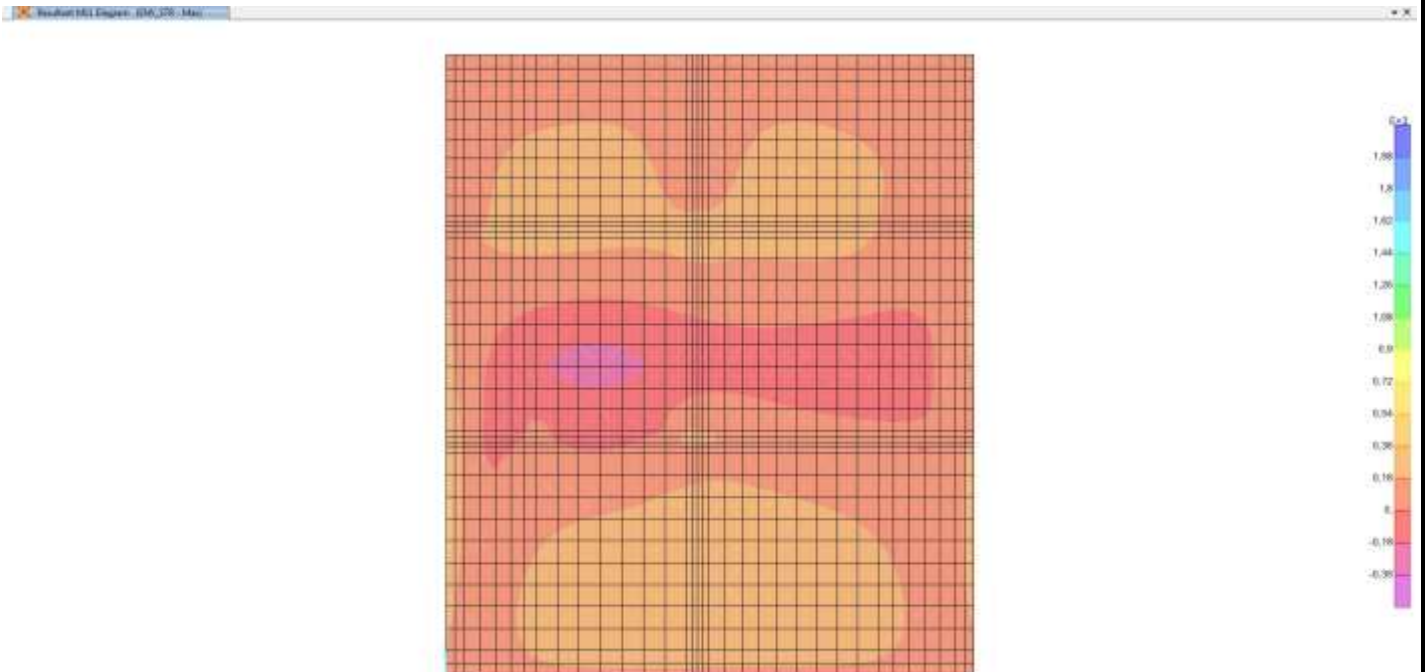
10.1.3. Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Caratteristica

n° CC	P.P.	Permanente	Spinta terre Est	Spinta terre Nord	Spinta terre Ovest	Spinta terre Sud	Sovr. campata Est	Sovr. campata Ovest	Sovr. campata Est + Ovest	Spinta sovraccarico Est	Spinta sovraccarico Nord	Spinta sovraccarico Ovest	Spinta sovraccarico Sud
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
QP1	1	1	1	1	1	1							
CAR1	1	1	1	1	1	1				1			
CAR2	1	1	1	1	1	1					1		
CAR3	1	1	1	1	1	1						1	
CAR4	1	1	1	1	1	1							1
CAR5	1	1	1	1	1	1							1
CAR6	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1
CAR7	1	1	1	1	1	1	1			1			
CAR8	1	1	1	1	1	1	1				1		
CAR9	1	1	1	1	1	1	1					1	
CAR10	1	1	1	1	1	1	1						1
CAR11	1	1	1	1	1	1	1						1
CAR12	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1
CAR13	1	1	1	1	1	1		1		1			
CAR14	1	1	1	1	1	1		1			1		
CAR15	1	1	1	1	1	1		1				1	
CAR16	1	1	1	1	1	1		1					1
CAR17	1	1	1	1	1	1		1					1
CAR18	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1
CAR19	1	1	1	1	1	1			1	1			
CAR20	1	1	1	1	1	1			1		1		
CAR21	1	1	1	1	1	1			1			1	
CAR22	1	1	1	1	1	1			1				1
CAR23	1	1	1	1	1	1			1				1
CAR24	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1

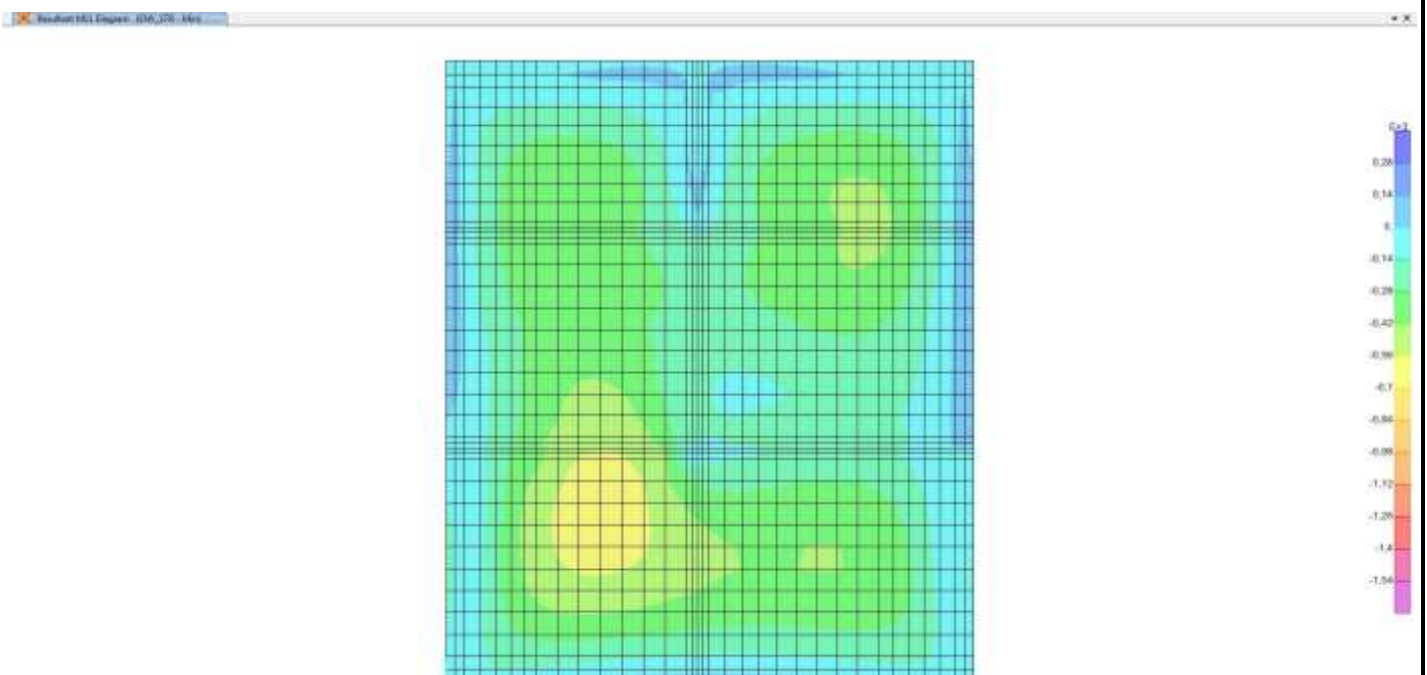
10.2. Diagrammi di inviluppo SLU - SLV

10.2.1. Involuppi fondazione sp. 130cm

10.2.1.1. Involuppo M11 – max



10.2.1.2. Involuppo M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

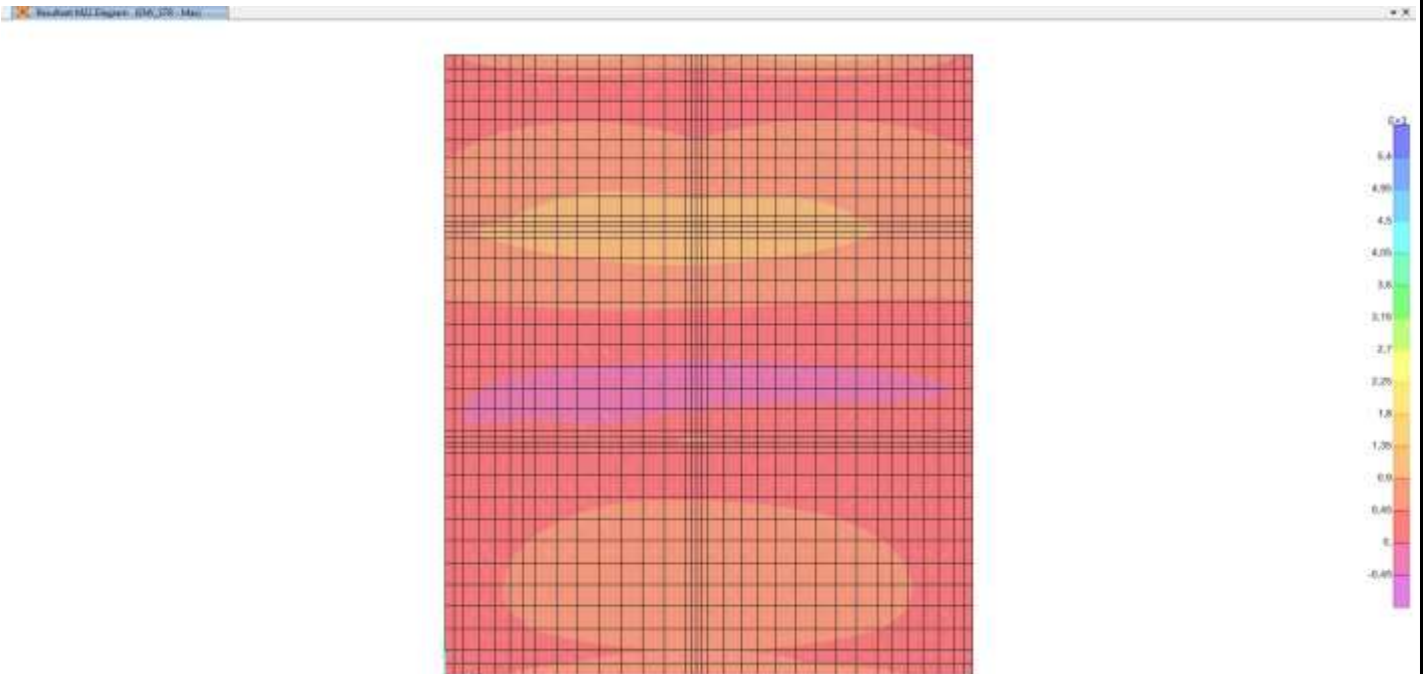
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

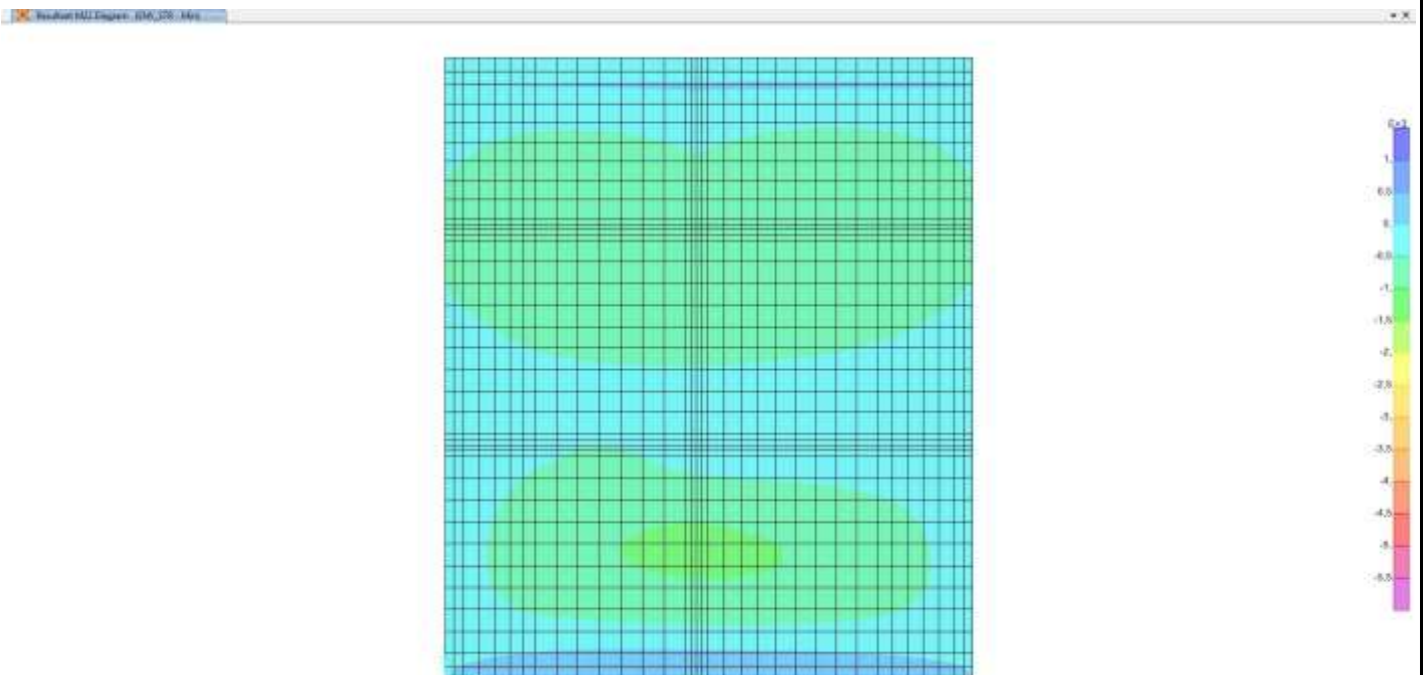
Rev.
A

Foglio
43 di 183

10.2.1.3. Inviluppo M22 – max



10.2.1.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

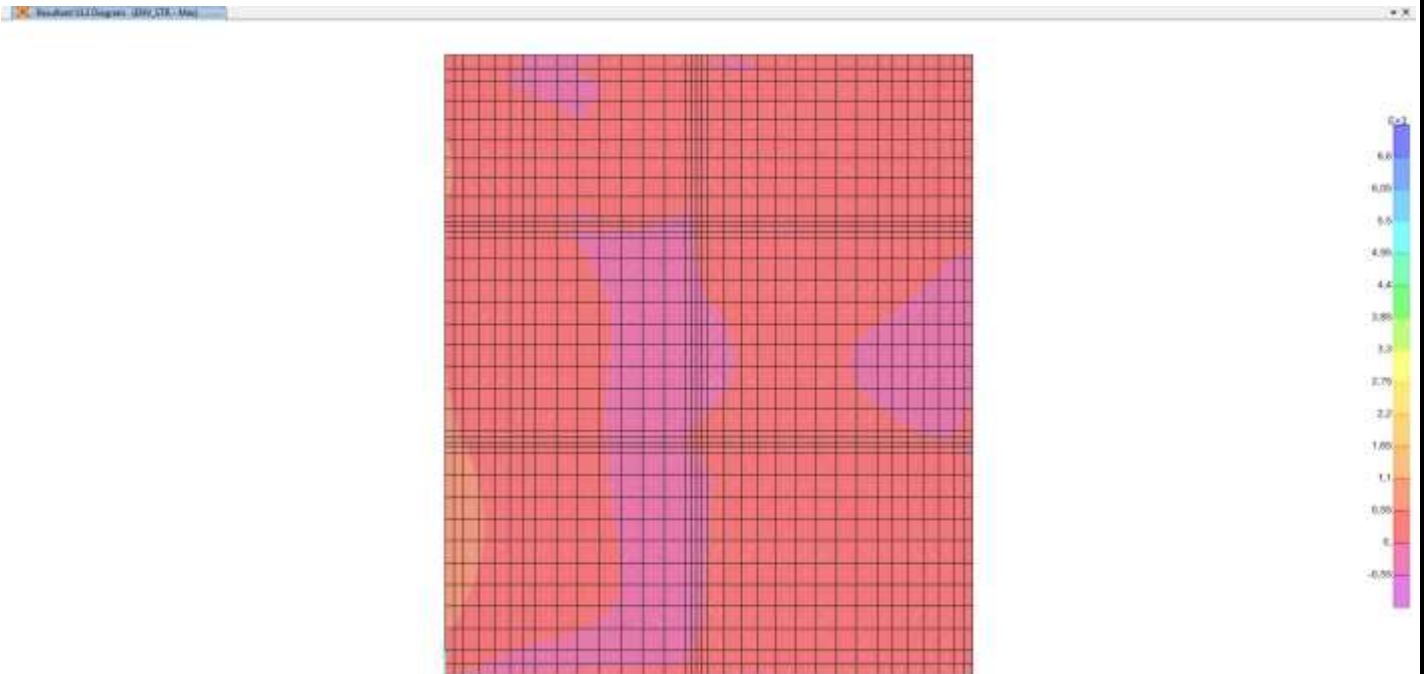
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

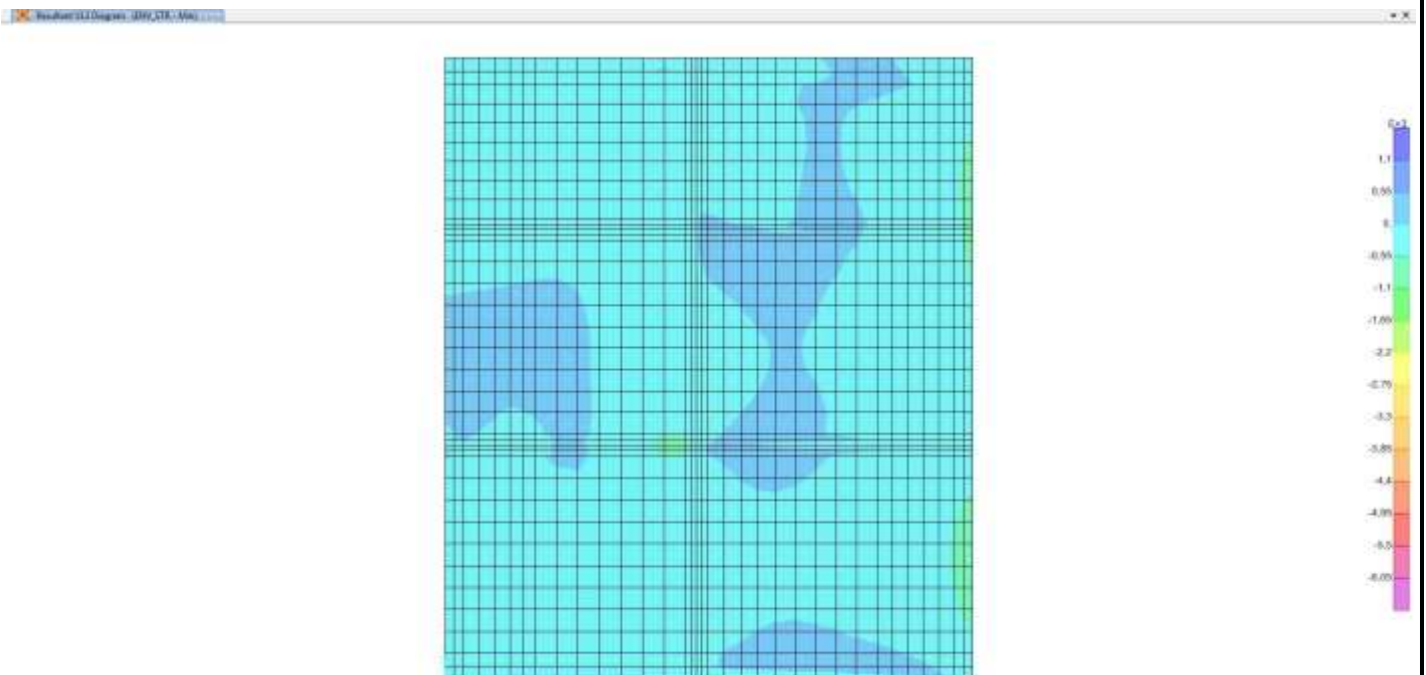
Rev.
A

Foglio
44 di 183

10.2.1.5. Inviluppo V13 – max



10.2.1.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

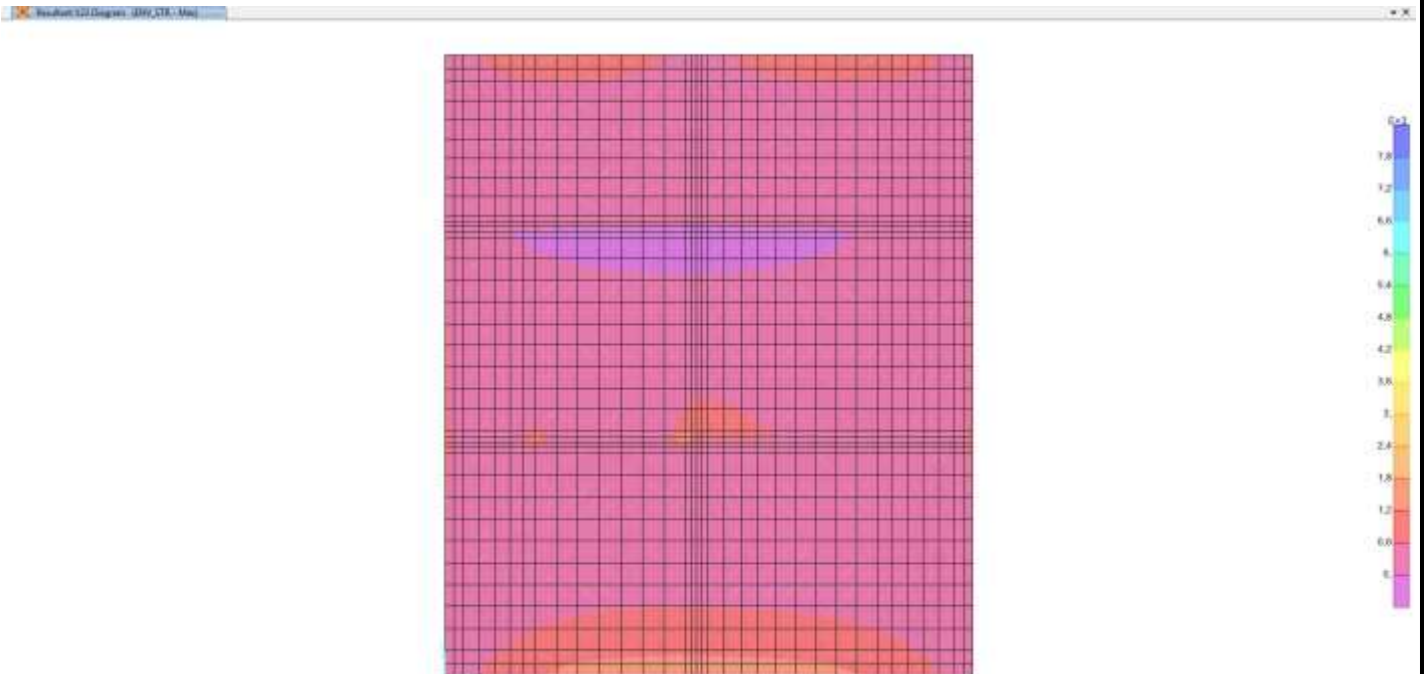
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

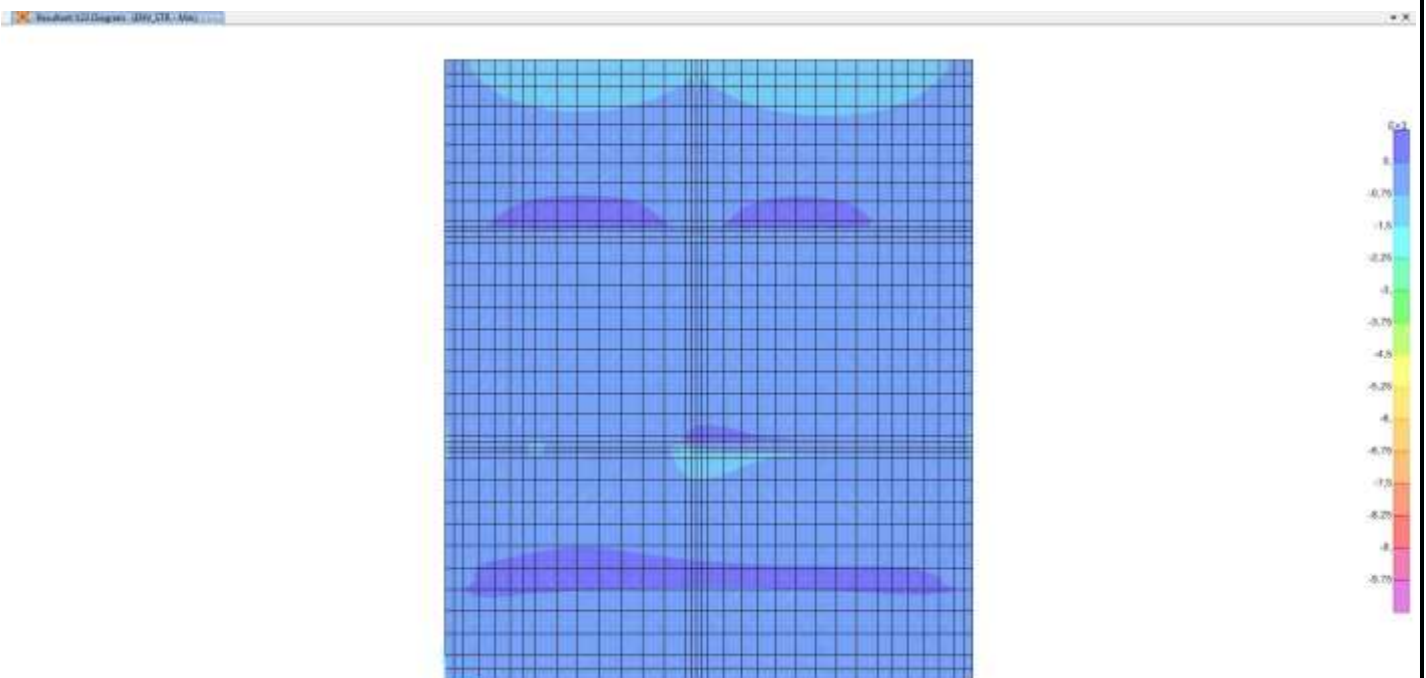
Rev.
A

Foglio
45 di 183

10.2.1.7. Inviluppo V23 – max



10.2.1.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

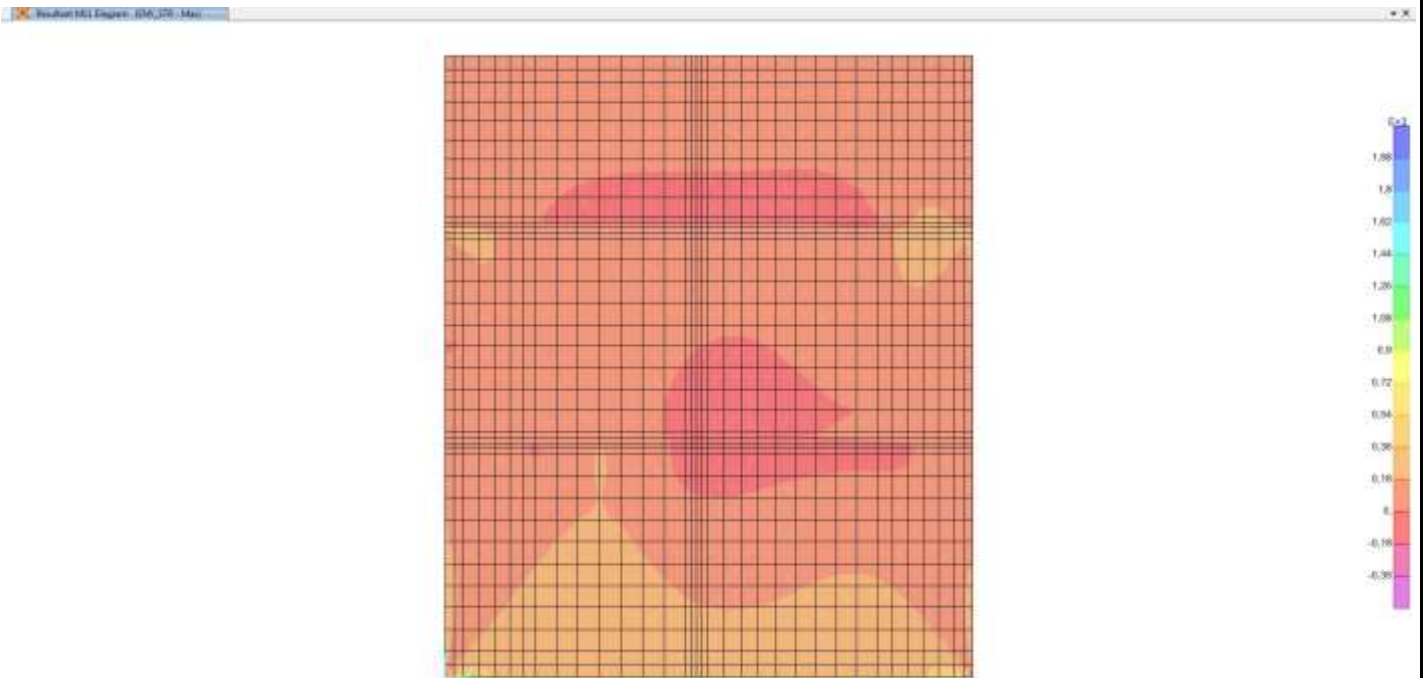
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

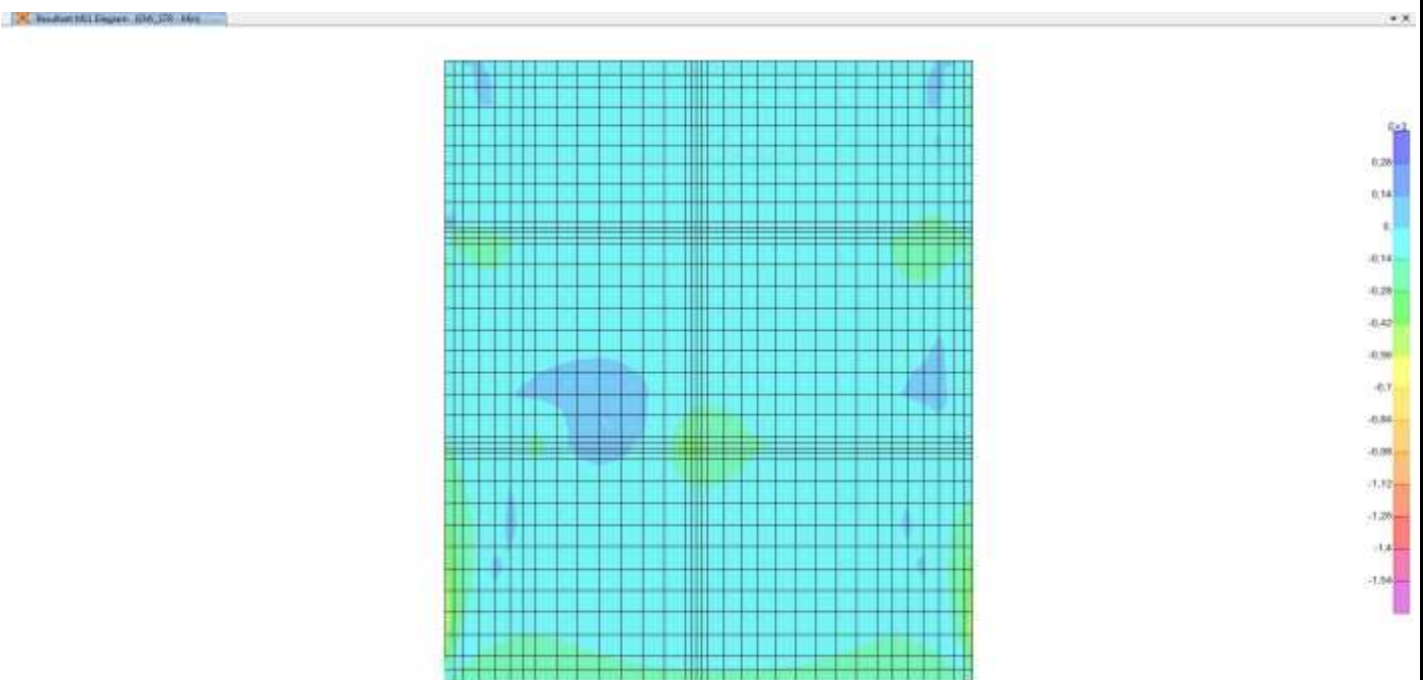
Foglio
46 di 183

10.2.2. Inviluppi soletta carrabile 80cm

10.2.2.1. Inviluppo M11 – max



10.2.2.2. Inviluppo M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

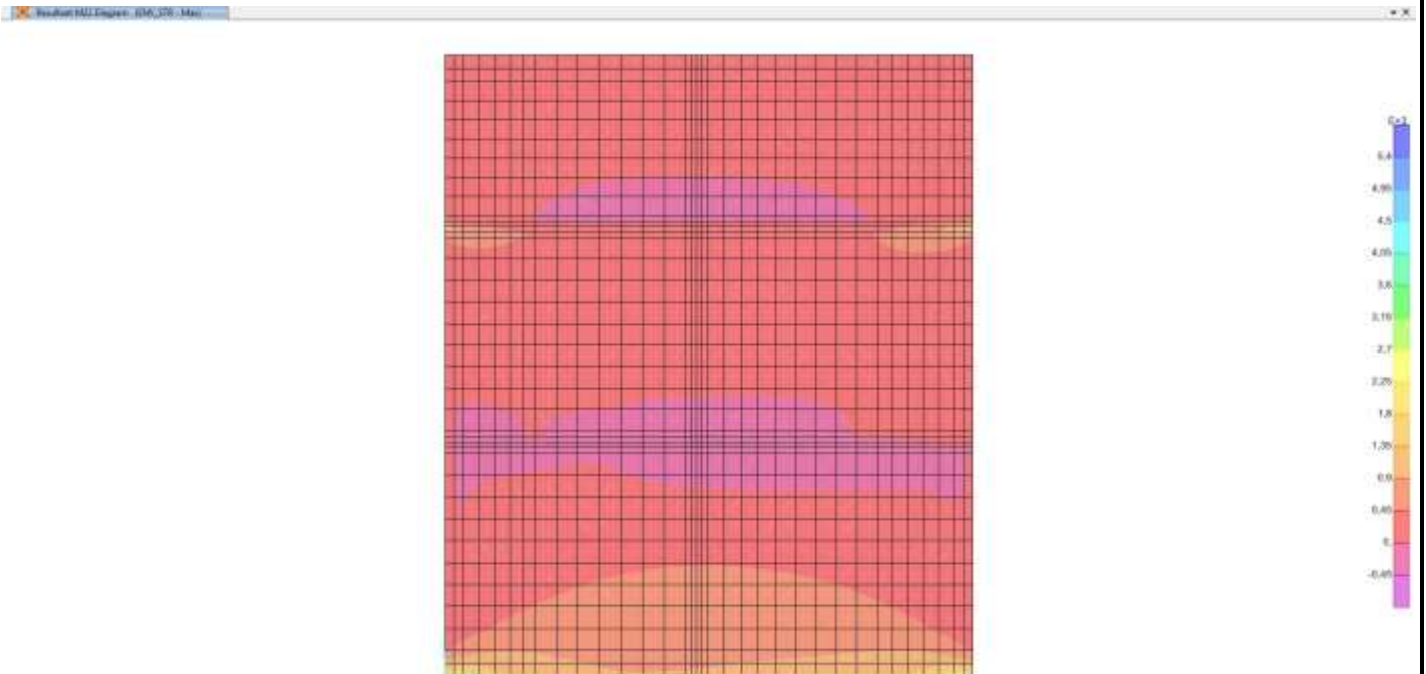
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

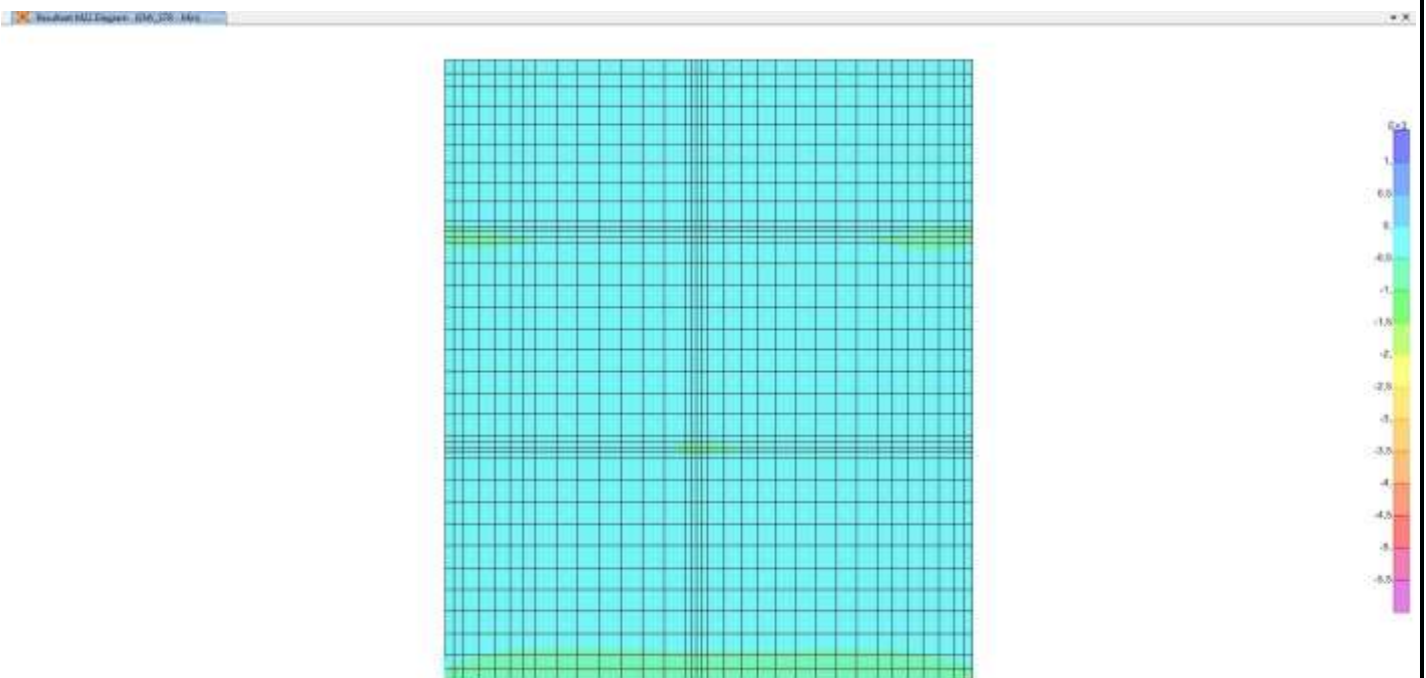
Rev.
A

Foglio
47 di 183

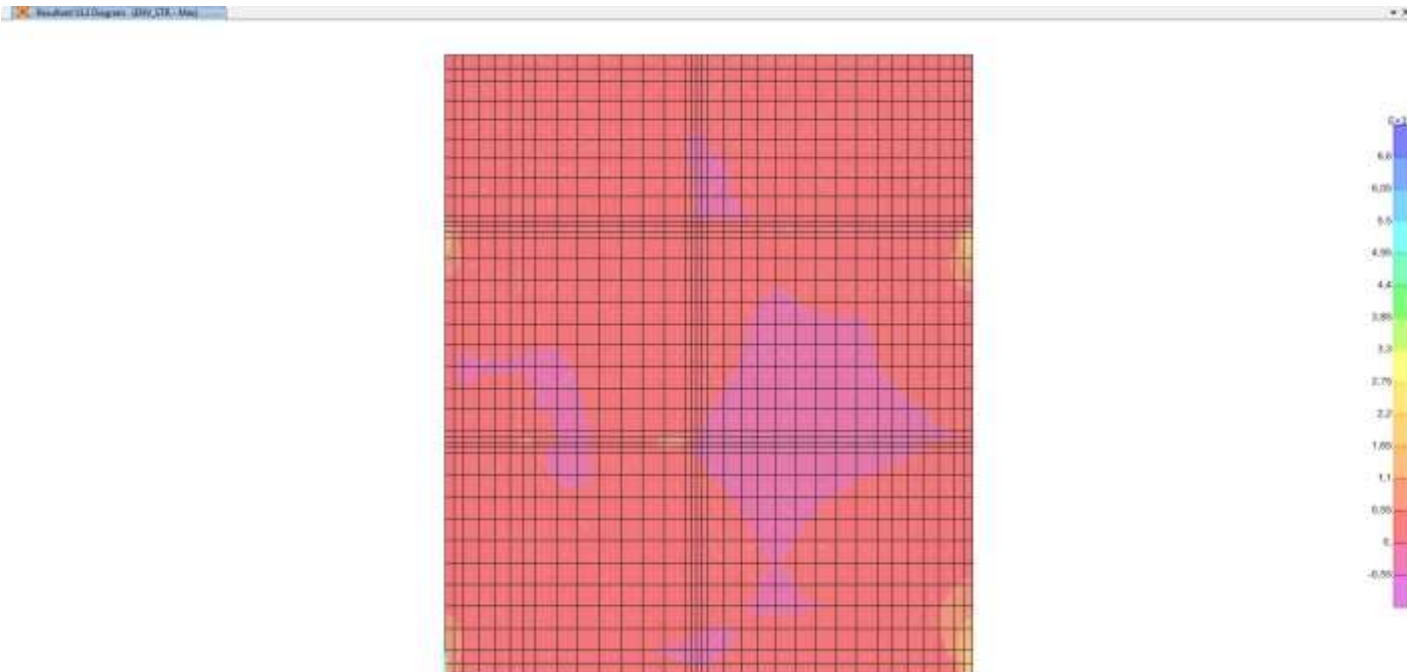
10.2.2.3. Inviluppo M22 – max



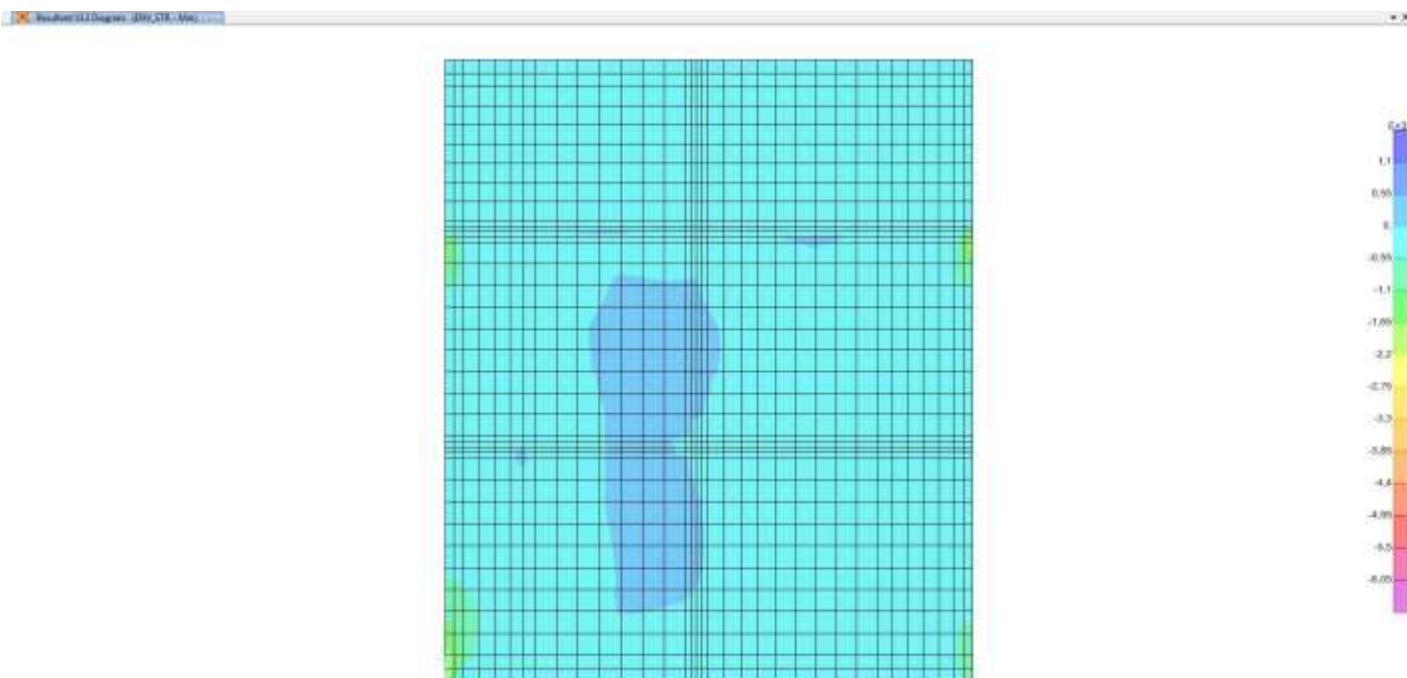
10.2.2.4. Inviluppo M22 – min



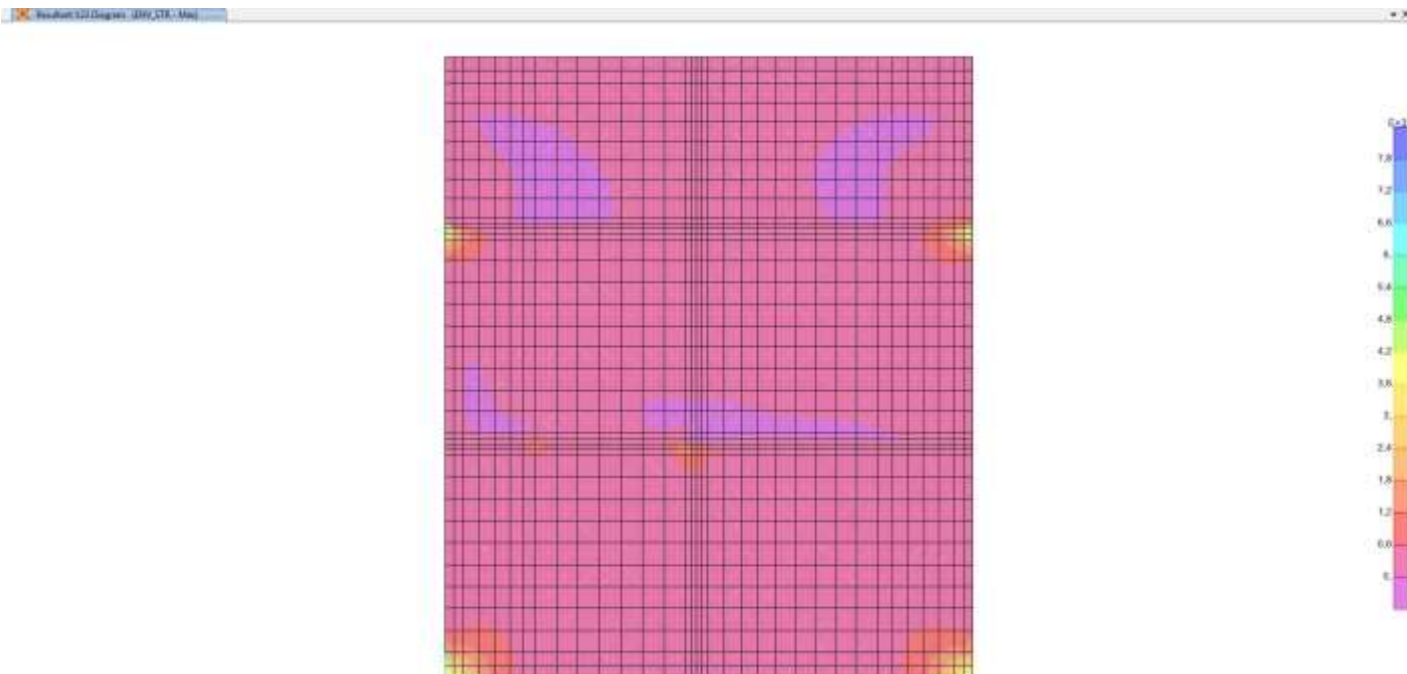
10.2.2.5. Inviluppo V13 – max



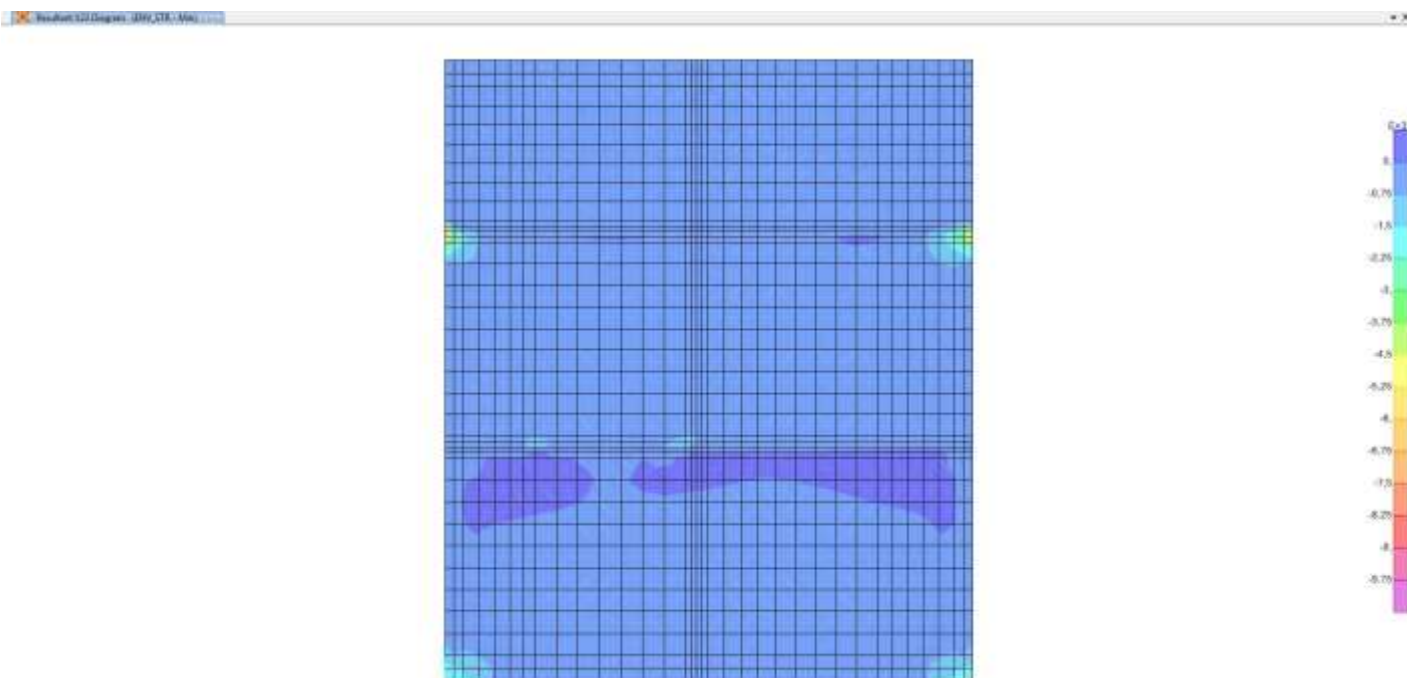
10.2.2.6. Inviluppo V13 – min



10.2.2.7. Inviluppo V23 – max



10.2.2.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

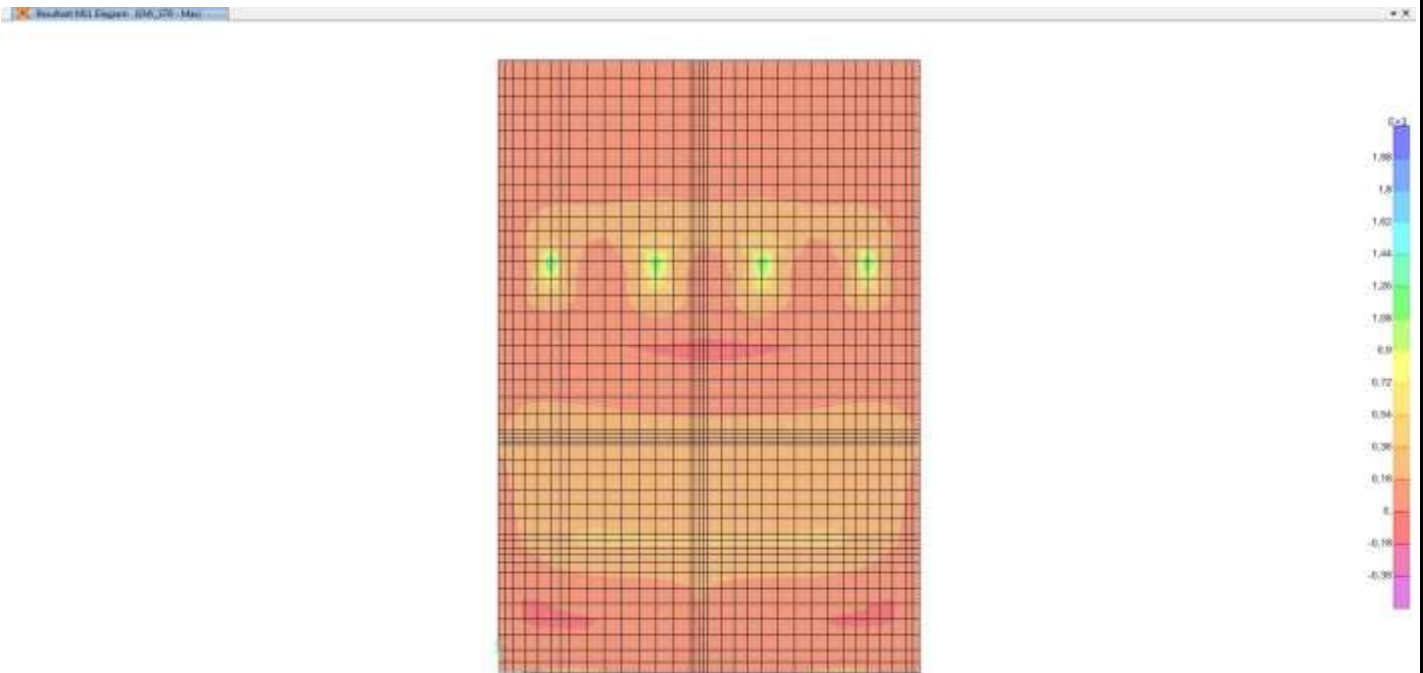
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

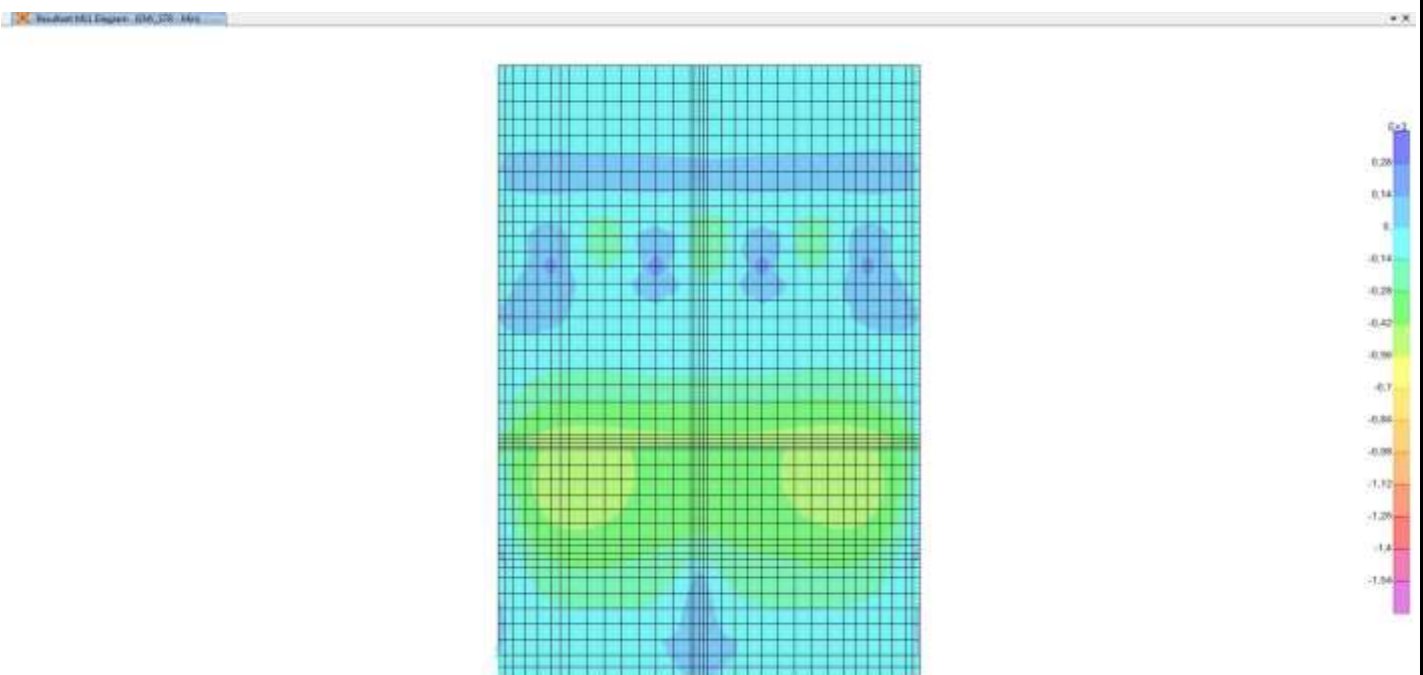
Foglio
50 di 183

10.2.3. Inviluppi parete est 120cm – 70cm

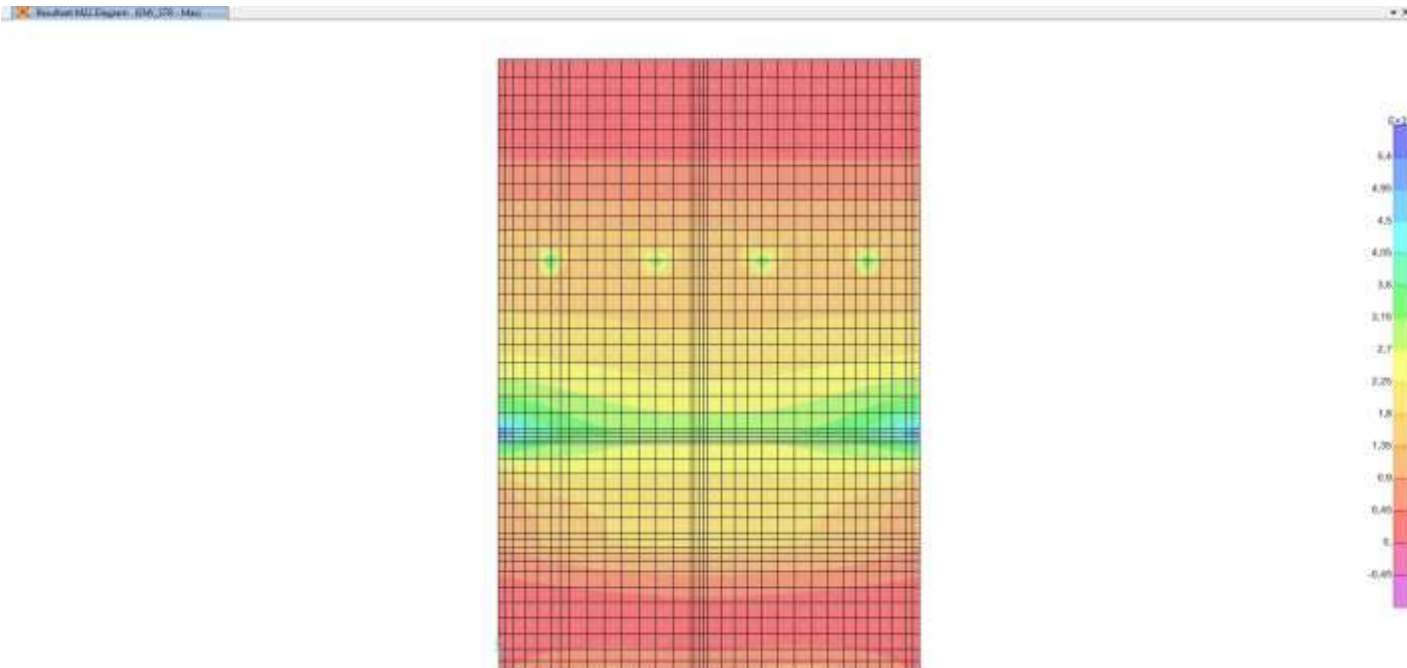
10.2.3.1. Inviluppo M11 – max



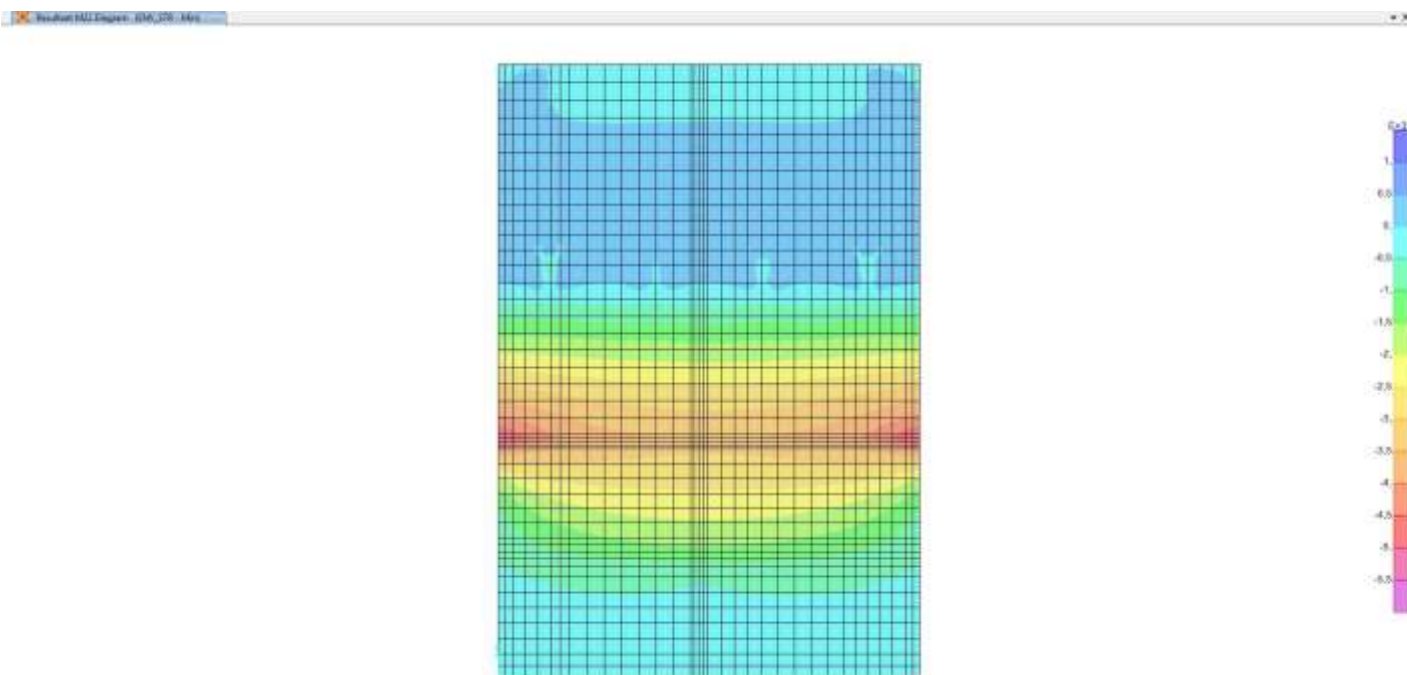
10.2.3.2. Inviluppo M11 – min



10.2.3.3. Inviluppo M22 – max



10.2.3.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

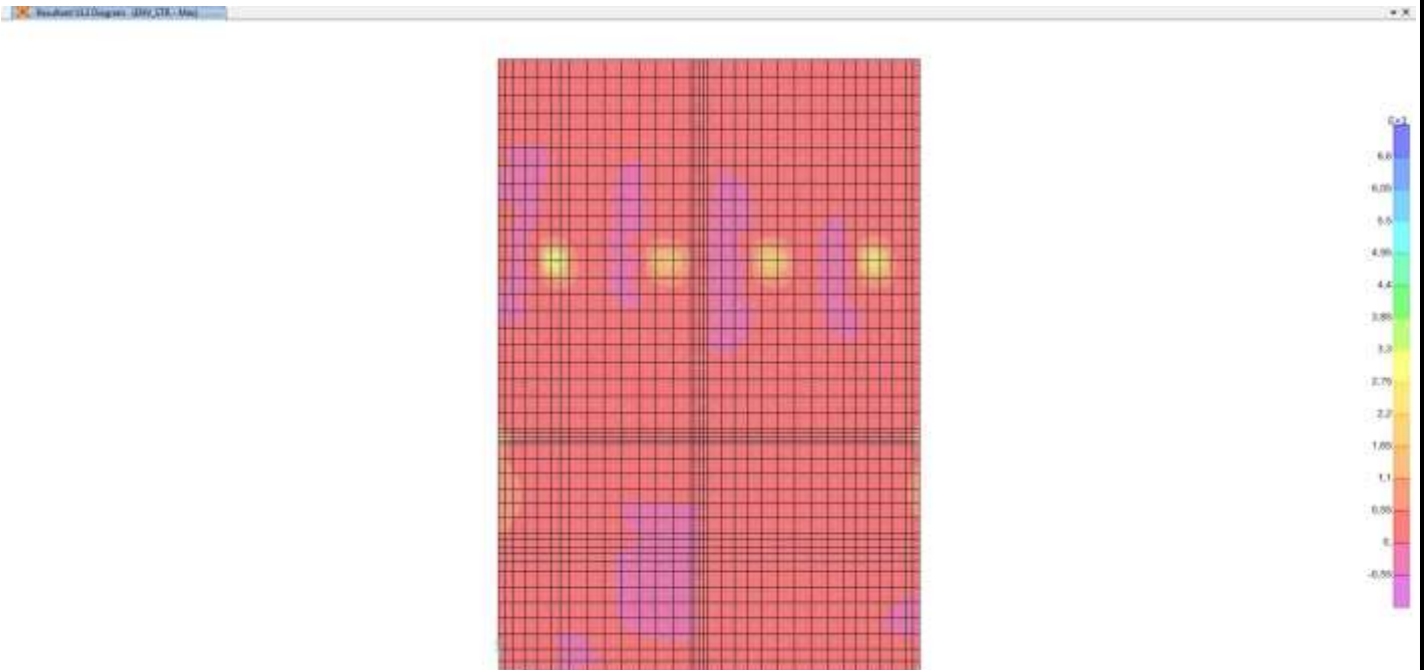
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

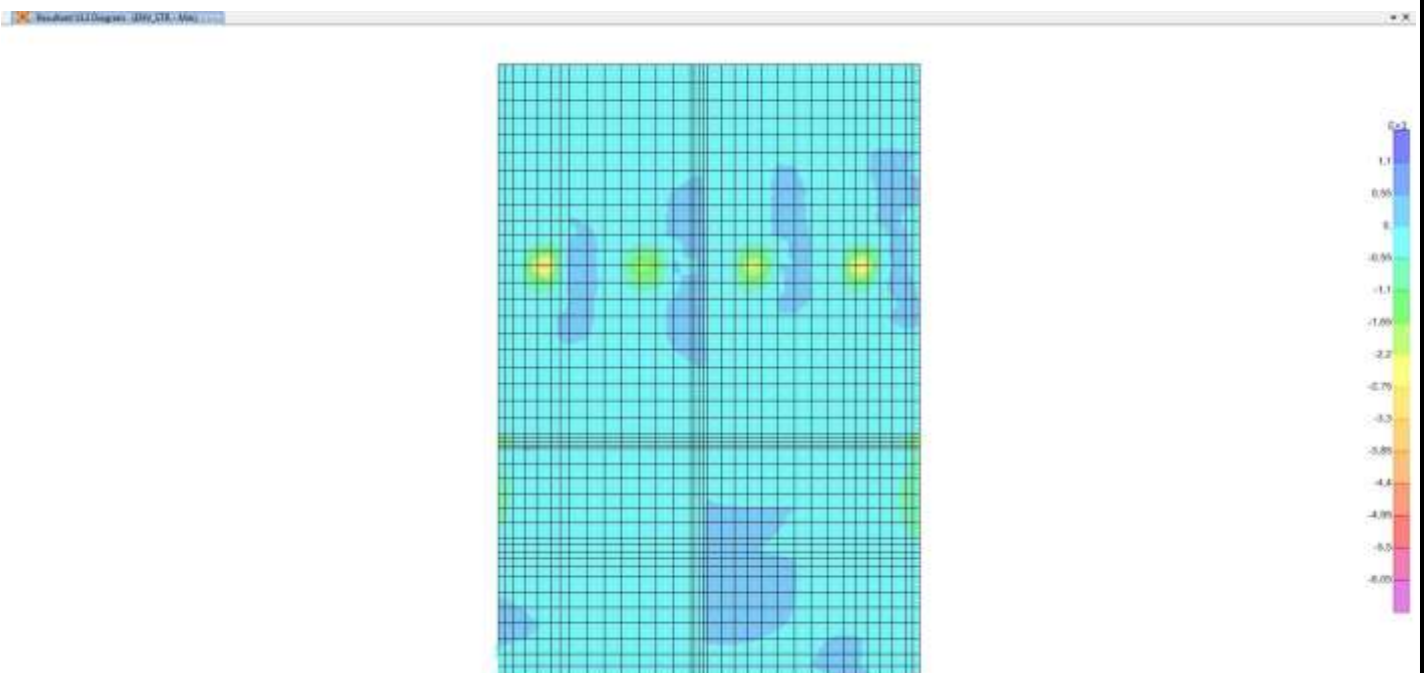
Rev.
A

Foglio
52 di 183

10.2.3.5. Inviluppo V13 – max



10.2.3.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

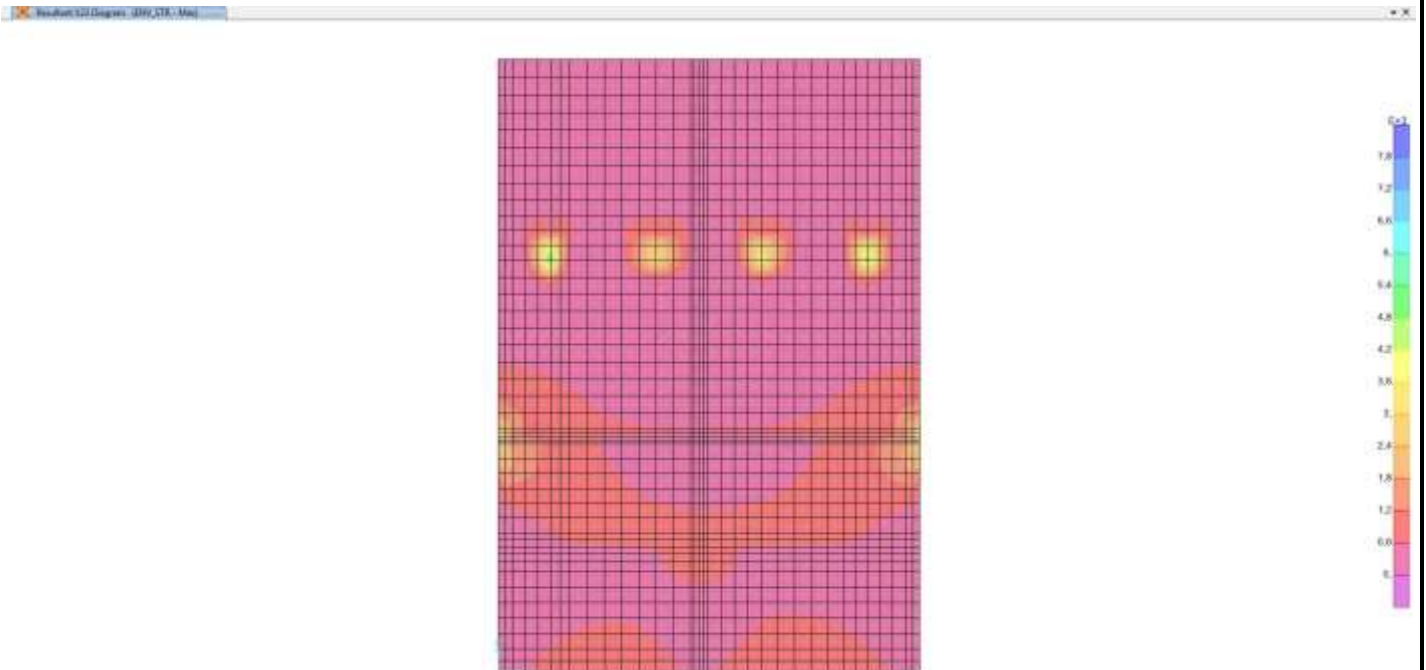
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

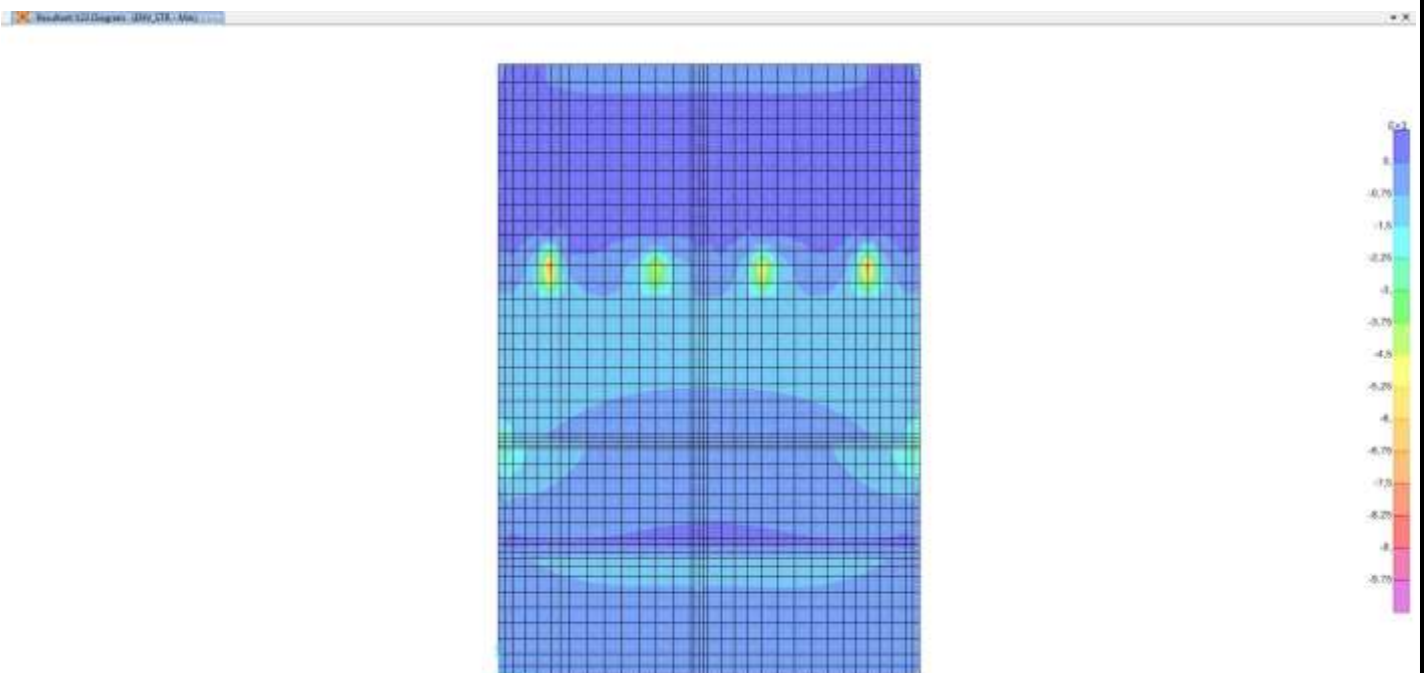
Rev.
A

Foglio
53 di 183

10.2.3.7. Inviluppo V23 – max



10.2.3.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

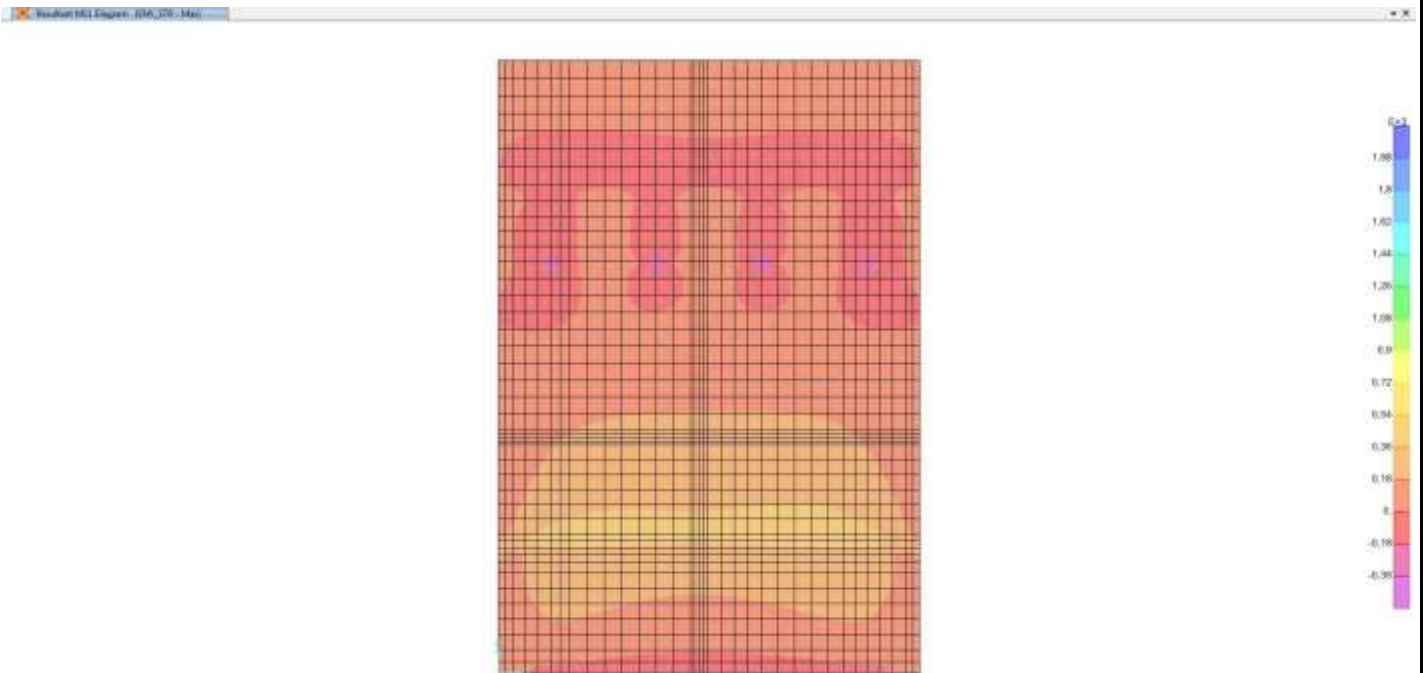
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

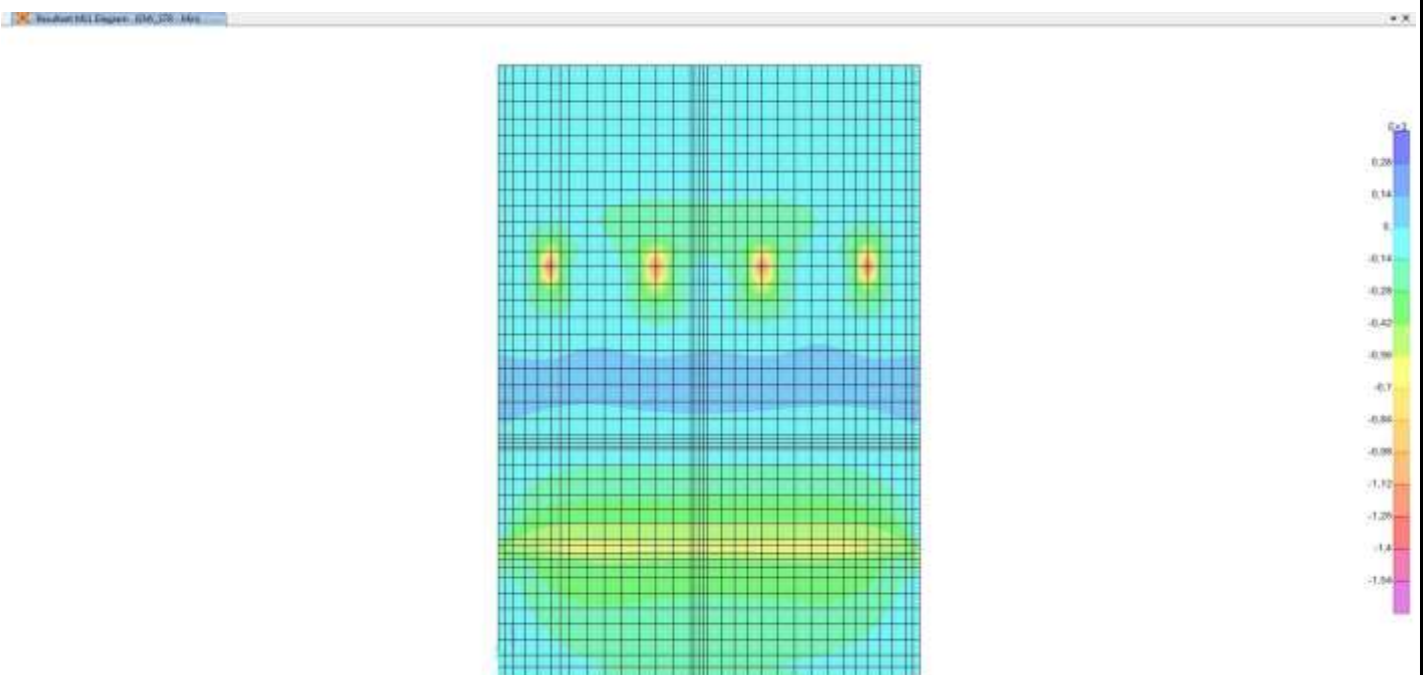
Foglio
54 di 183

10.2.4. Inviluppi parete ovest 120cm – 70cm

10.2.4.1. Inviluppo M11 – max



10.2.4.2. Inviluppo M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

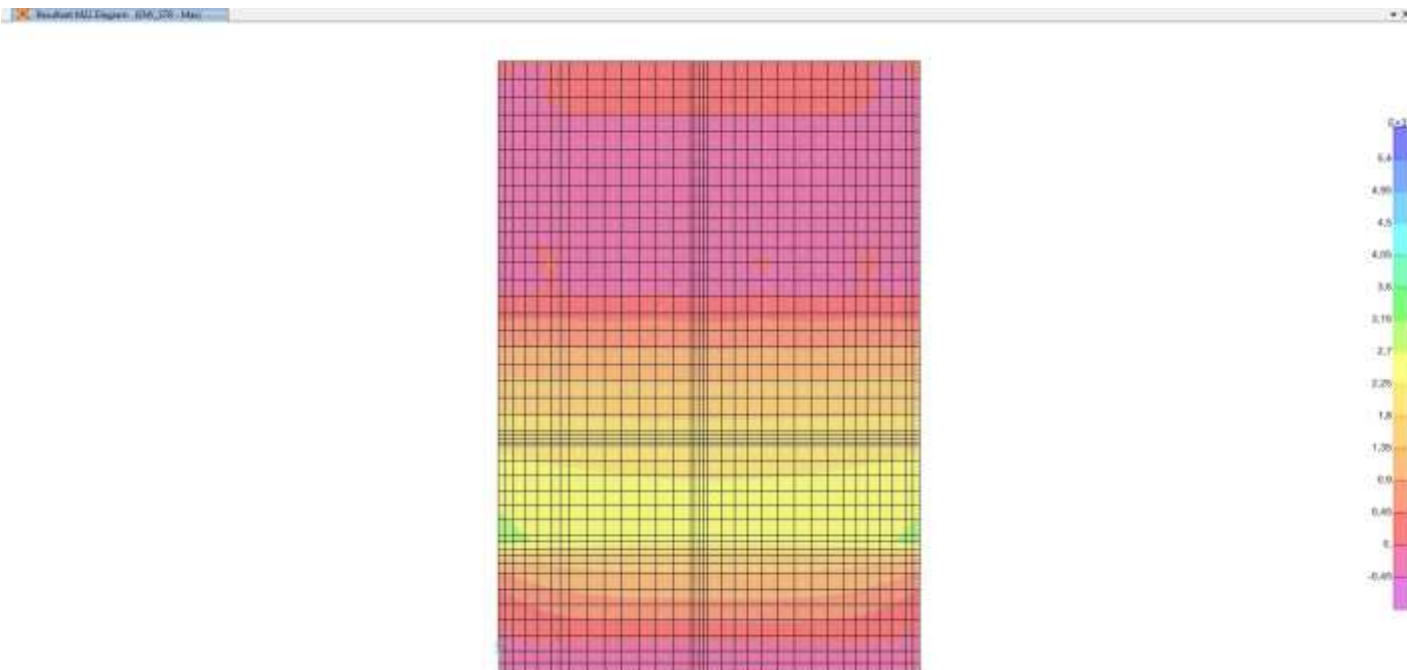
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

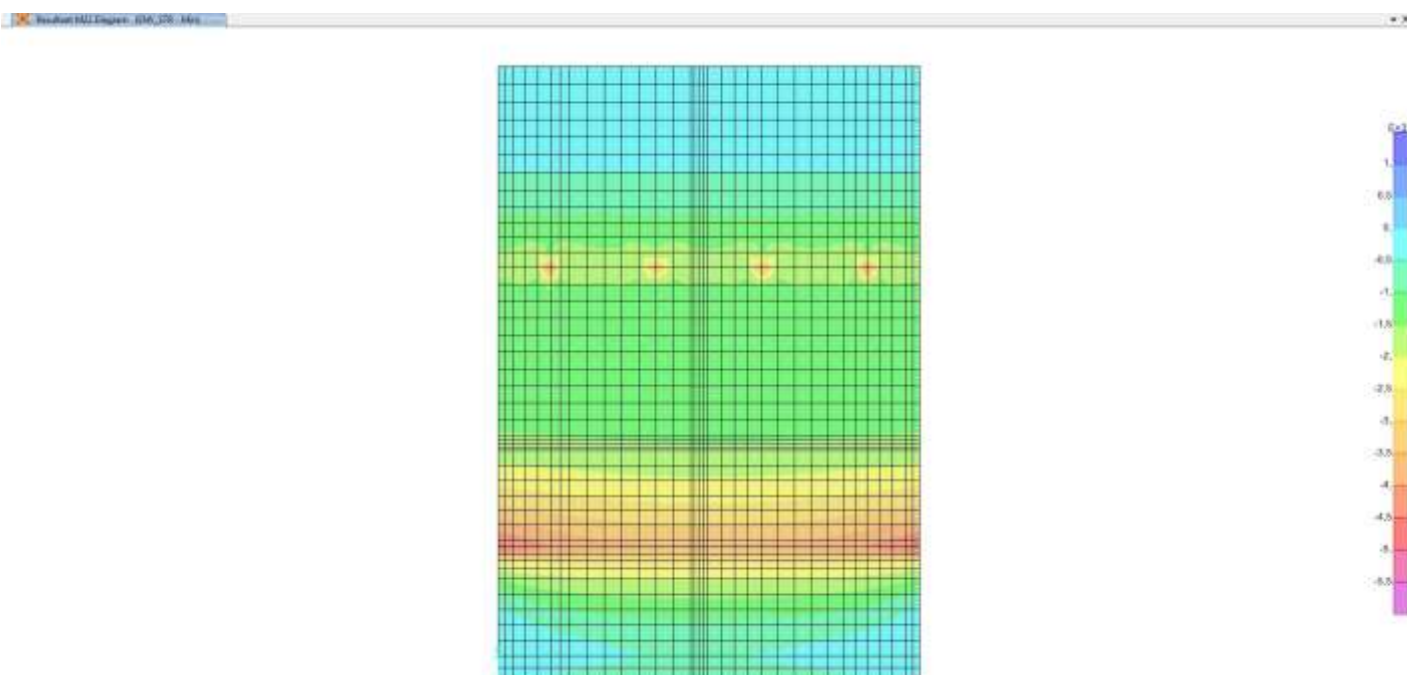
Rev.
A

Foglio
55 di 183

10.2.4.3. Inviluppo M22 – max



10.2.4.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

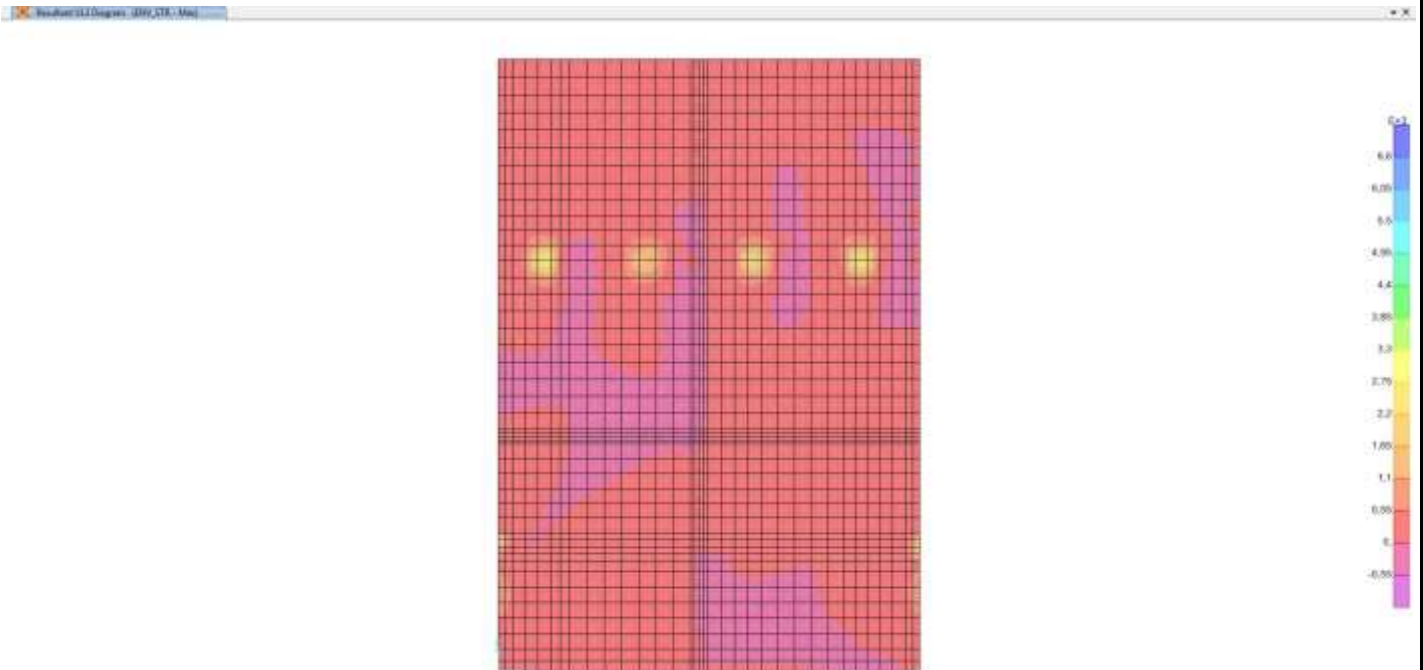
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

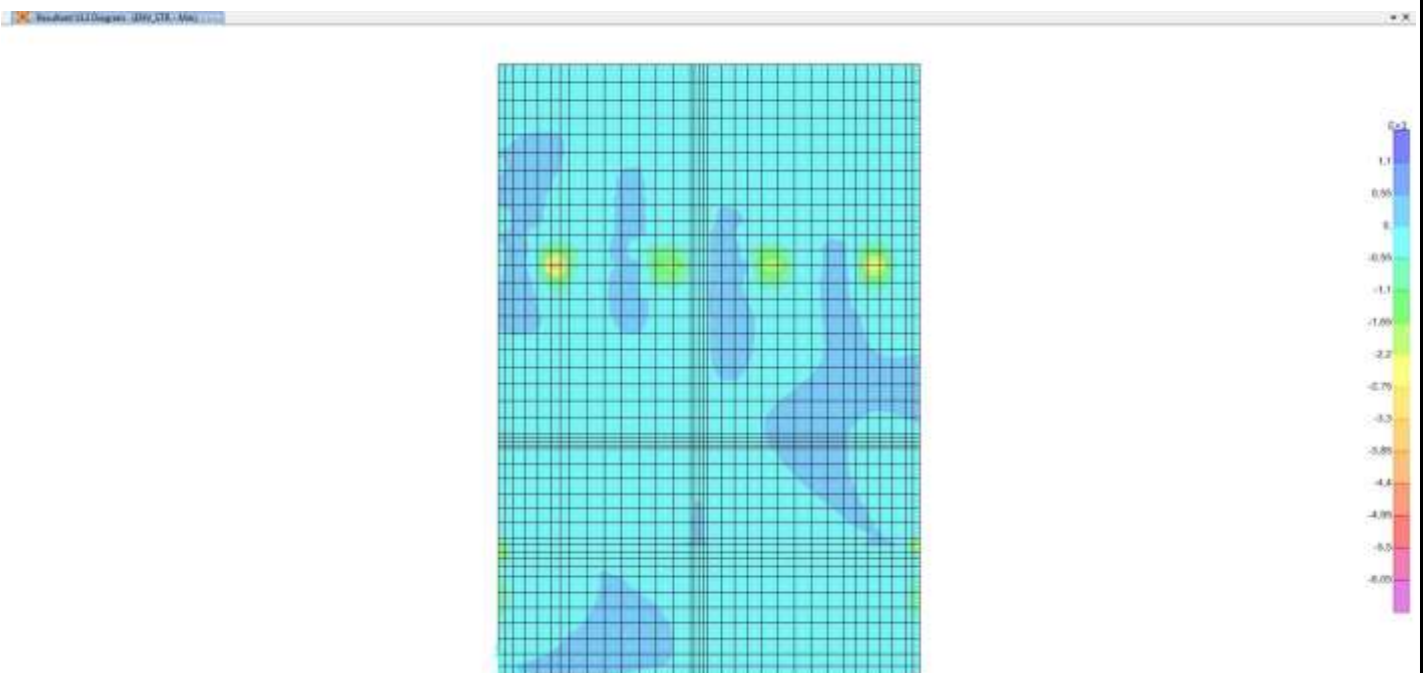
Rev.
A

Foglio
56 di 183

10.2.4.5. Inviluppo V13 – max



10.2.4.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

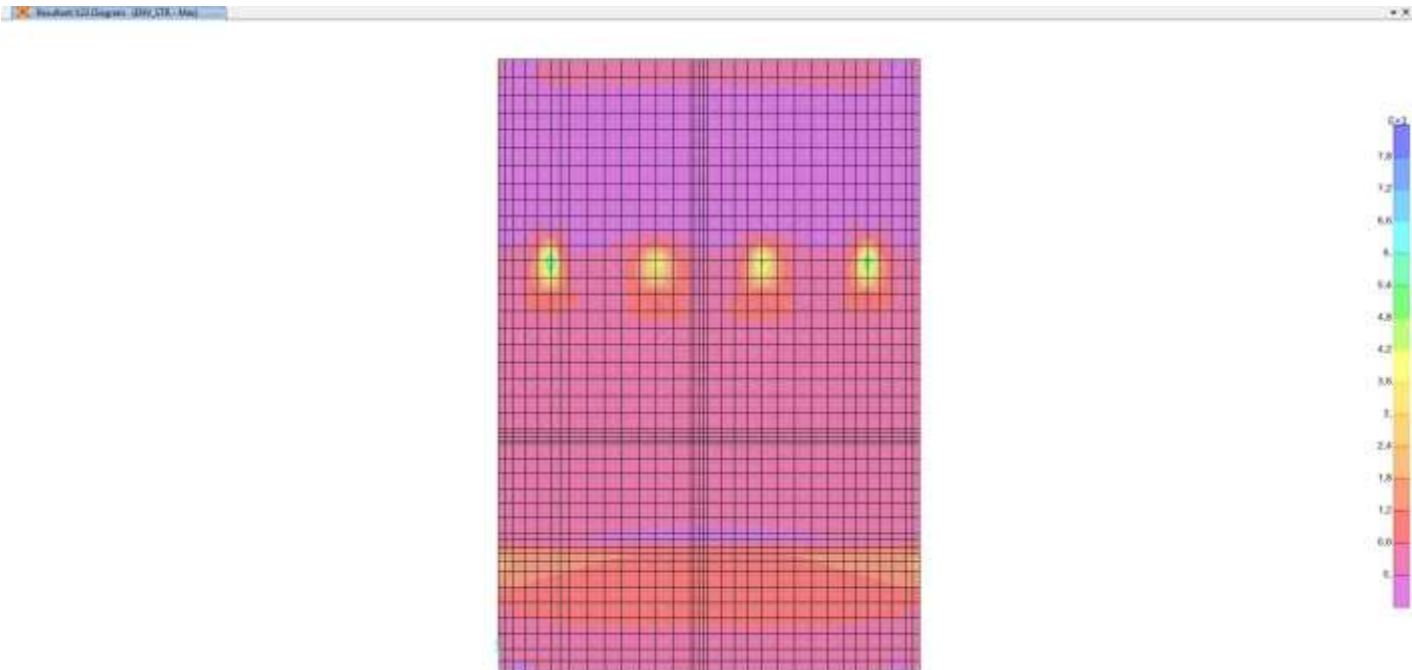
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

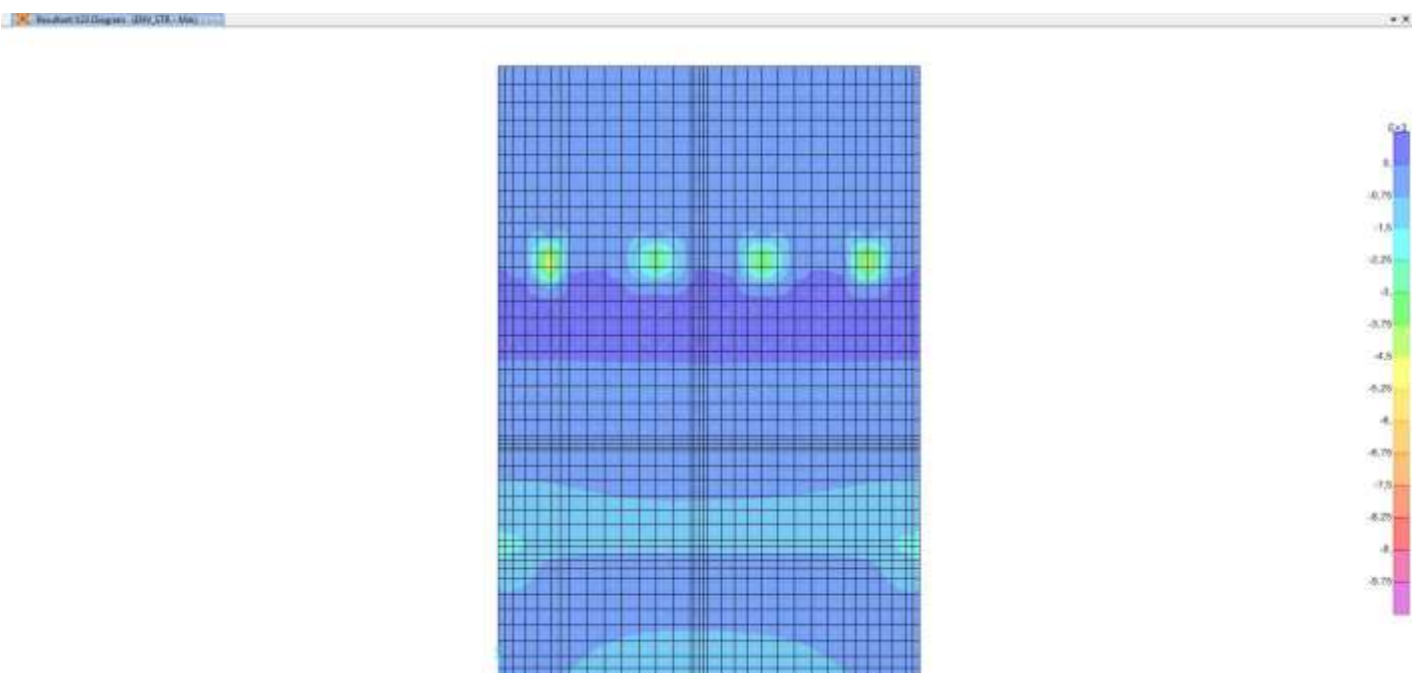
Rev.
A

Foglio
57 di 183

10.2.4.7. Inviluppo V23 – max



10.2.4.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

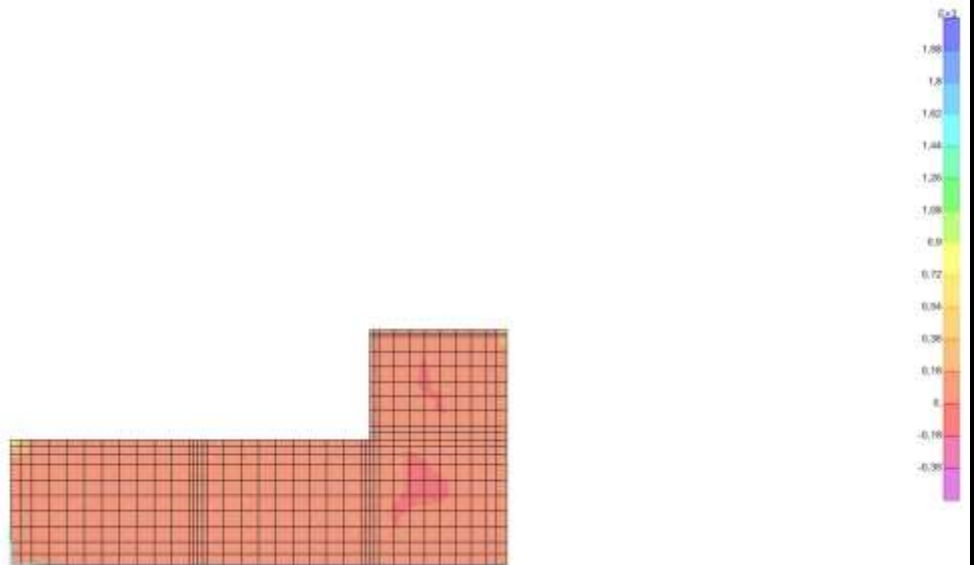
Rev.
A

Foglio
58 di 183

10.2.5. Involuppi parete nord 80cm

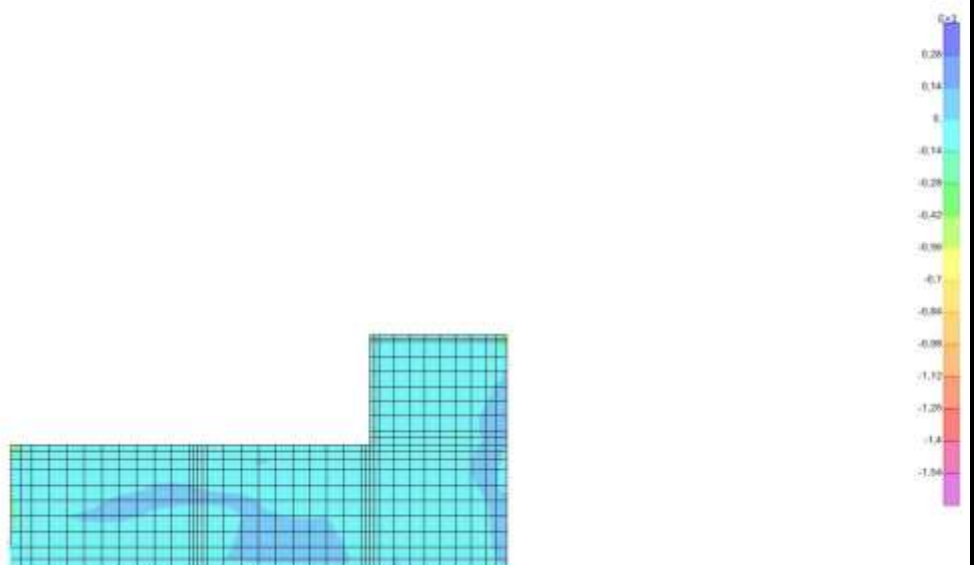
10.2.5.1. Involuppo M11 – max

Result M11 Envelope - 10M_270 - Max



10.2.5.2. Involuppo M11 – min

Result M11 Envelope - 10M_270 - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

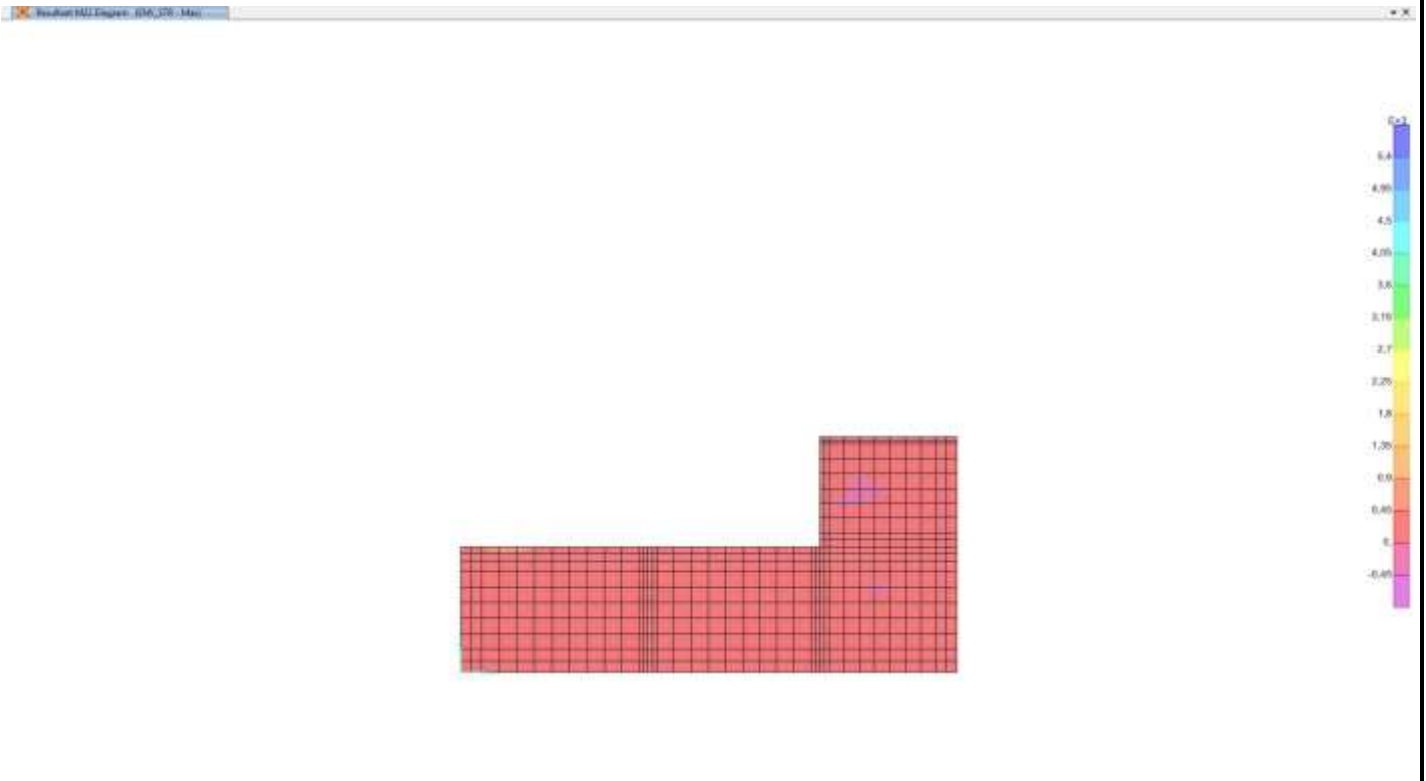
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

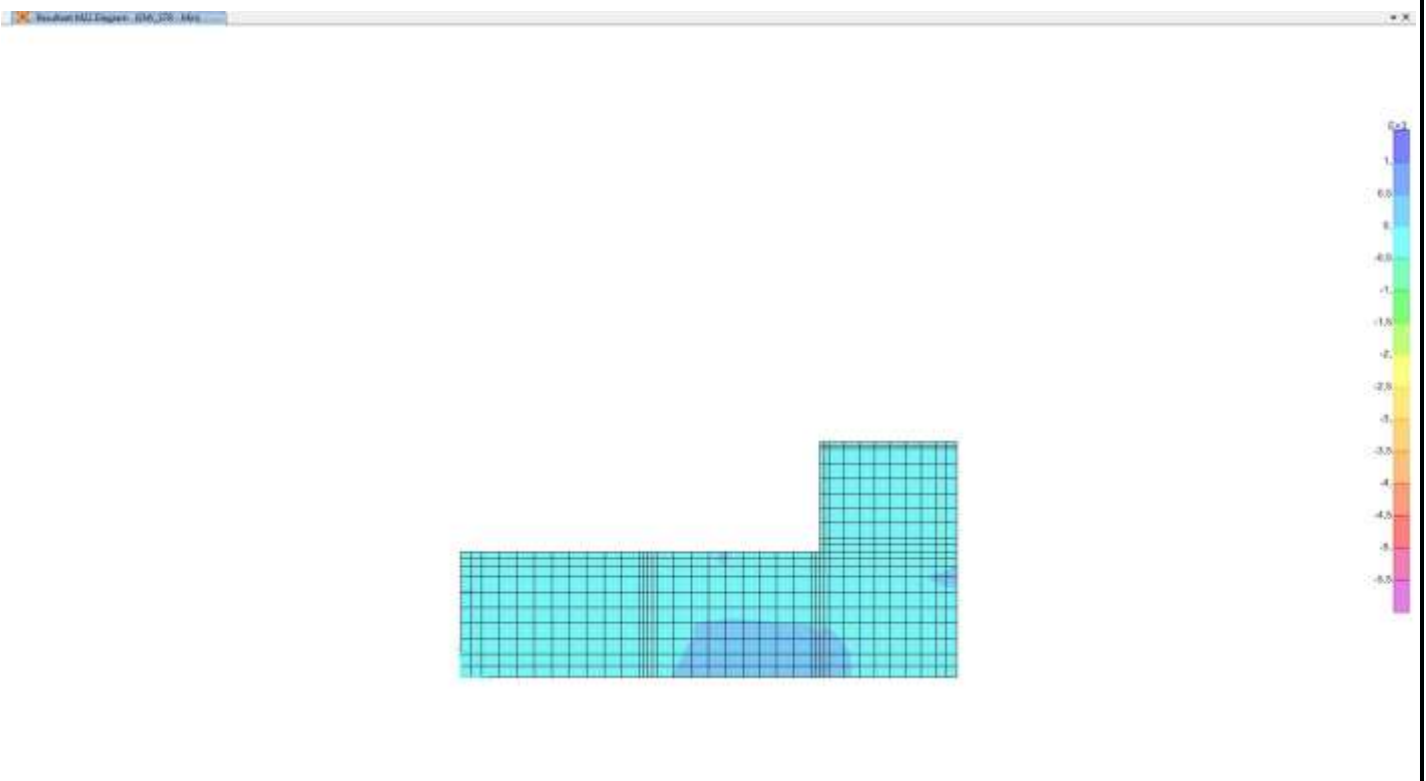
Rev.
A

Foglio
59 di 183

10.2.5.3. Inviluppo M22 – max



10.2.5.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

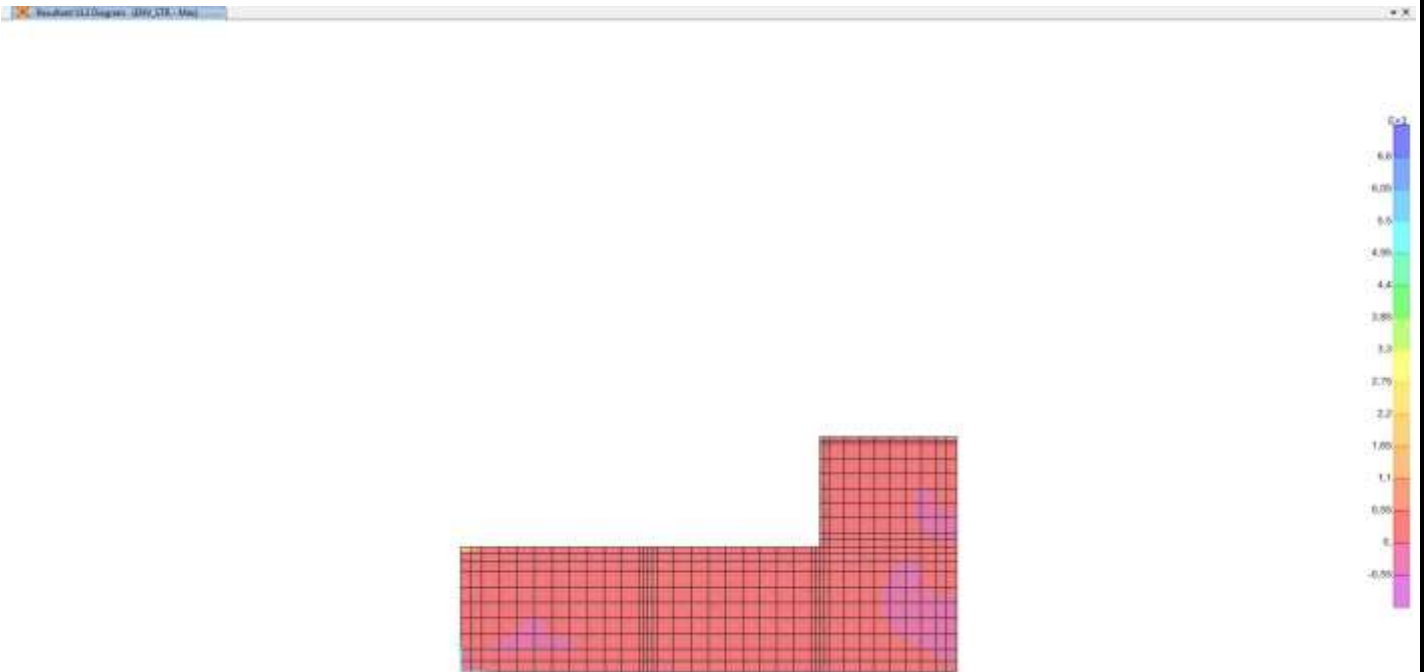
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

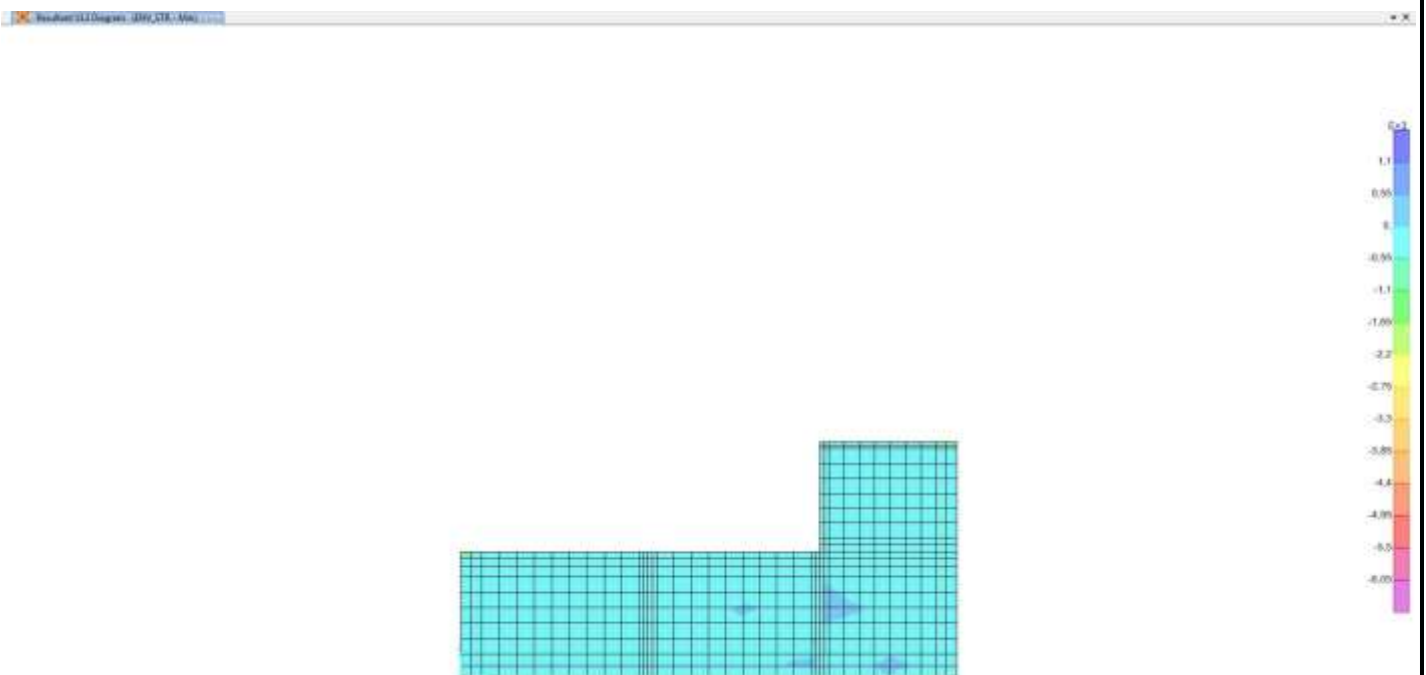
Rev.
A

Foglio
60 di 183

10.2.5.5. Inviluppo V13 – max



10.2.5.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

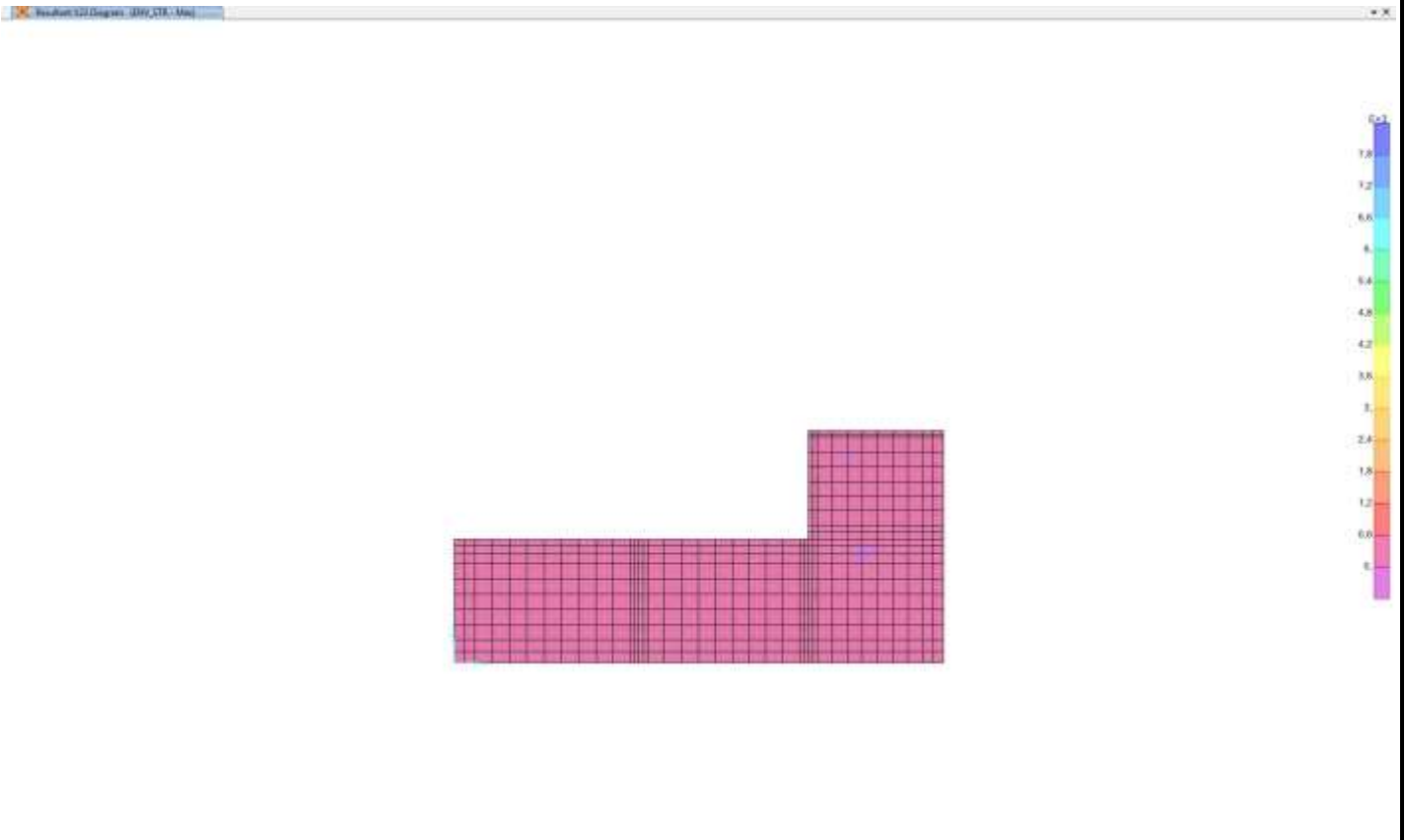
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

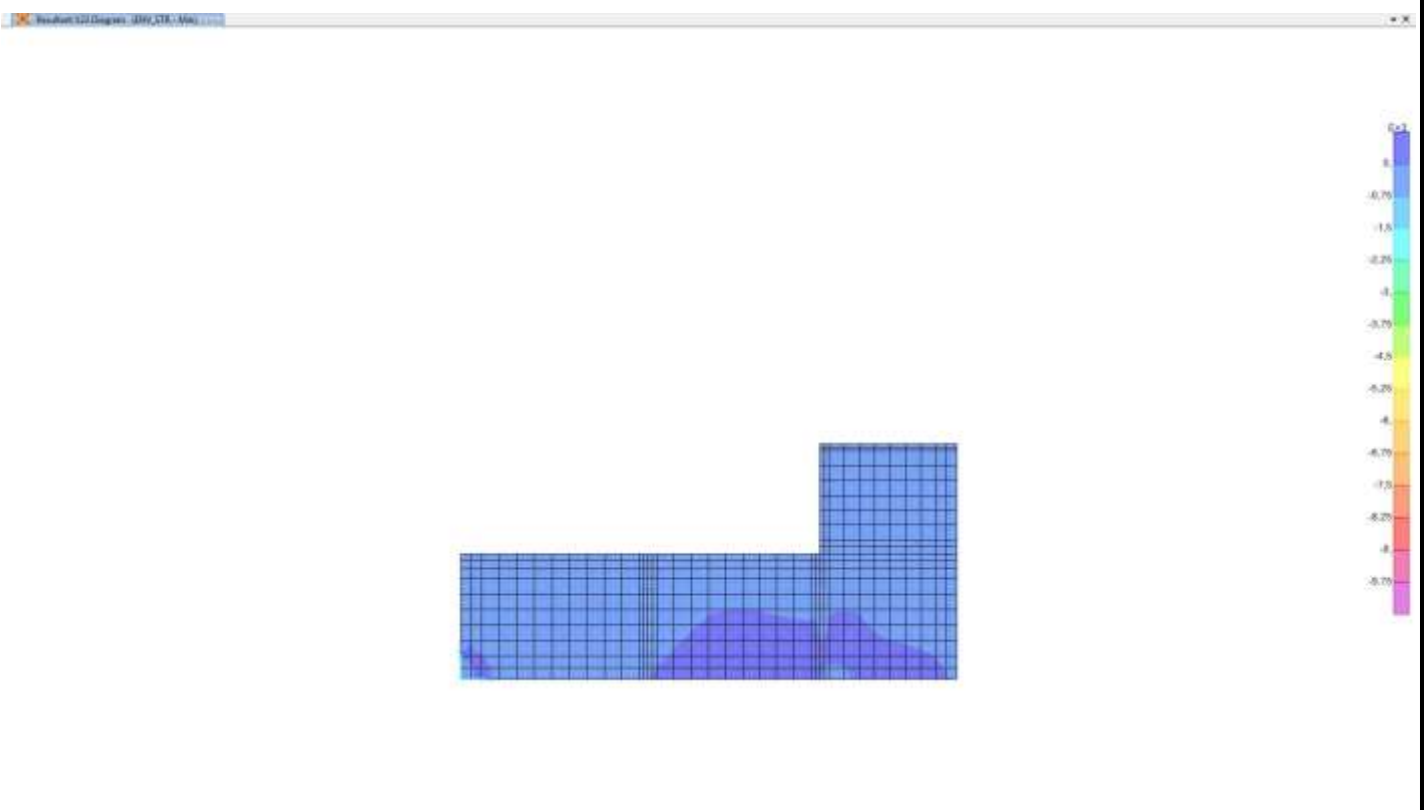
Rev.
A

Foglio
61 di 183

10.2.5.7. Inviluppo V23 – max



10.2.5.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

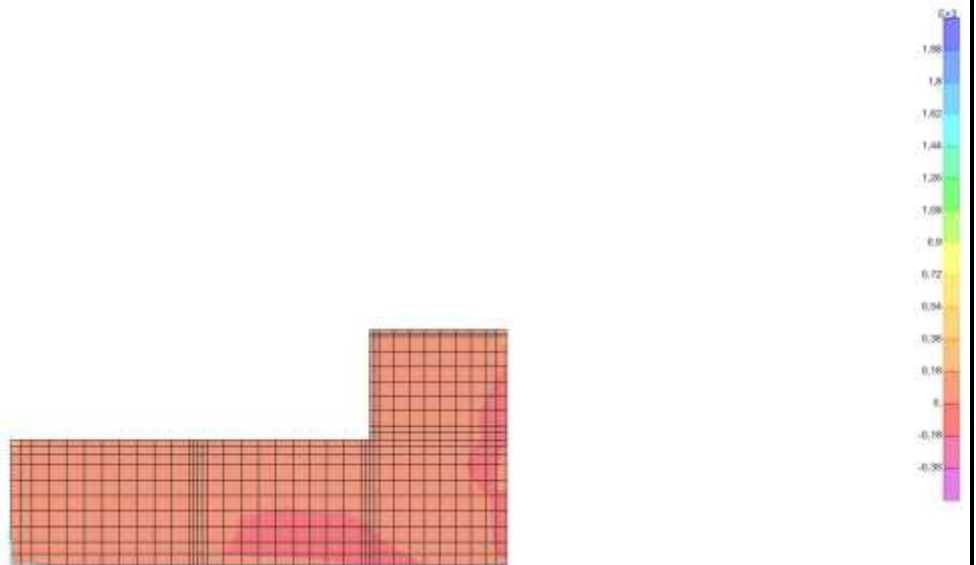
Rev.
A

Foglio
62 di 183

10.2.6. Involuppi parete sud 80cm

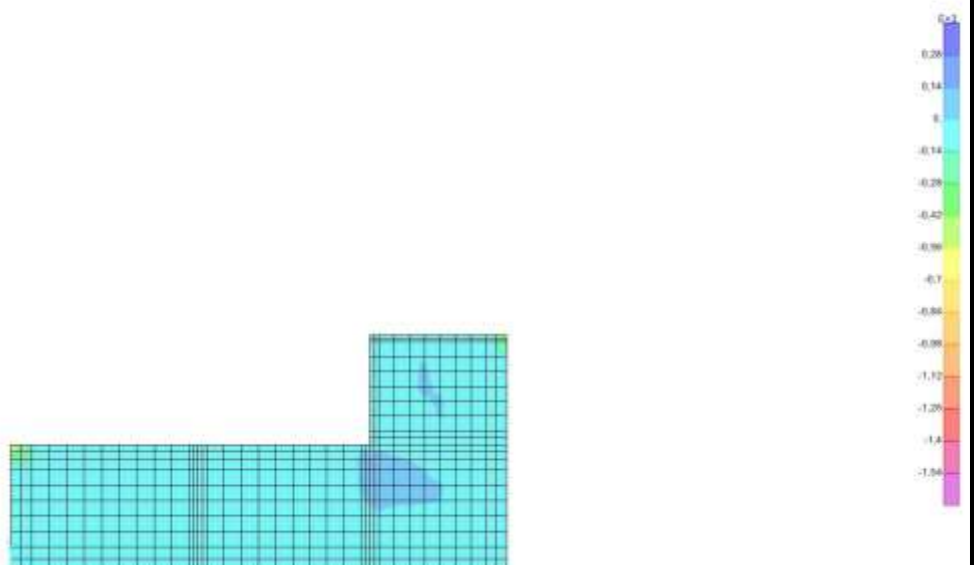
10.2.6.1. Involuppo M11 – max

Result M11 Envelope - 10M_270 - Max



10.2.6.2. Involuppo M11 – min

Result M11 Envelope - 10M_270 - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

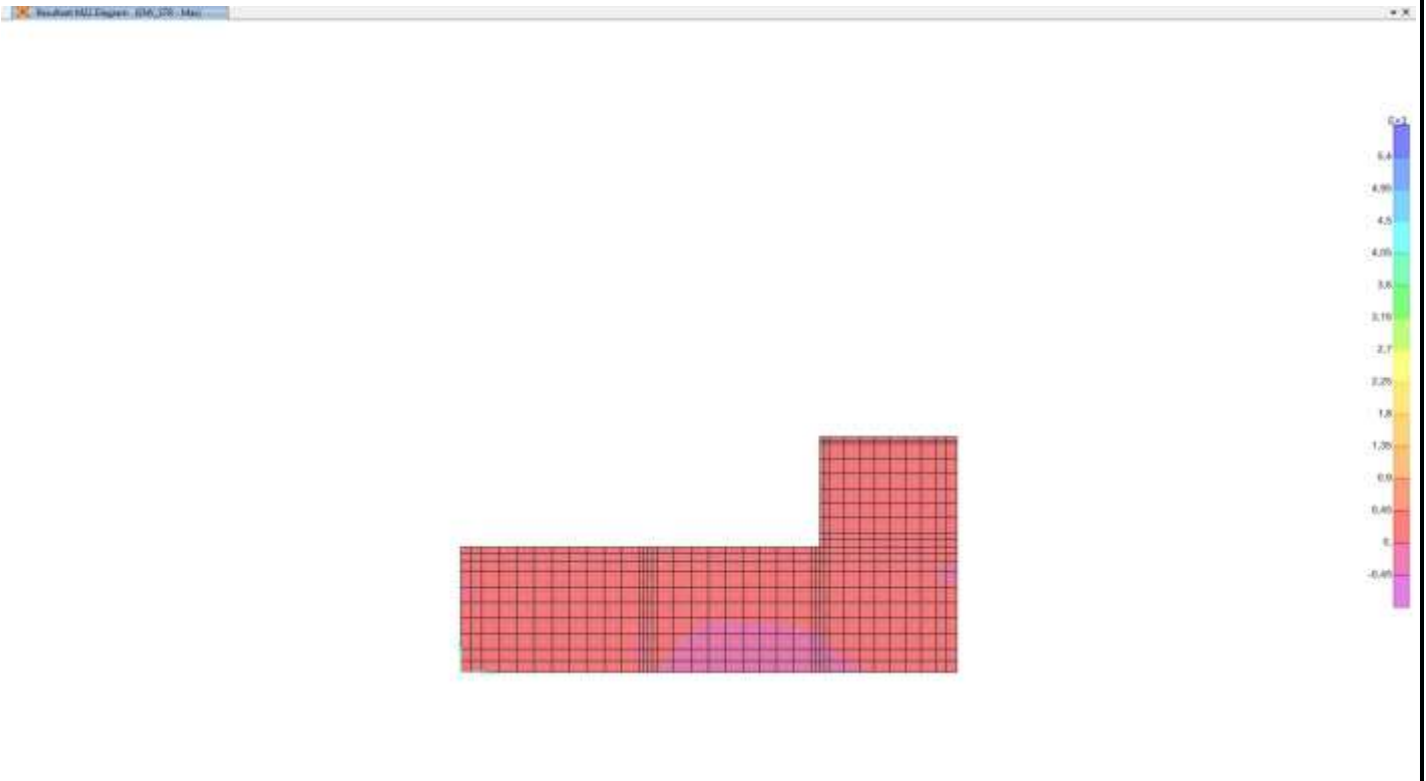
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

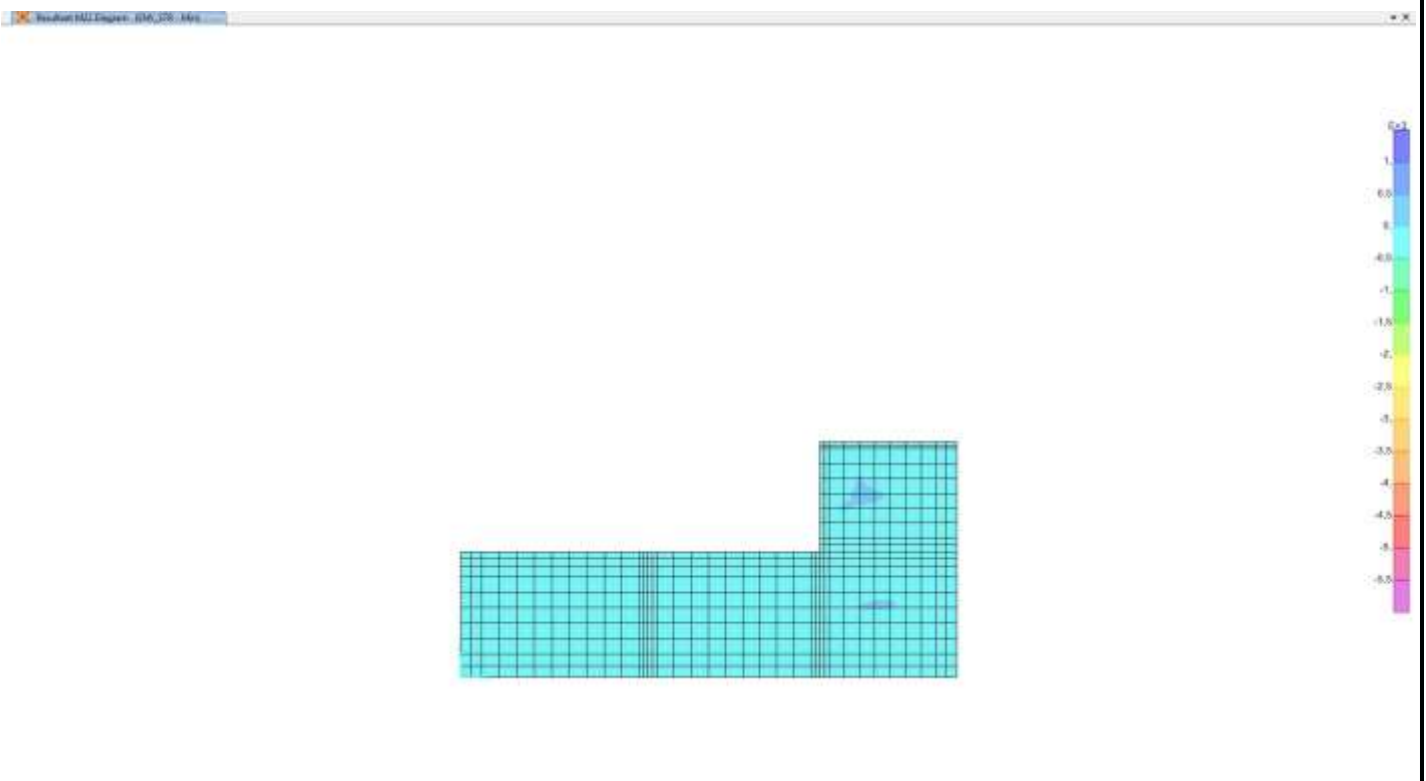
Rev.
A

Foglio
63 di 183

10.2.6.3. Inviluppo M22 – max



10.2.6.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

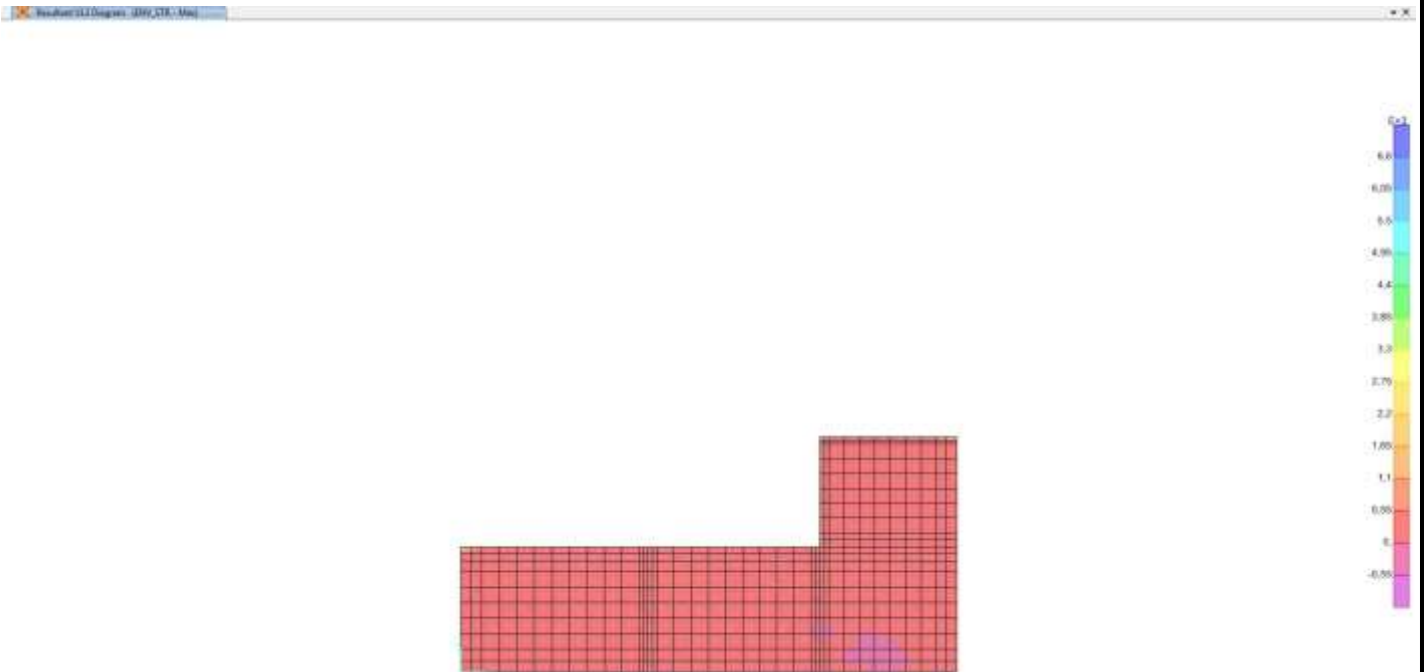
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

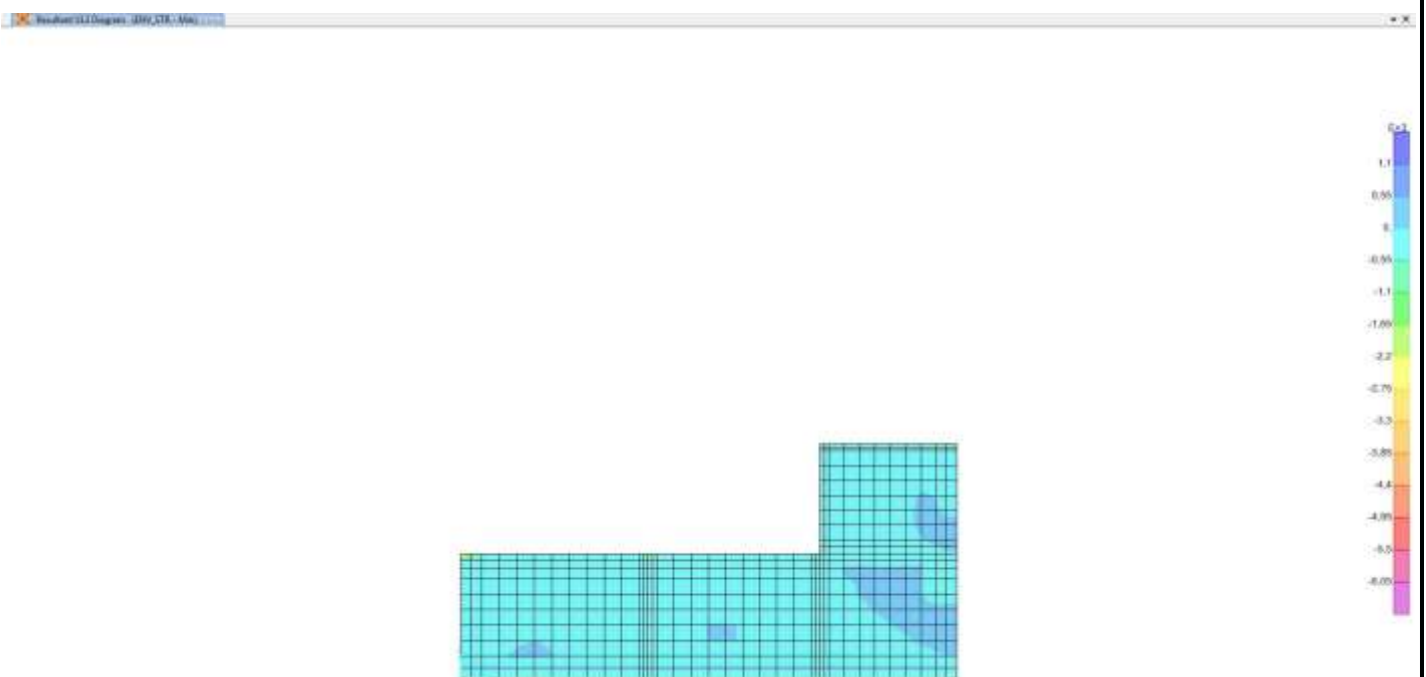
Rev.
A

Foglio
64 di 183

10.2.6.5. Inviluppo V13 – max



10.2.6.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

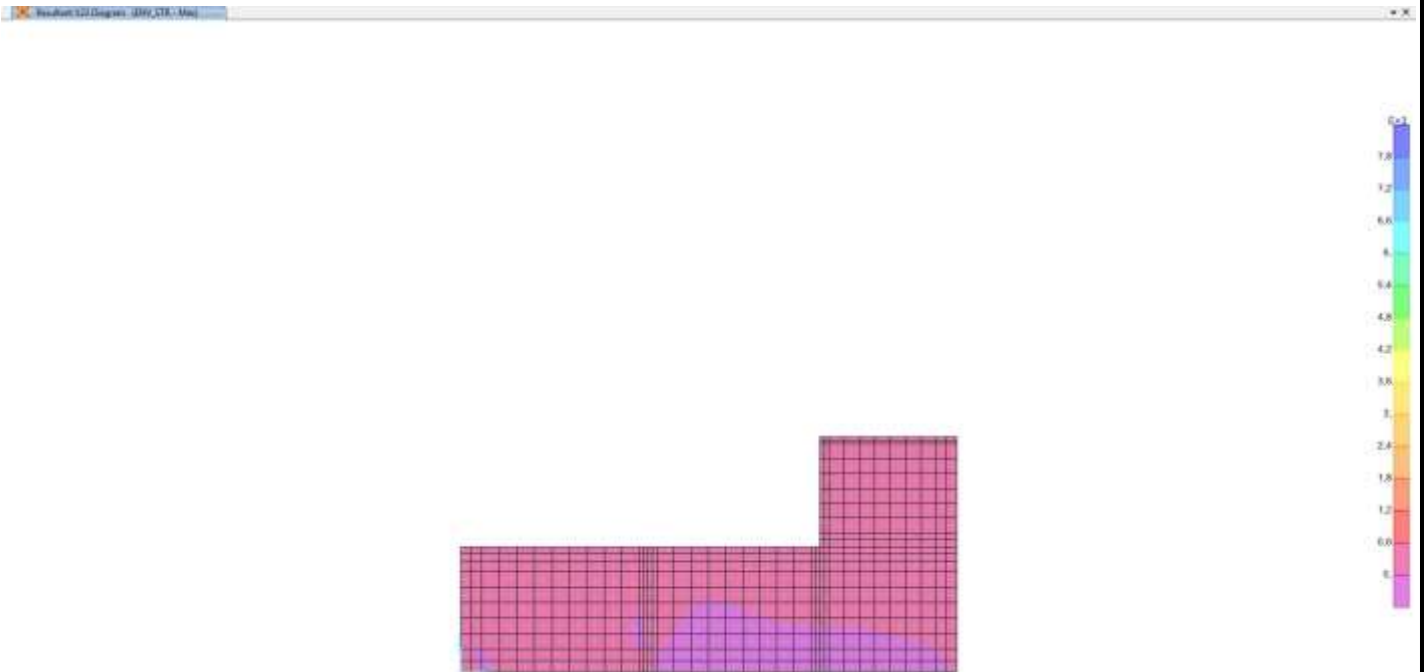
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

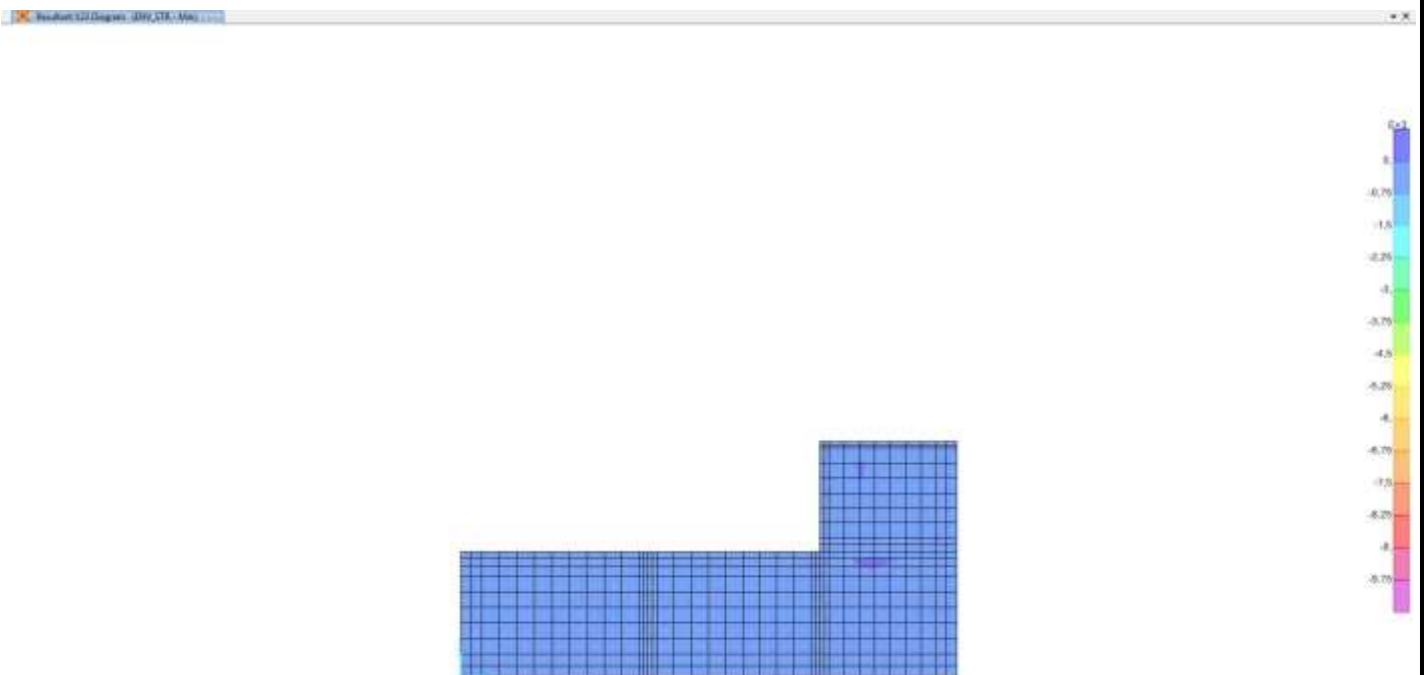
Rev.
A

Foglio
65 di 183

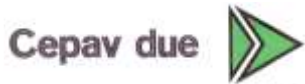
10.2.6.7. Inviluppo V23 – max



10.2.6.8. Inviluppo V23 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

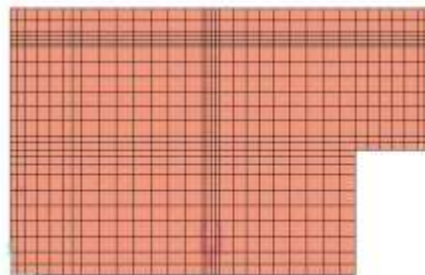
Rev.
A

Foglio
66 di 183

10.2.7. Inviluppi parete interna 50cm

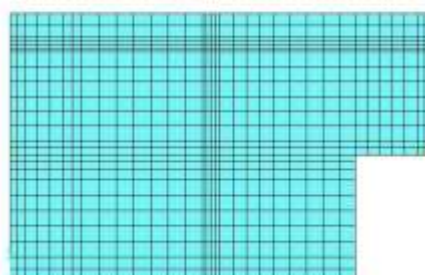
10.2.7.1. Inviluppo M11 – max

Result M11 Envelope - 10M_270 - Max



10.2.7.2. Inviluppo M11 – min

Result M11 Envelope - 10M_270 - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

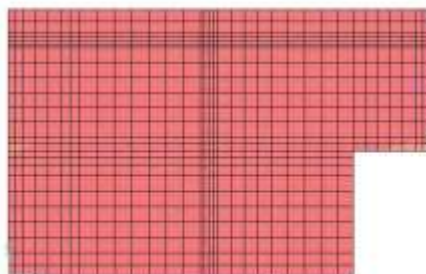
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
67 di 183

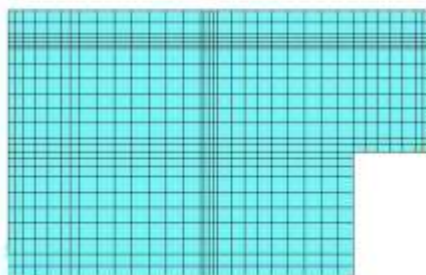
10.2.7.3. Inviluppo M22 – max

Prodotto M22 Design - RM_326 - Max



10.2.7.4. Inviluppo M22 – min

Prodotto M22 Design - RM_326 - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

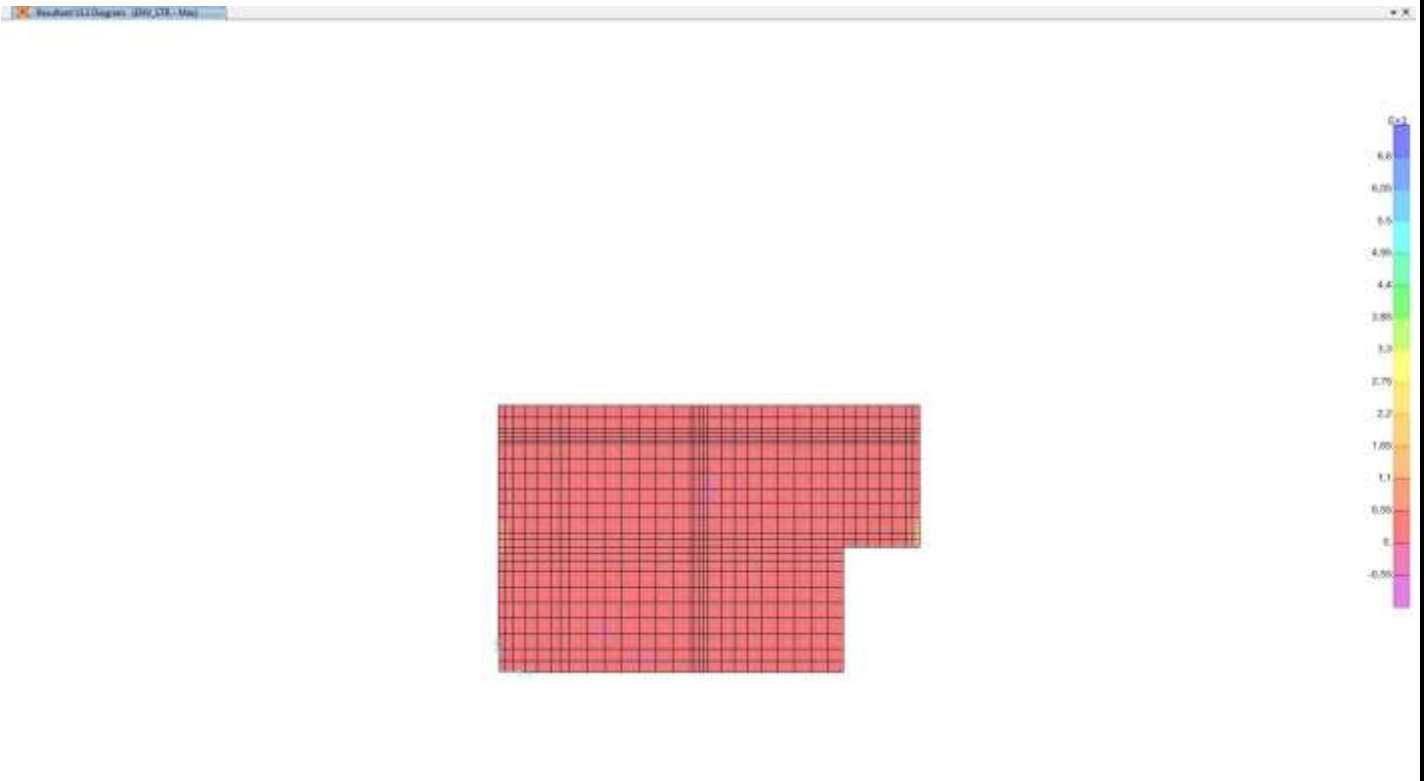
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

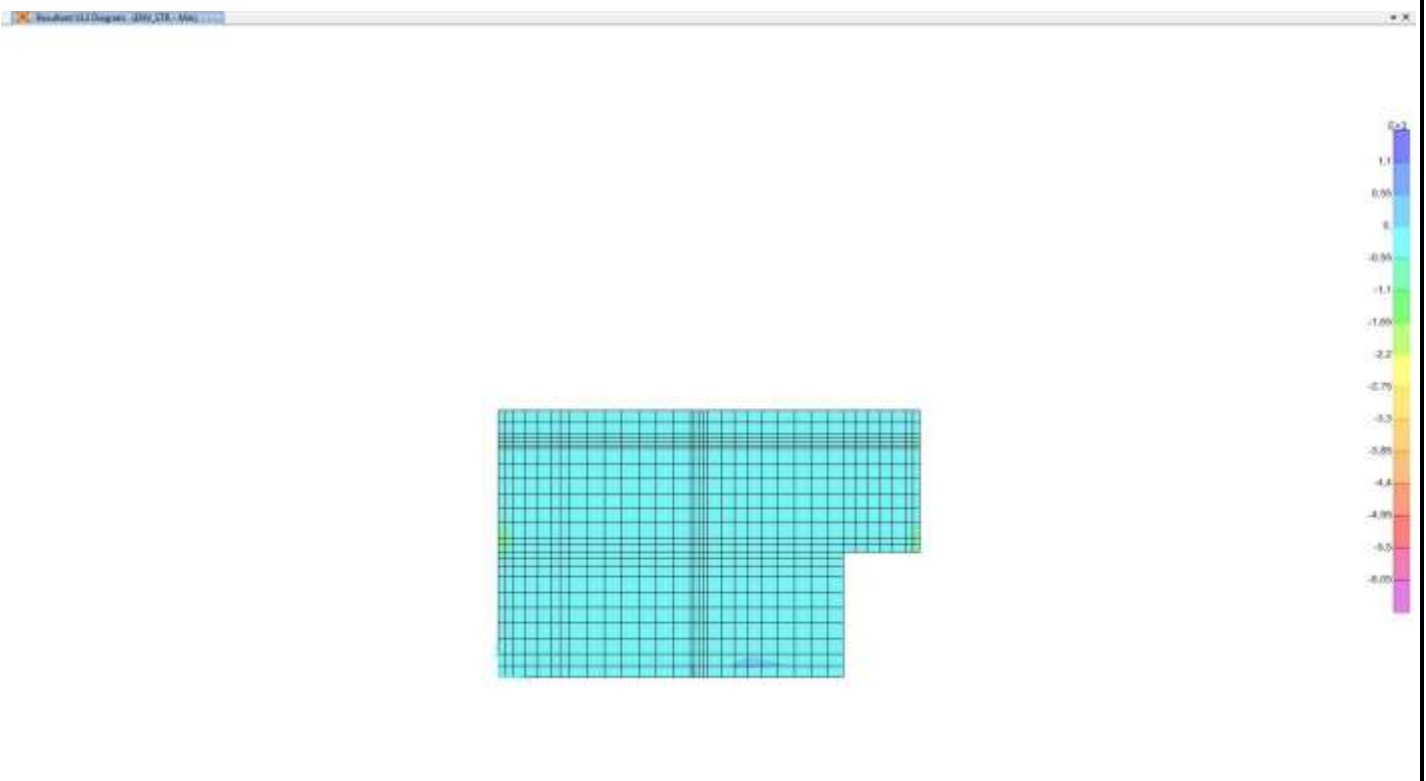
Rev.
A

Foglio
68 di 183

10.2.7.5. Inviluppo V13 – max



10.2.7.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

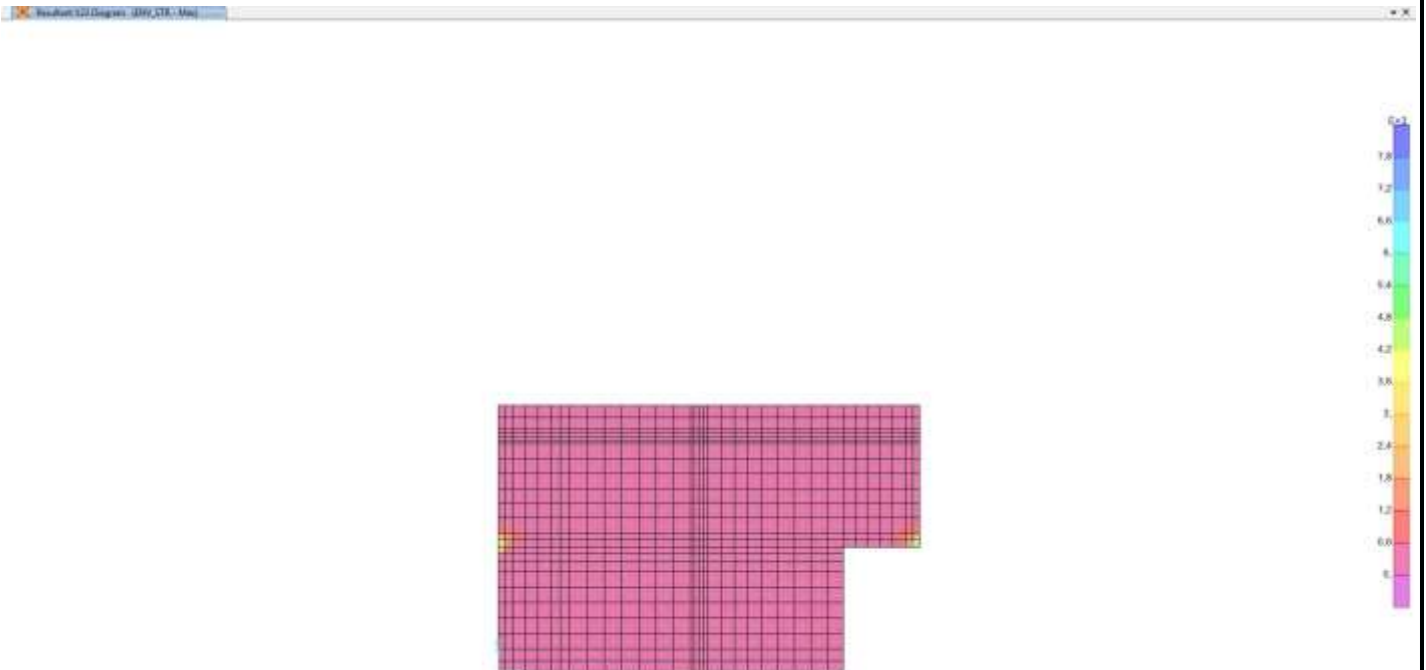
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

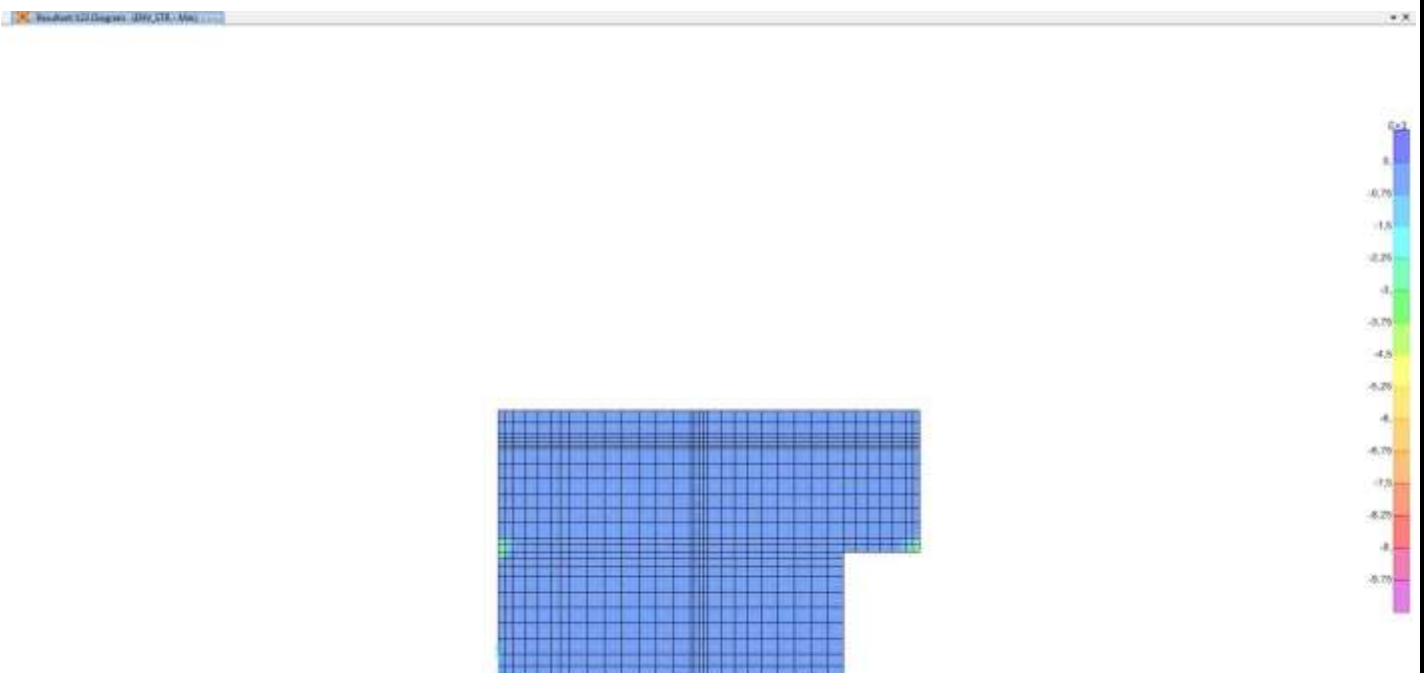
Rev.
A

Foglio
69 di 183

10.2.7.7. Inviluppo V23 – max



10.2.7.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

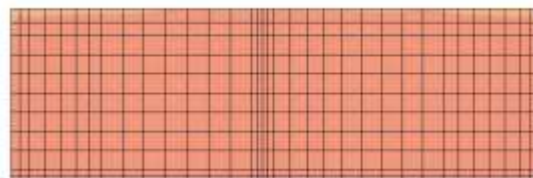
Rev.
A

Foglio
70 di 183

10.2.8. Involuppi soletta superiore 40cm

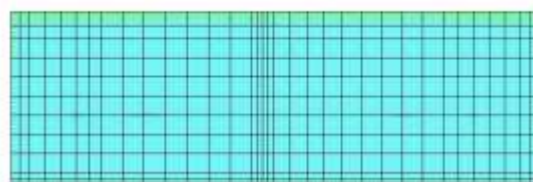
10.2.8.1. Involuppo M11 – max

Result M11 Diagram - 11M_370 - Max



10.2.8.2. Involuppo M11 – min

Result M11 Diagram - 11M_370 - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
71 di 183

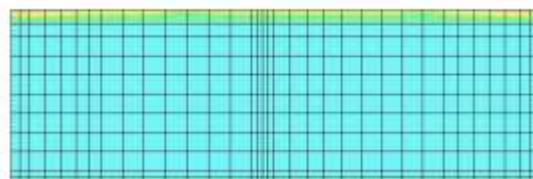
10.2.8.3. Inviluppo M22 – max

Result M22 Envelope - RM_325 - Max



10.2.8.4. Inviluppo M22 – min

Result M22 Envelope - RM_325 - Min



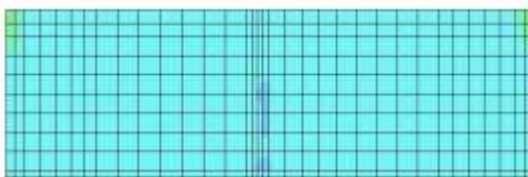
10.2.8.5. Inviluppo V13 – max

Profilo V13 Involuppo (M, CTB, Max)



10.2.8.6. Inviluppo V13 – min

Profilo V13 Involuppo (M, CTB, Min)



Doc. N.

Progetto
INOR

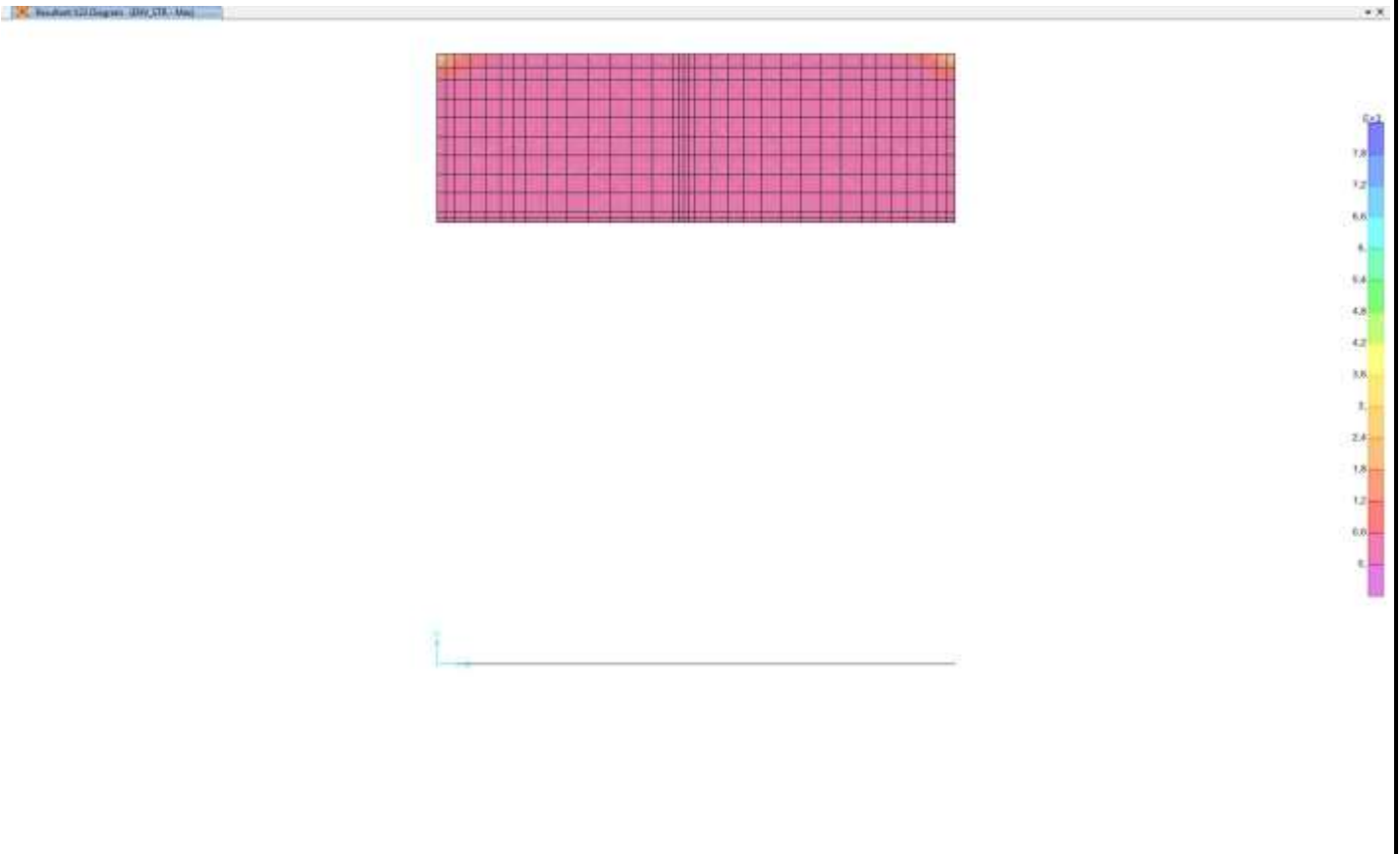
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

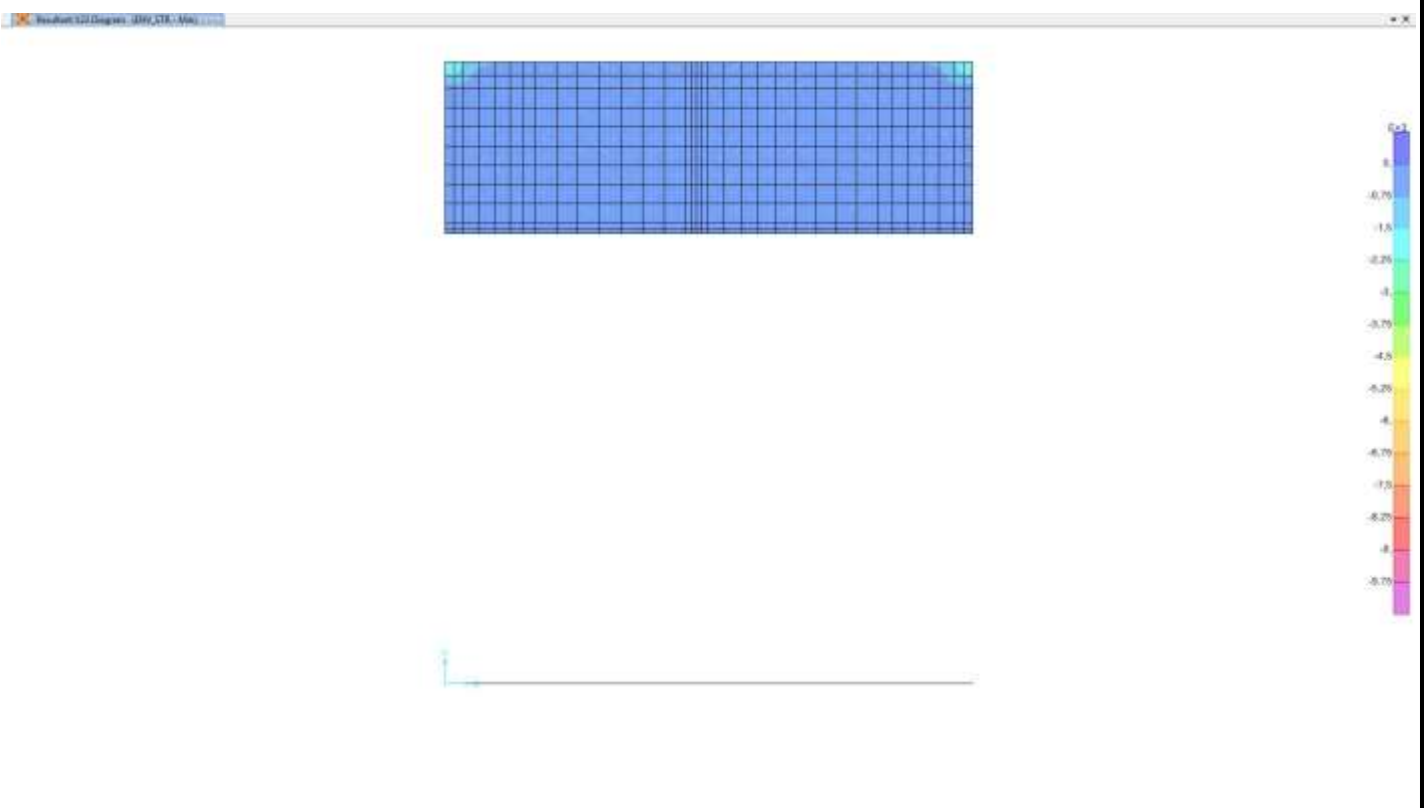
Rev.
A

Foglio
73 di 183

10.2.8.7. Inviluppo V23 – max



10.2.8.8. Inviluppo V23 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

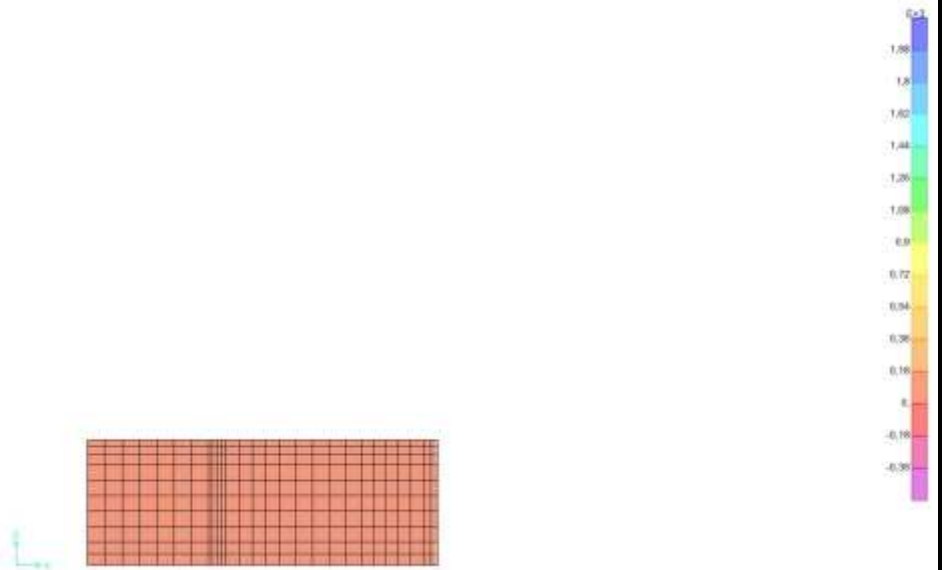
Rev.
A

Foglio
74 di 183

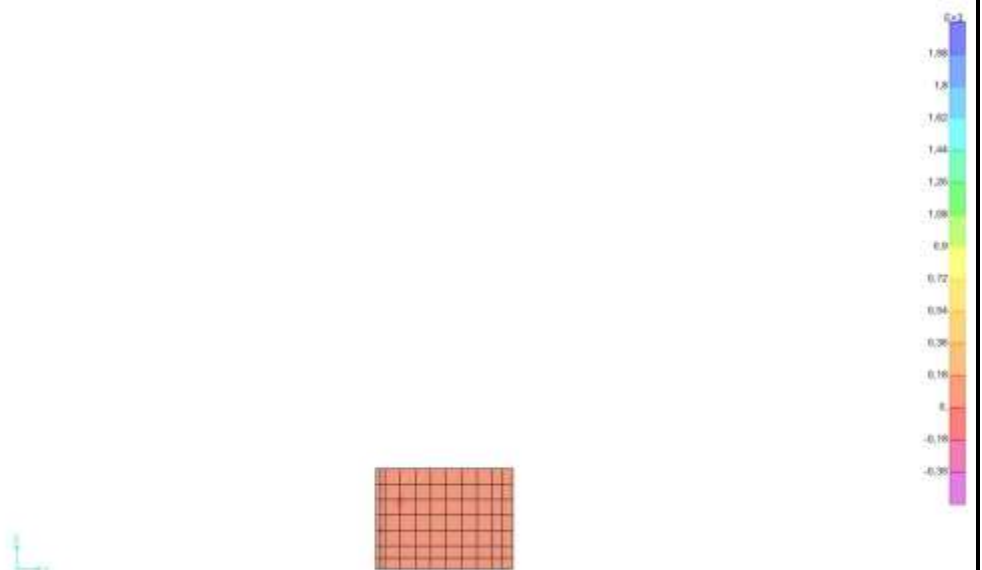
10.2.9. Involuppi setti interni 50cm

10.2.9.1. Involuppo M11 – max

Visualizzazione: Involuppo M11 - Max (50,00 - Max)



Visualizzazione: Involuppo M11 - Max (50,00 - Max)



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
75 di 183

10.2.9.2. Inviluppo M11 – min

Result M11 Envelope - E2 CL SLZ1 C0 002 - Min



Result M11 Envelope - E2 CL SLZ1 C0 002 - Min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

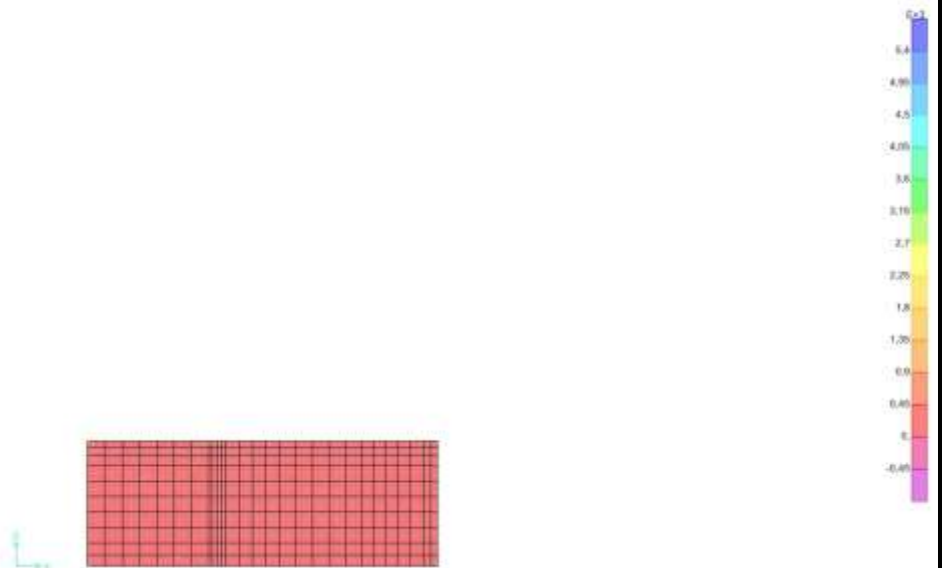
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

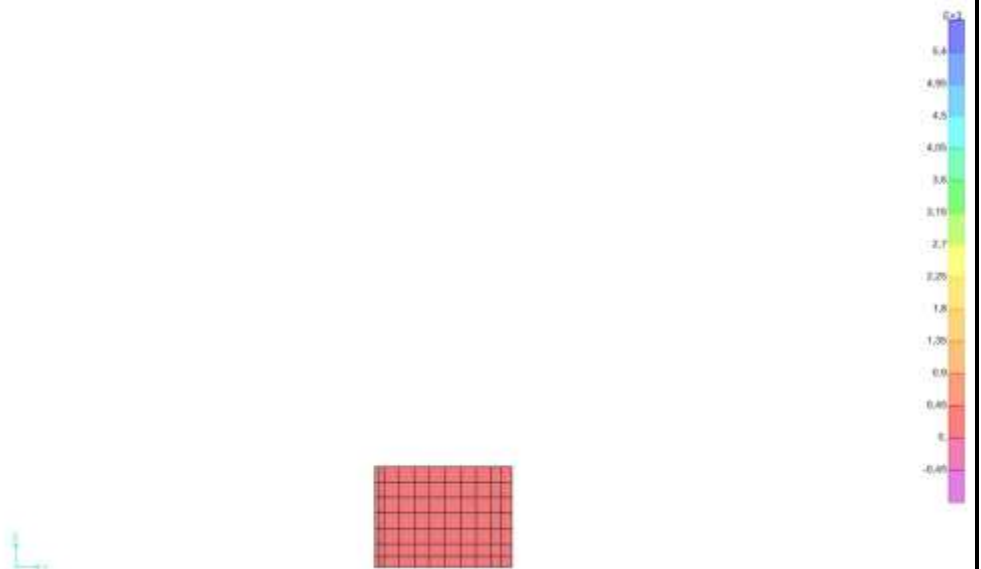
Foglio
76 di 183

10.2.9.3. Inviluppo M22 – max

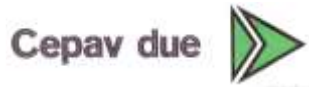
Result M22 Engr. - RM_22 - Max



Result M22 Engr. - RM_22 - Max



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

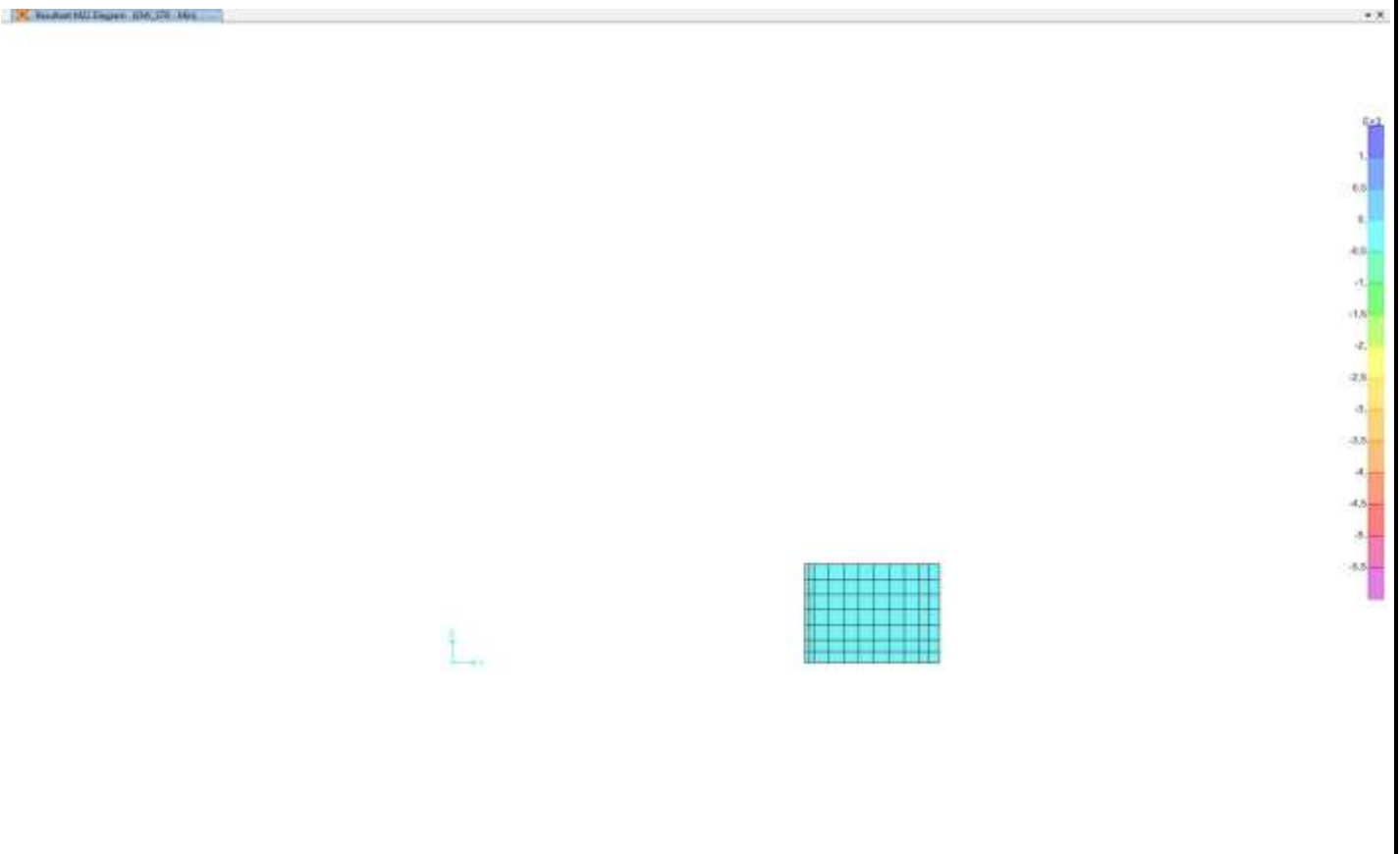
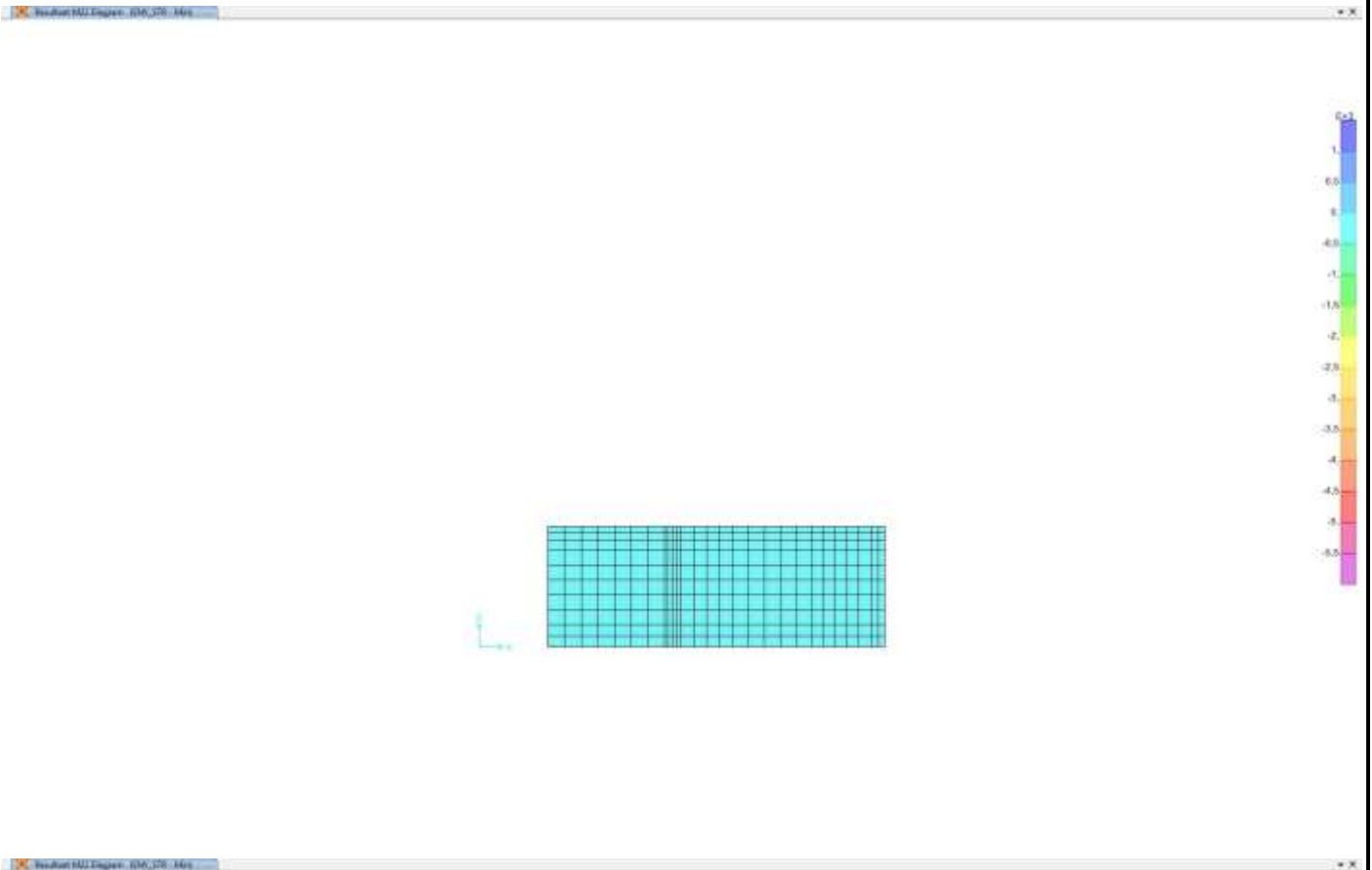
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
77 di 183

10.2.9.4. Inviluppo M22 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

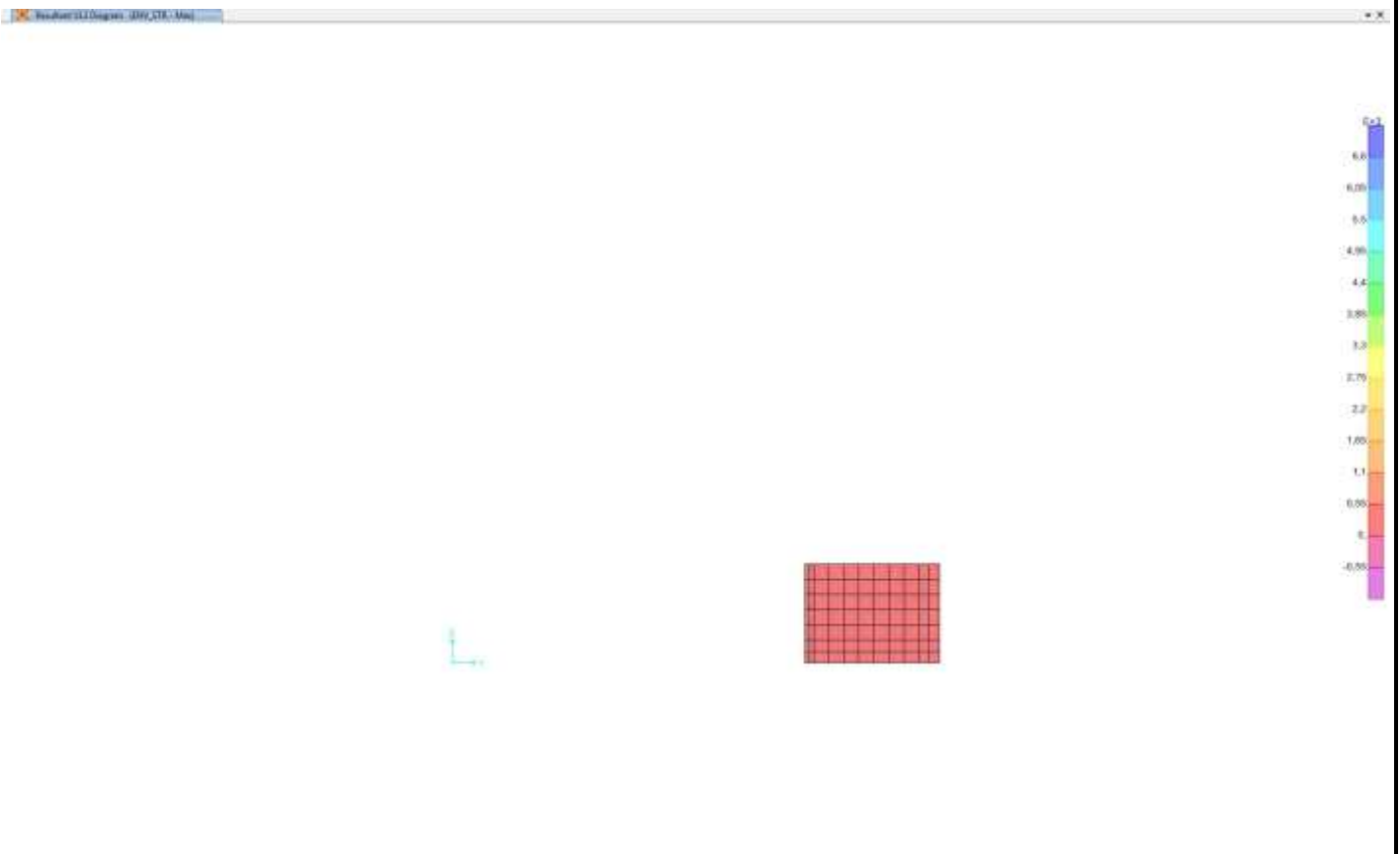
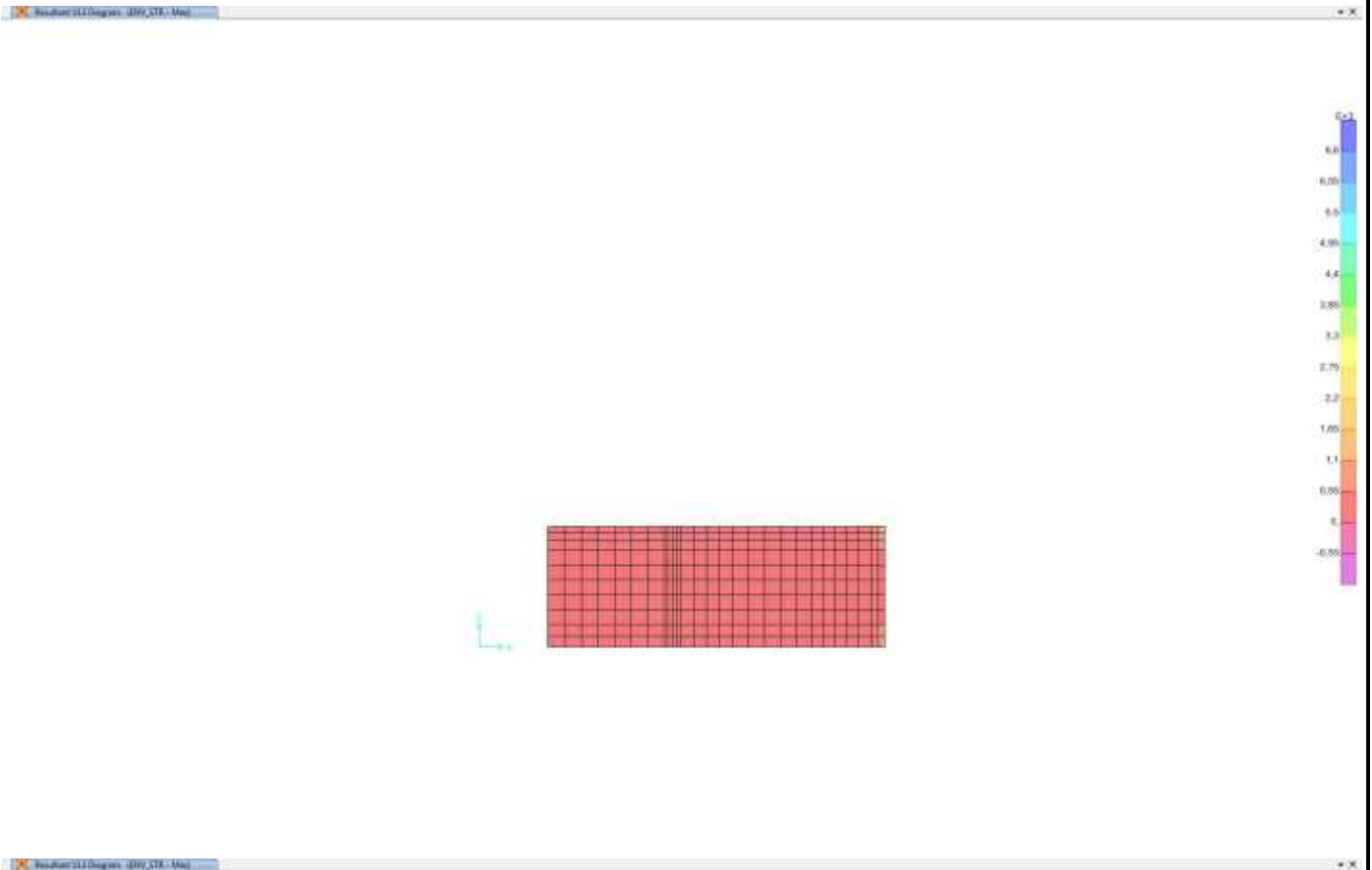
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
78 di 183

10.2.9.5. Inviluppo V13 – max



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

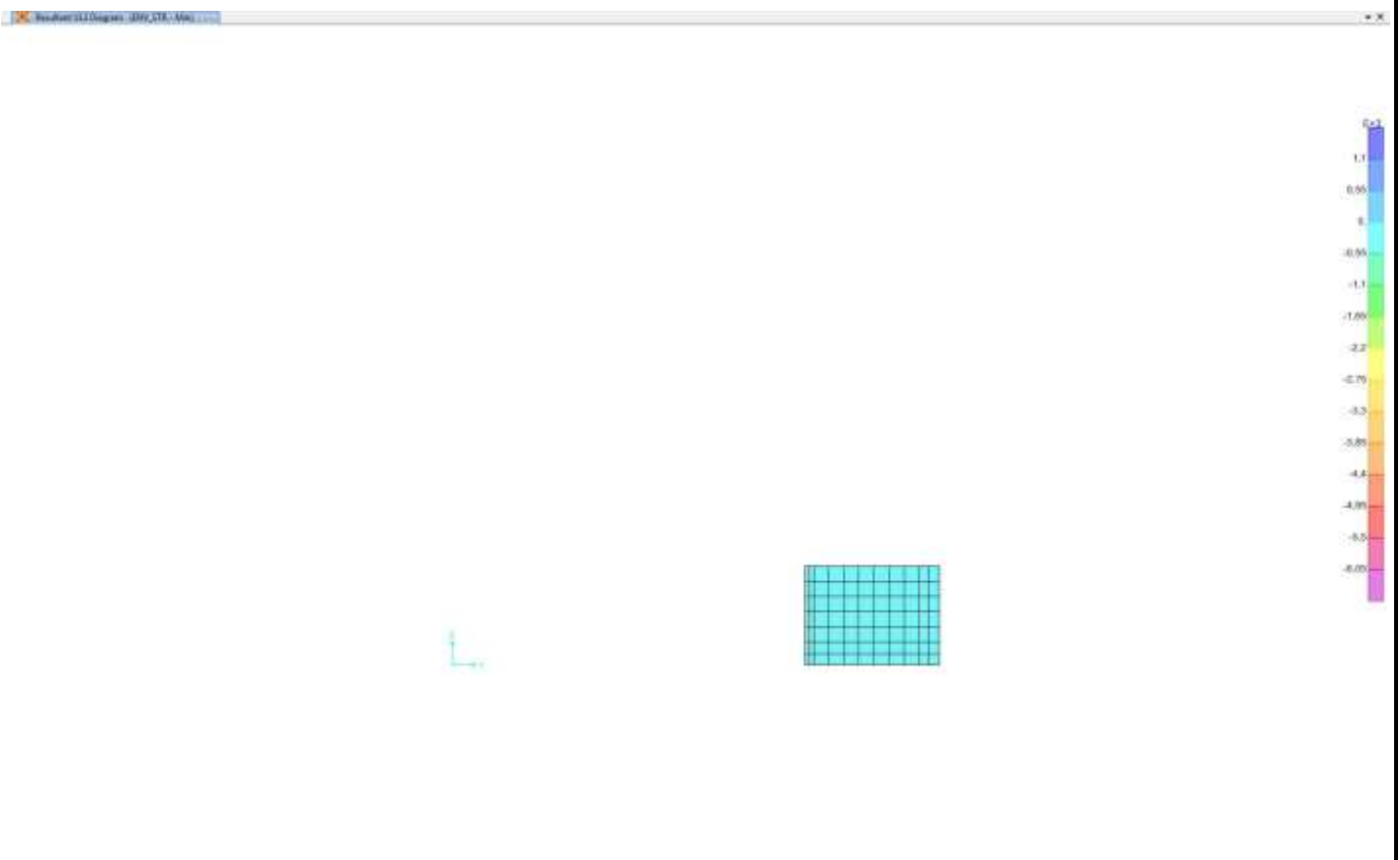
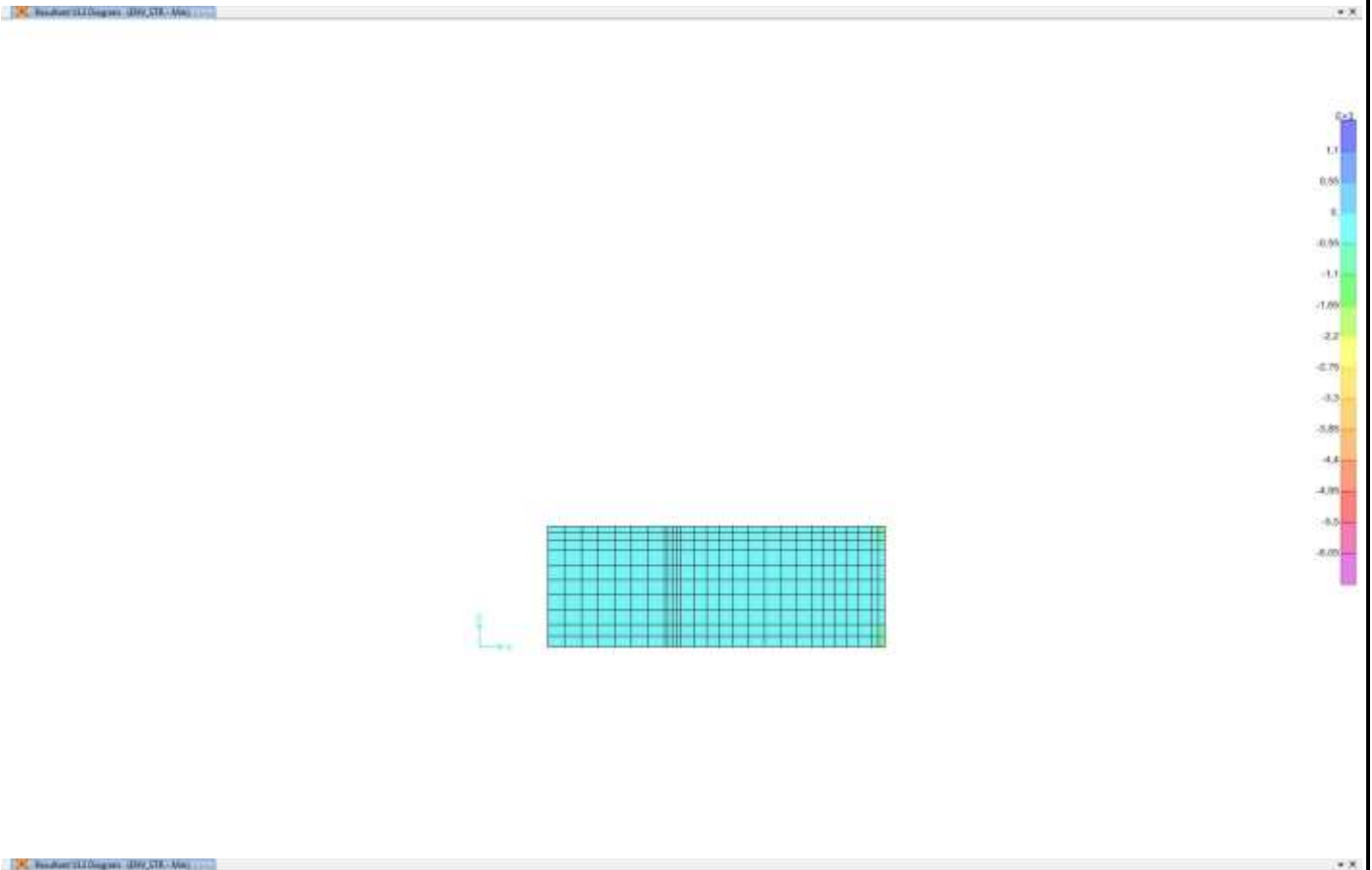
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

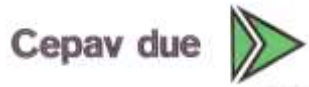
Rev.
A

Foglio
79 di 183

10.2.9.6. Inviluppo V13 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

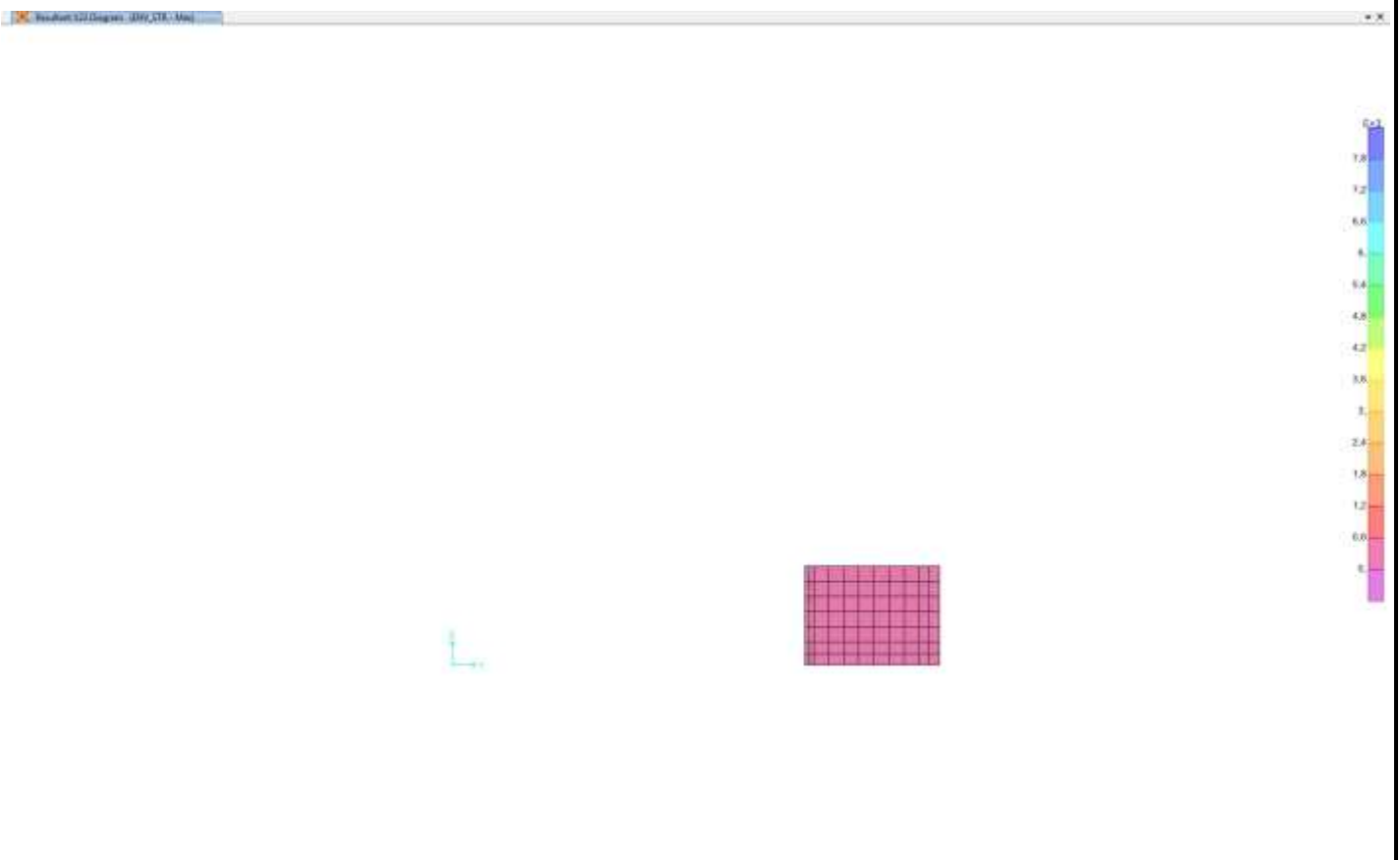
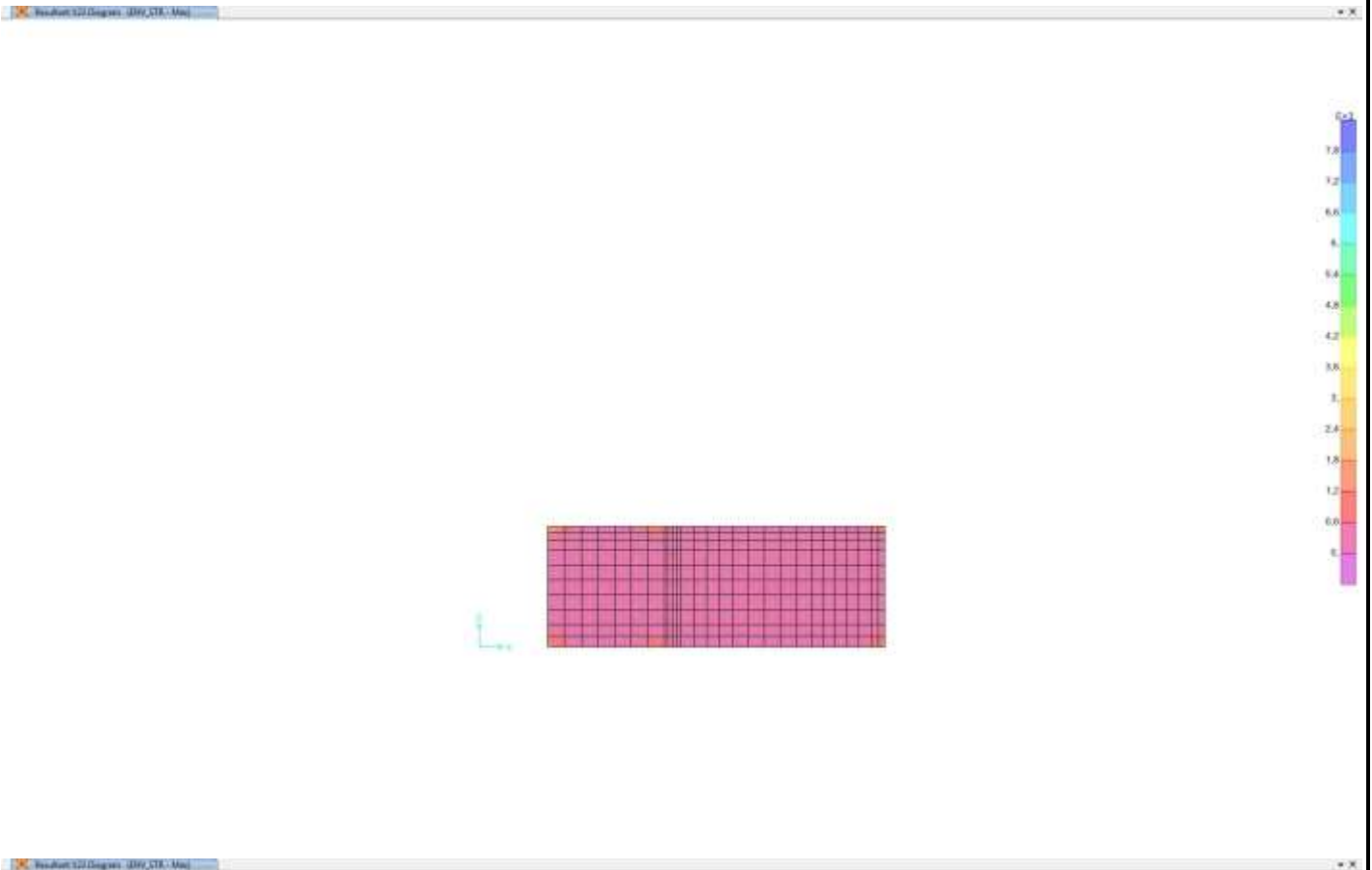
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
80 di 183

10.2.9.7. Inviluppo V23 – max



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
81 di 183

10.2.9.8. Inviluppo V23 – min

Result 122 (Signat: 300_V23_Min) [1/1]



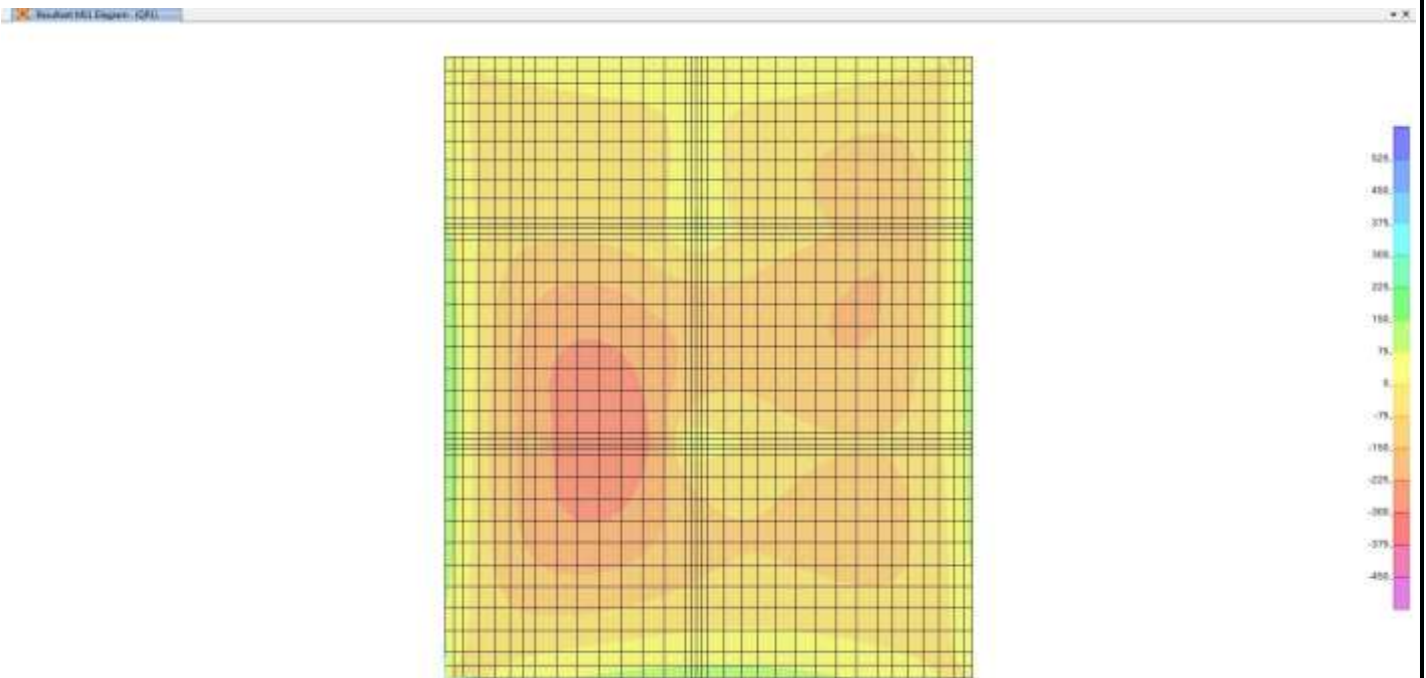
Result 122 (Signat: 300_V23_Min) [1/1]



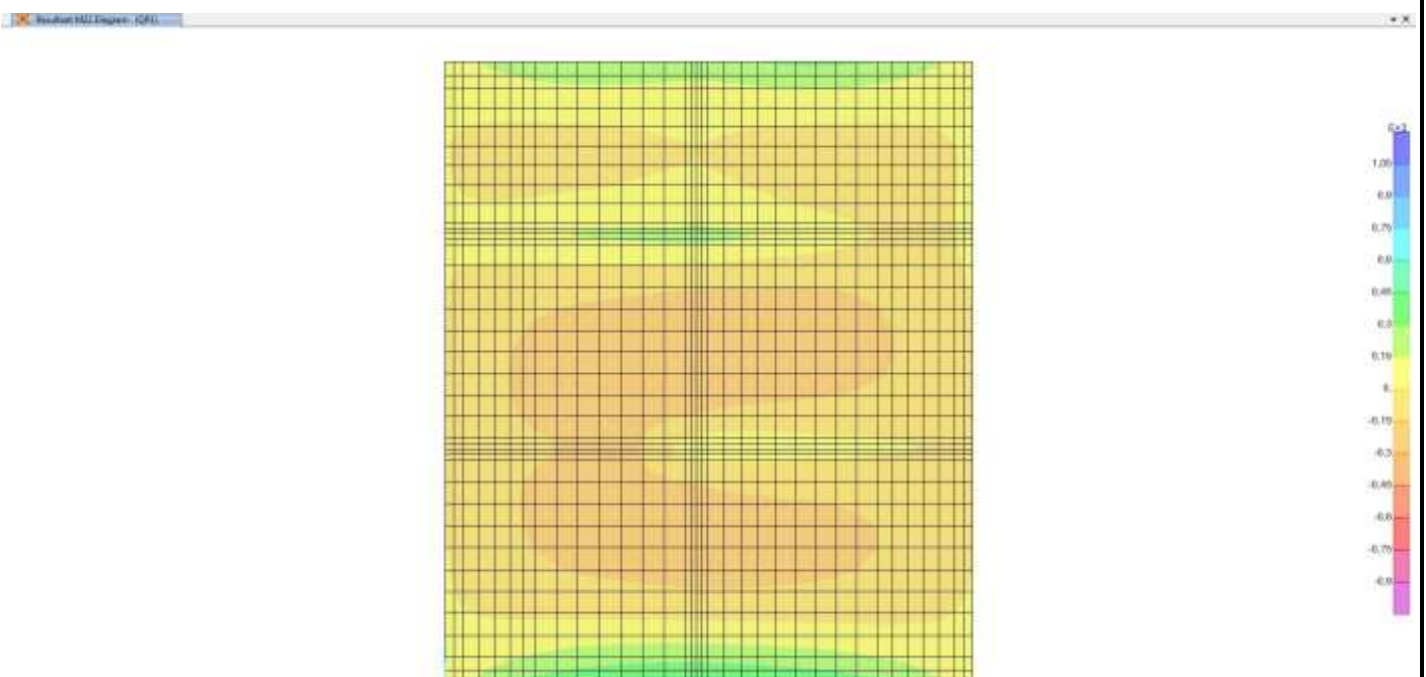
10.3. Diagrammi di inviluppo SLE

10.3.1. Involuppi fondazione 130cm

10.3.1.1. Involuppo QP – M11



10.3.1.2. Involuppo QP – M22



Doc. N.

Progetto
INOR

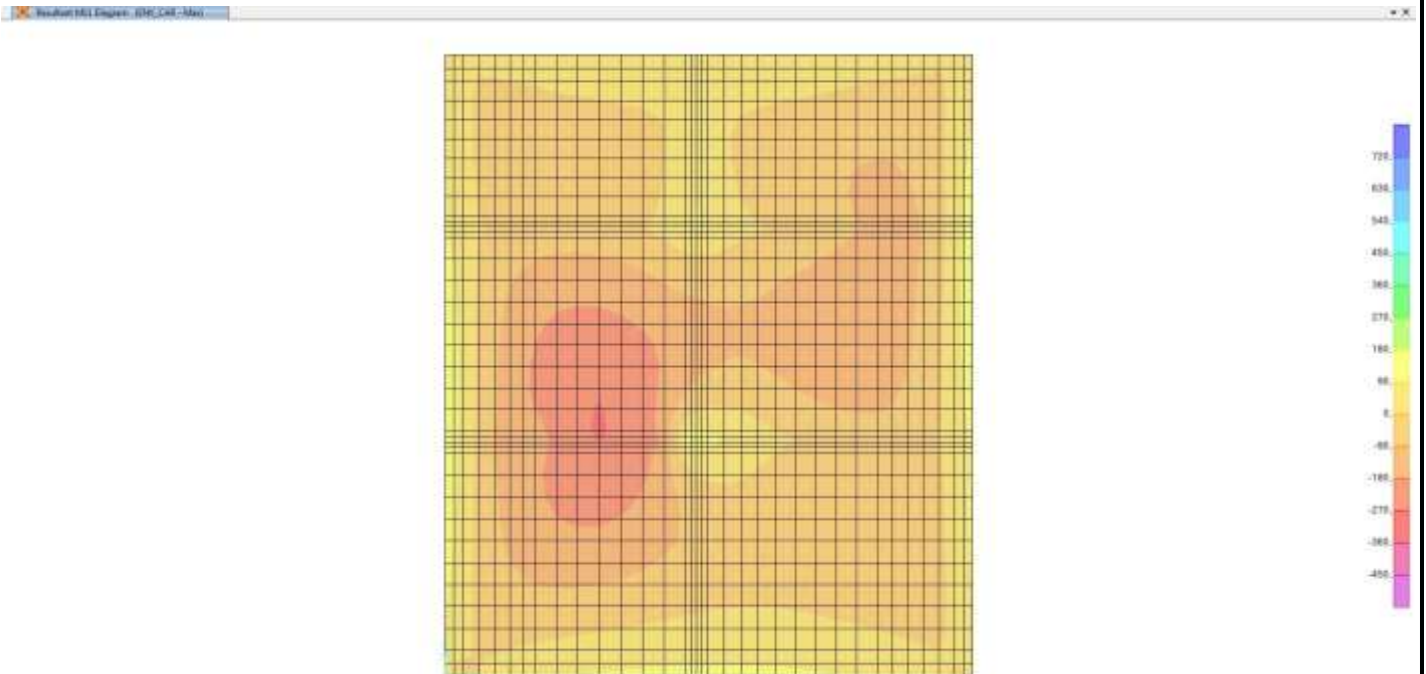
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

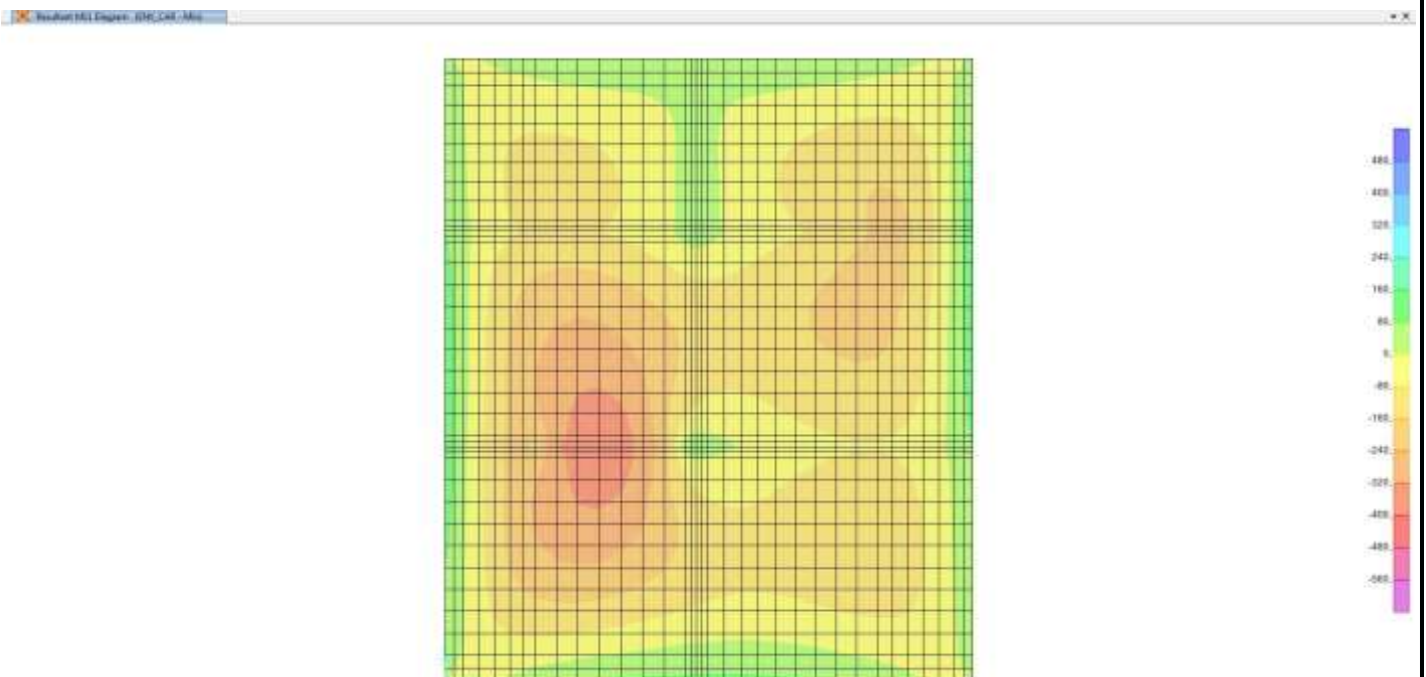
Rev.
A

Foglio
83 di 183

10.3.1.3. Inviluppo CAR – M11 – max



10.3.1.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

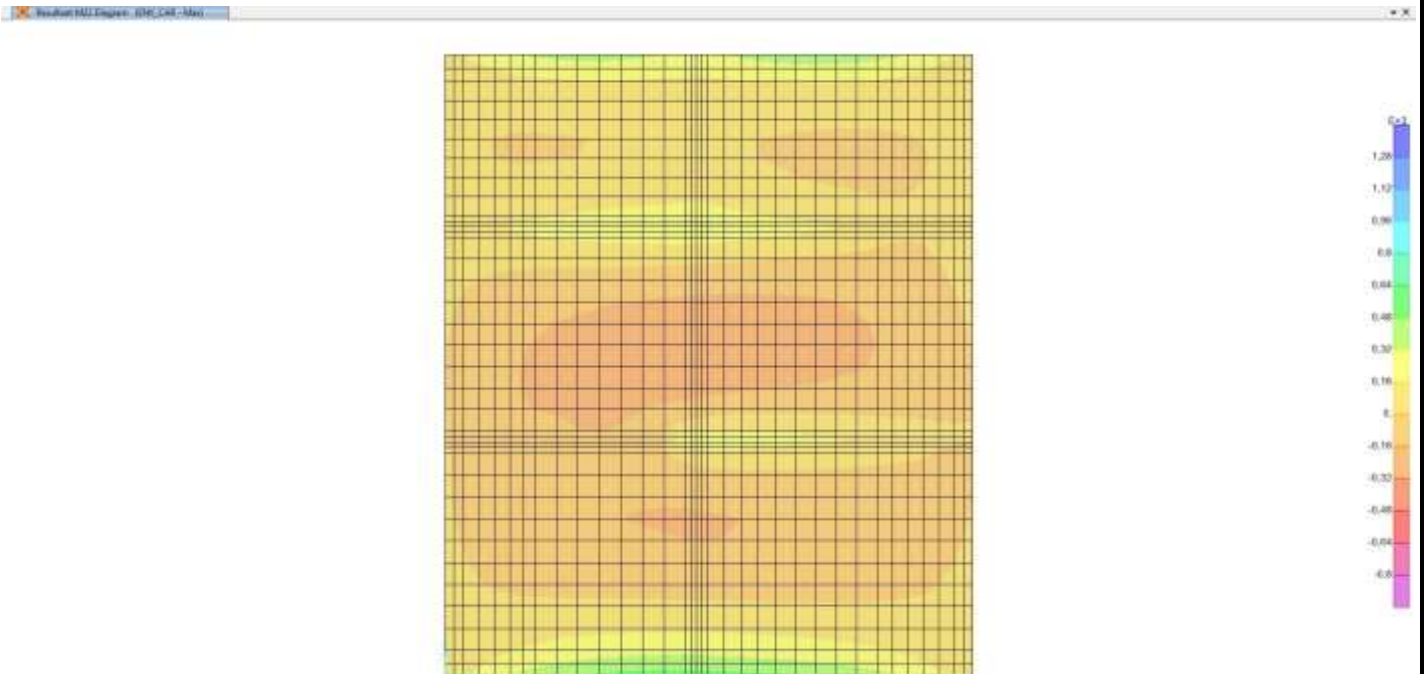
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

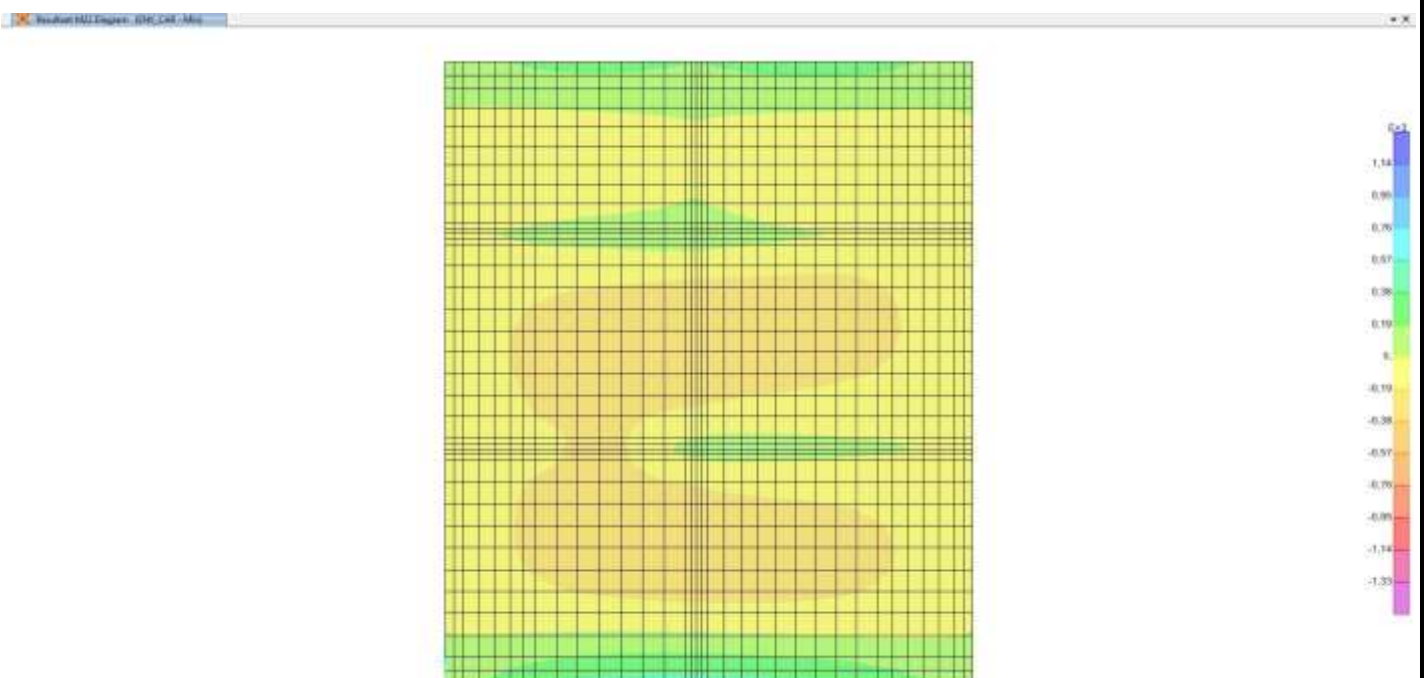
Rev.
A

Foglio
84 di 183

10.3.1.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.1.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

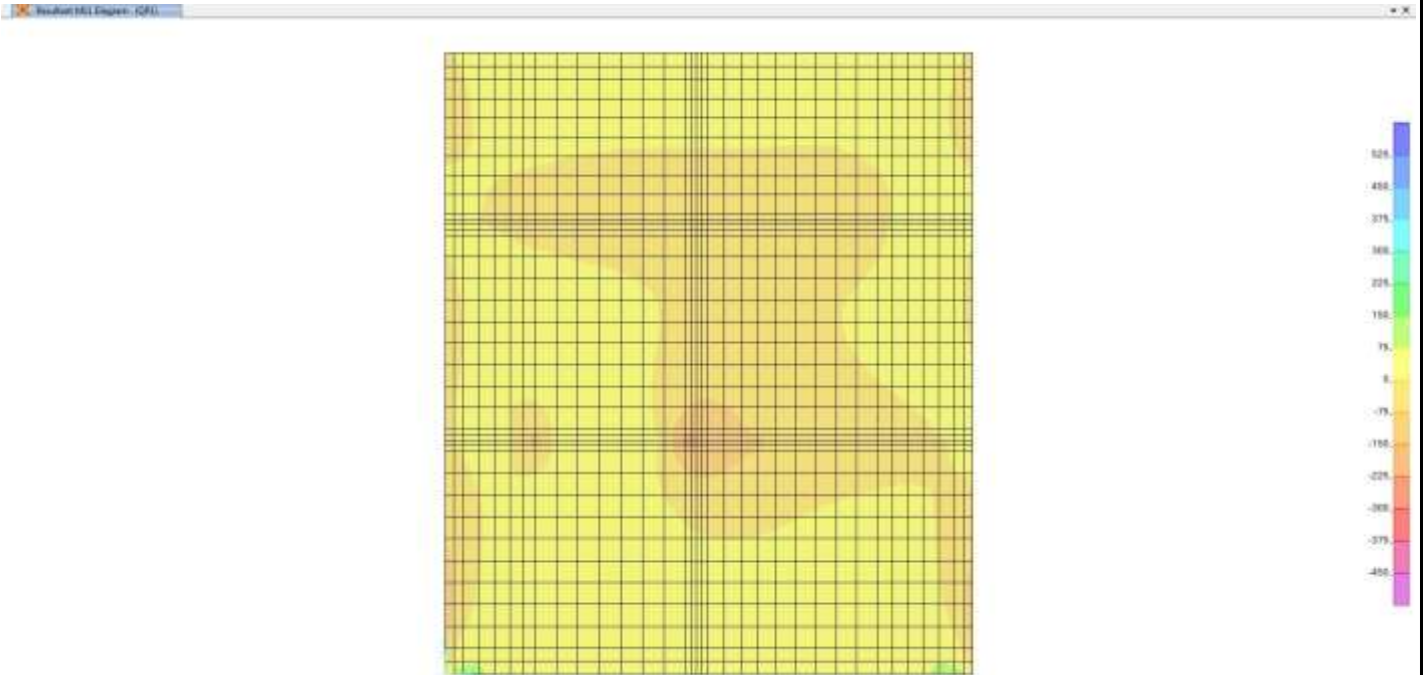
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

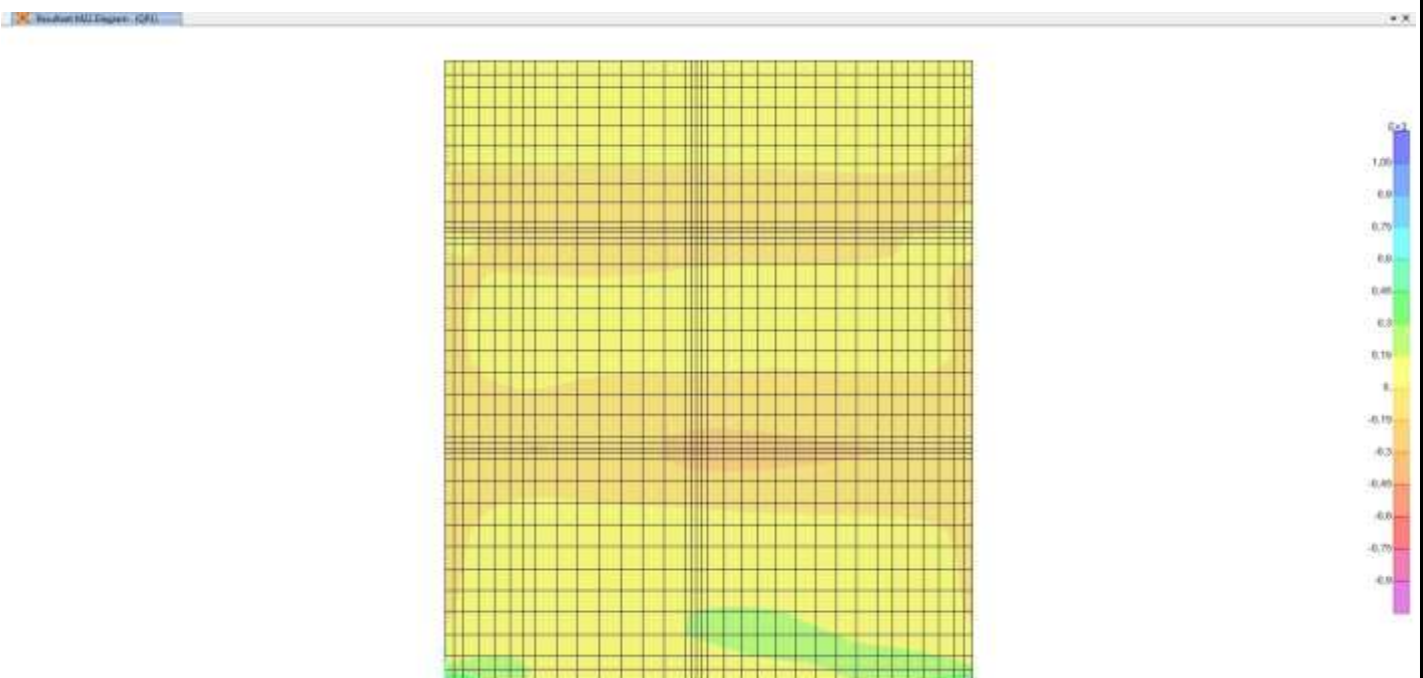
Foglio
85 di 183

10.3.2. *Inviluppi soletta carrabile 80cm*

10.3.2.1. Inviluppo QP – M11



10.3.2.2. Inviluppo QP – M22



Doc. N.

Progetto
INOR

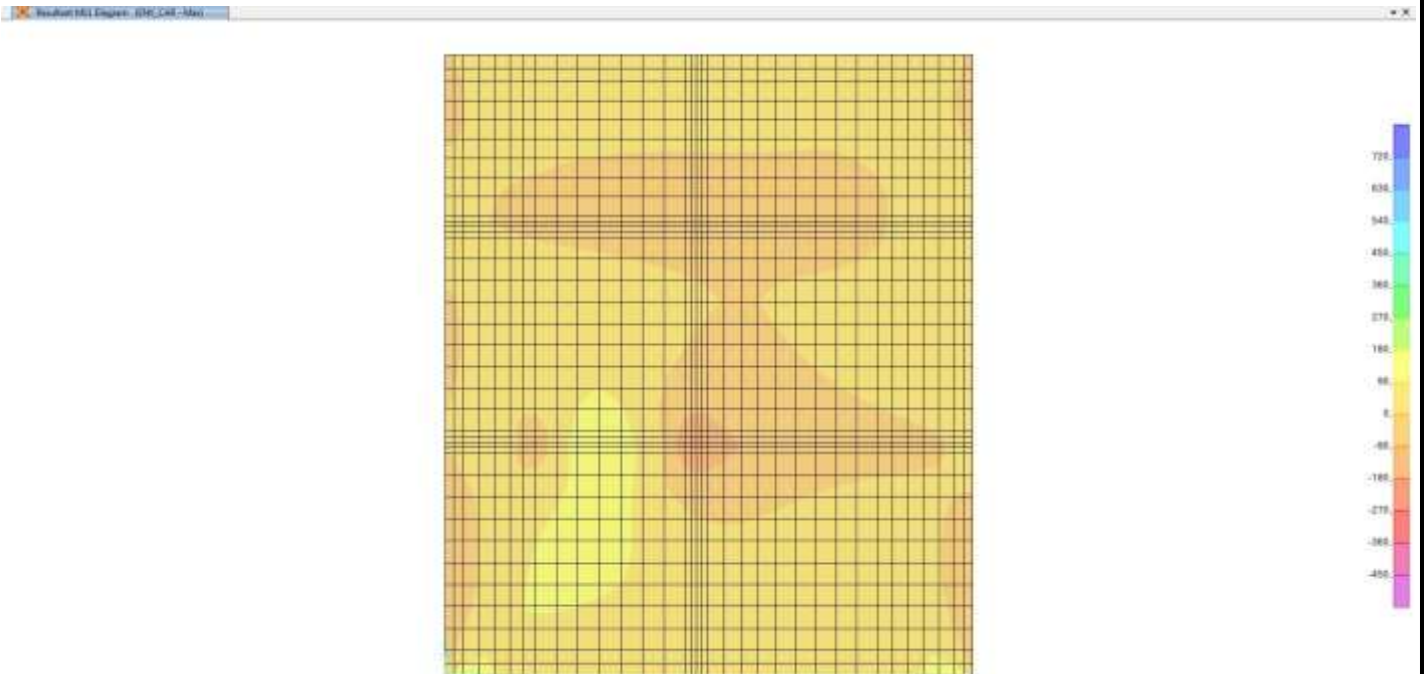
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

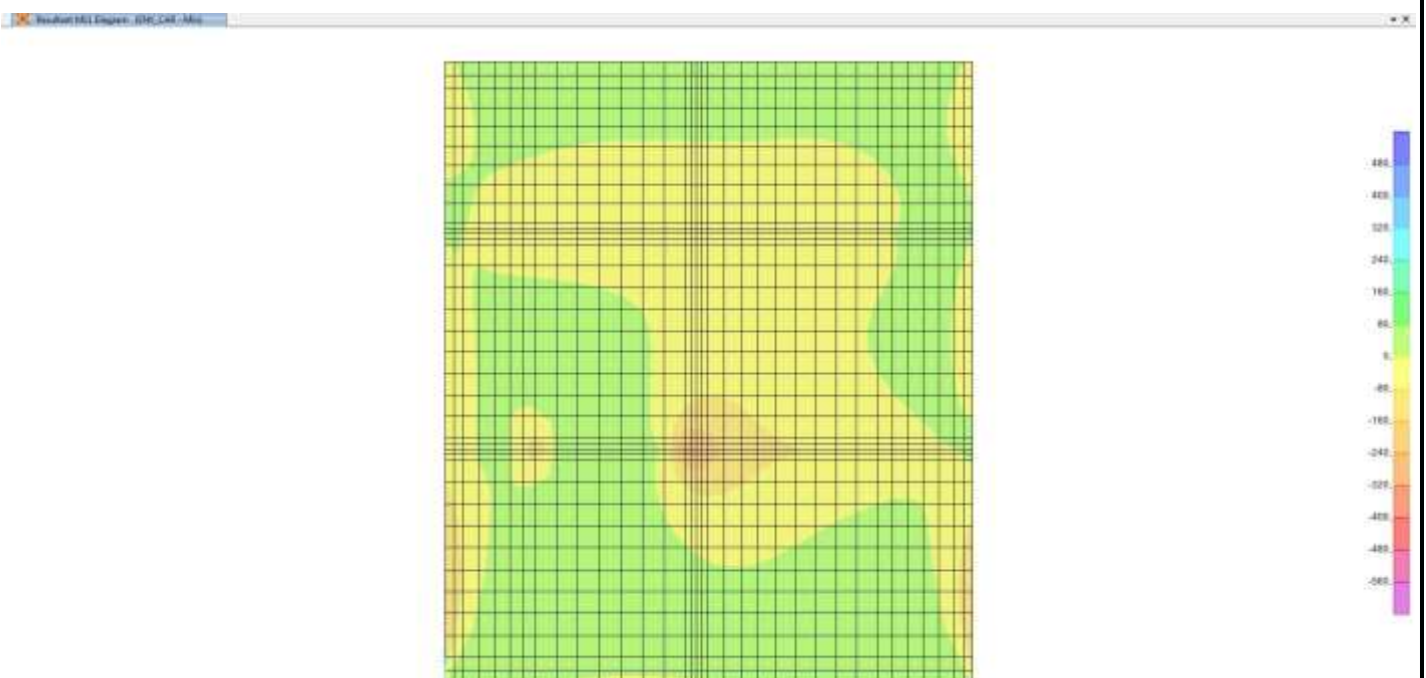
Rev.
A

Foglio
86 di 183

10.3.2.3. Inviluppo CAR – M11 – max



10.3.2.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

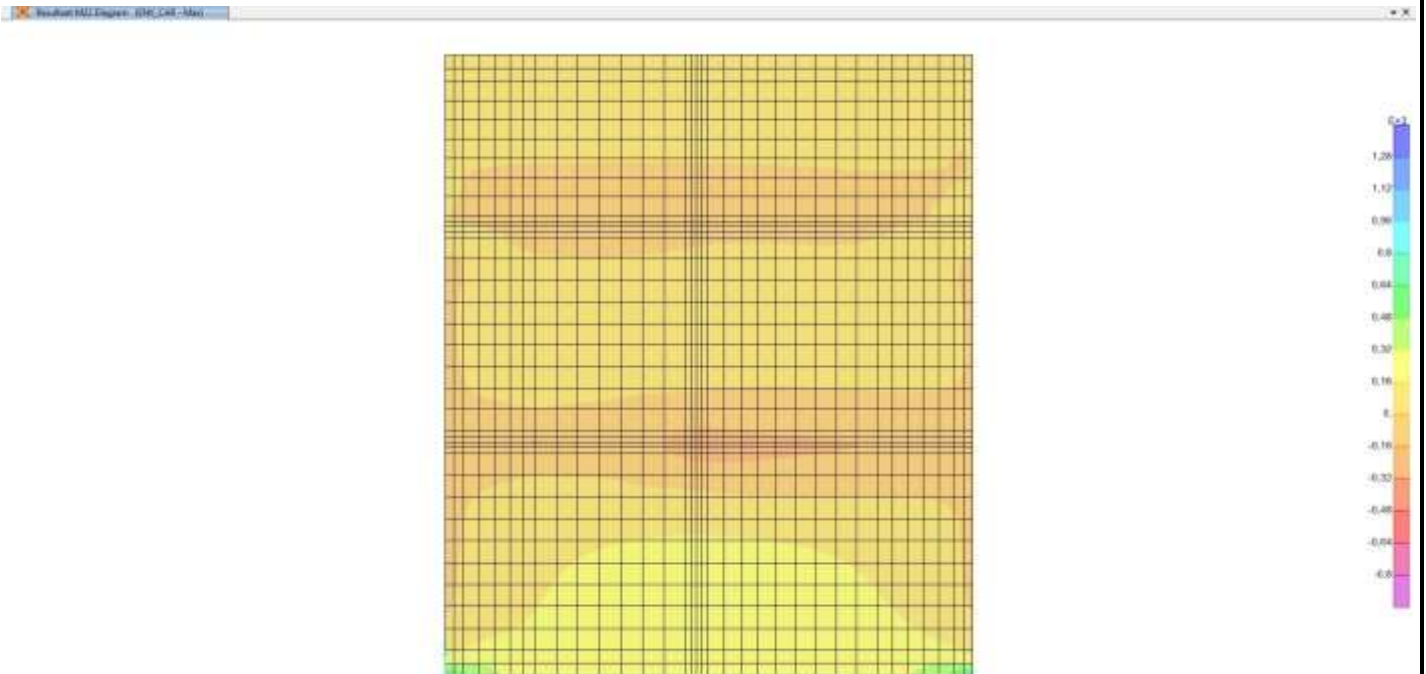
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

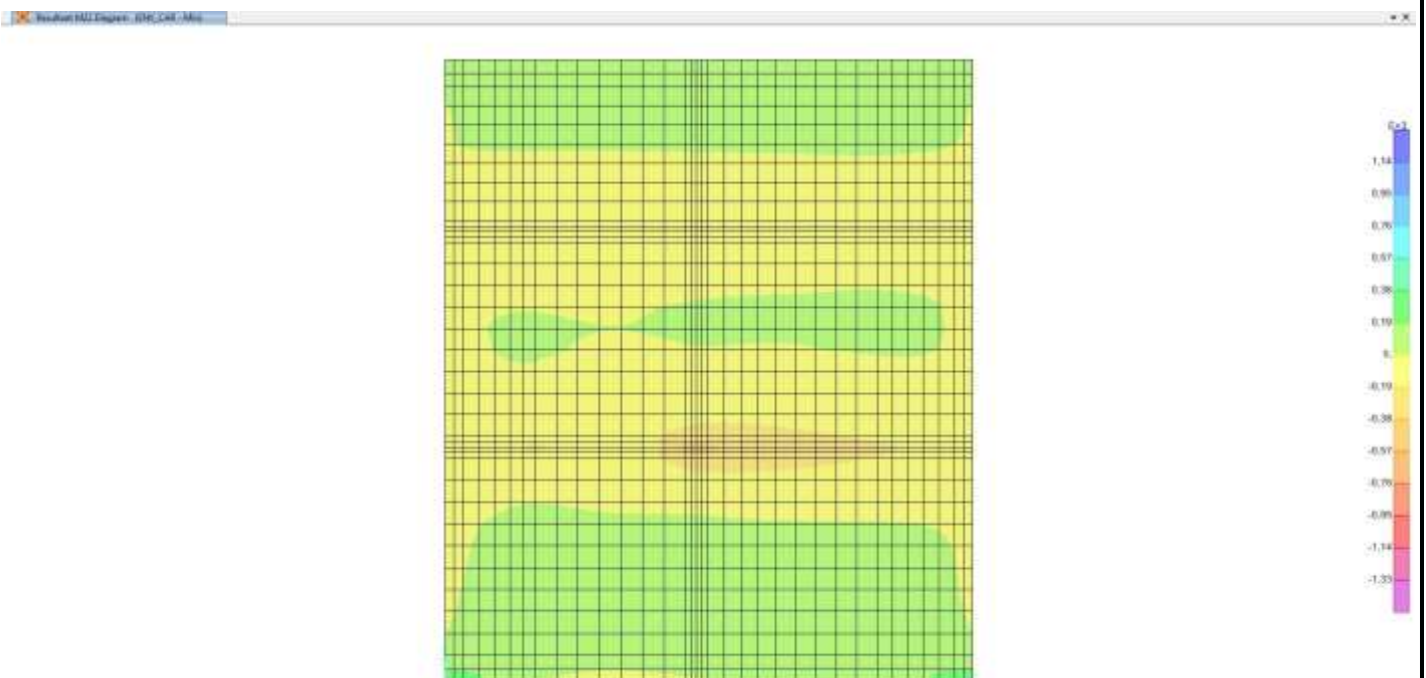
Rev.
A

Foglio
87 di 183

10.3.2.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.2.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

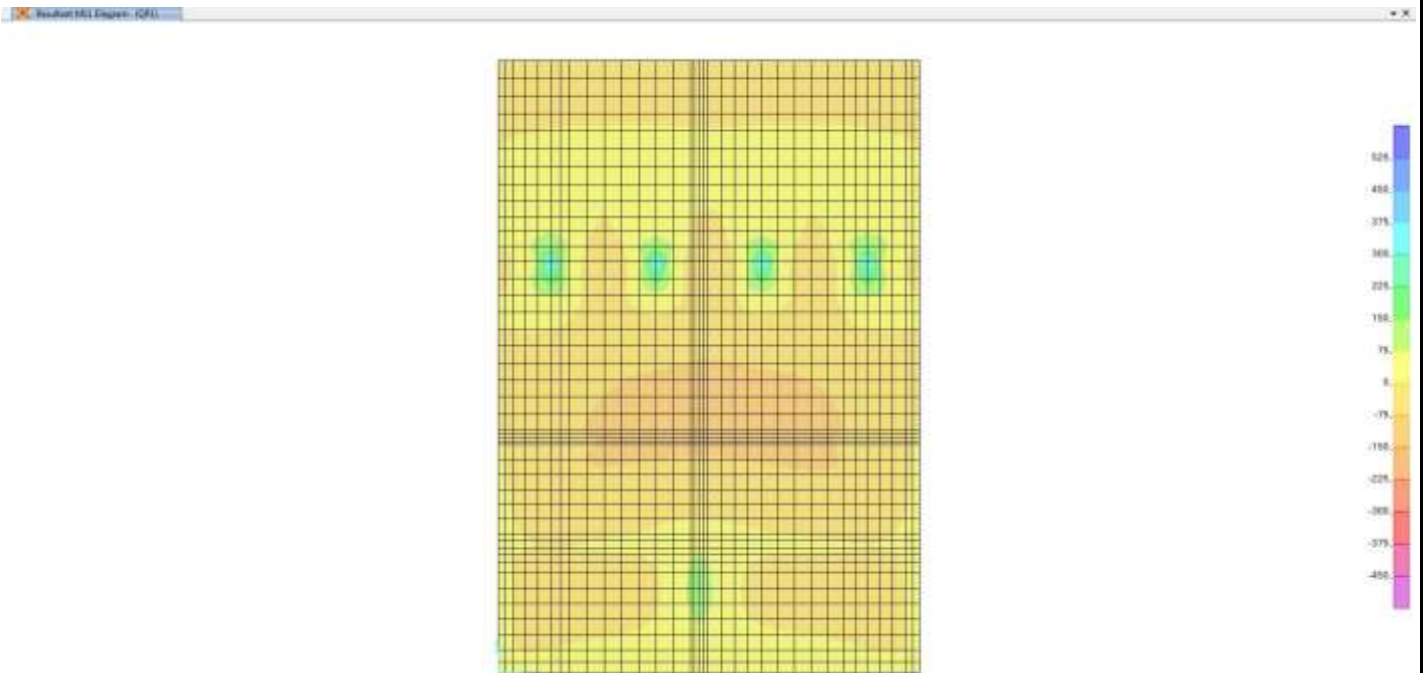
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

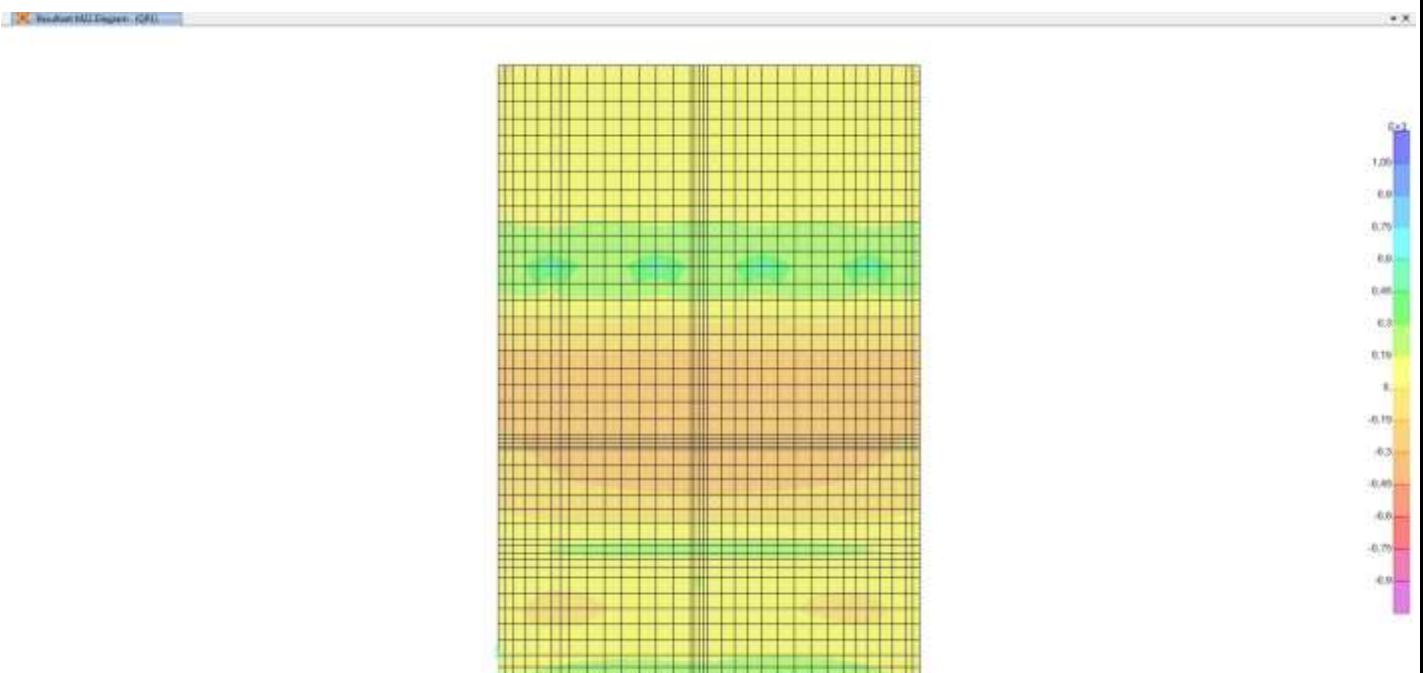
Foglio
88 di 183

10.3.3. Inviluppi parete est 120cm – 70cm

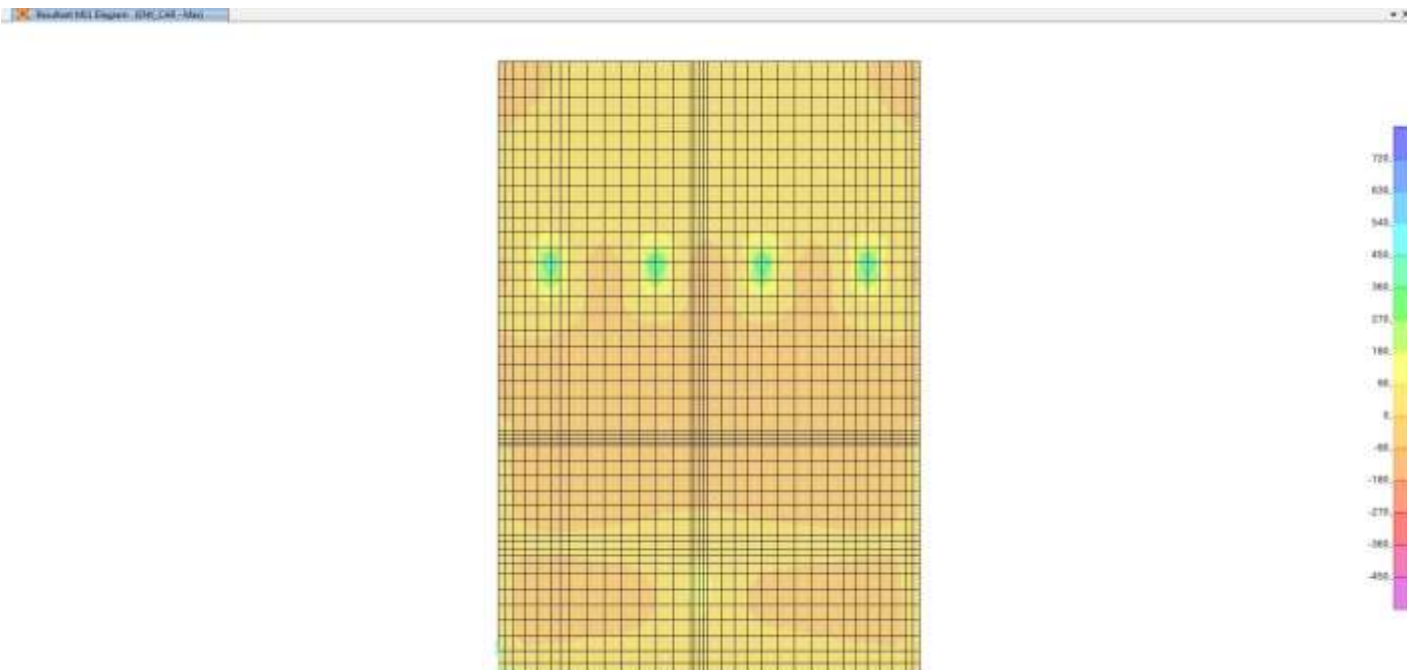
10.3.3.1. Inviluppo QP – M11



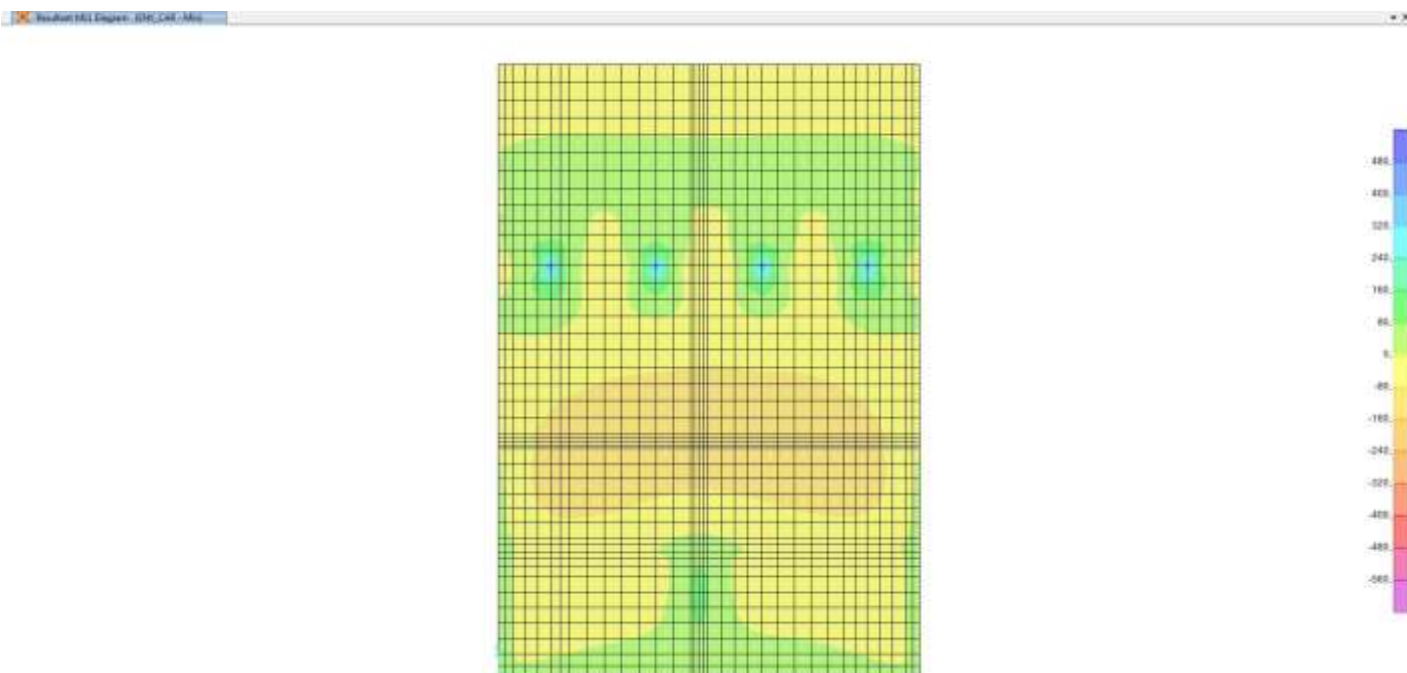
10.3.3.2. Inviluppo QP – M22



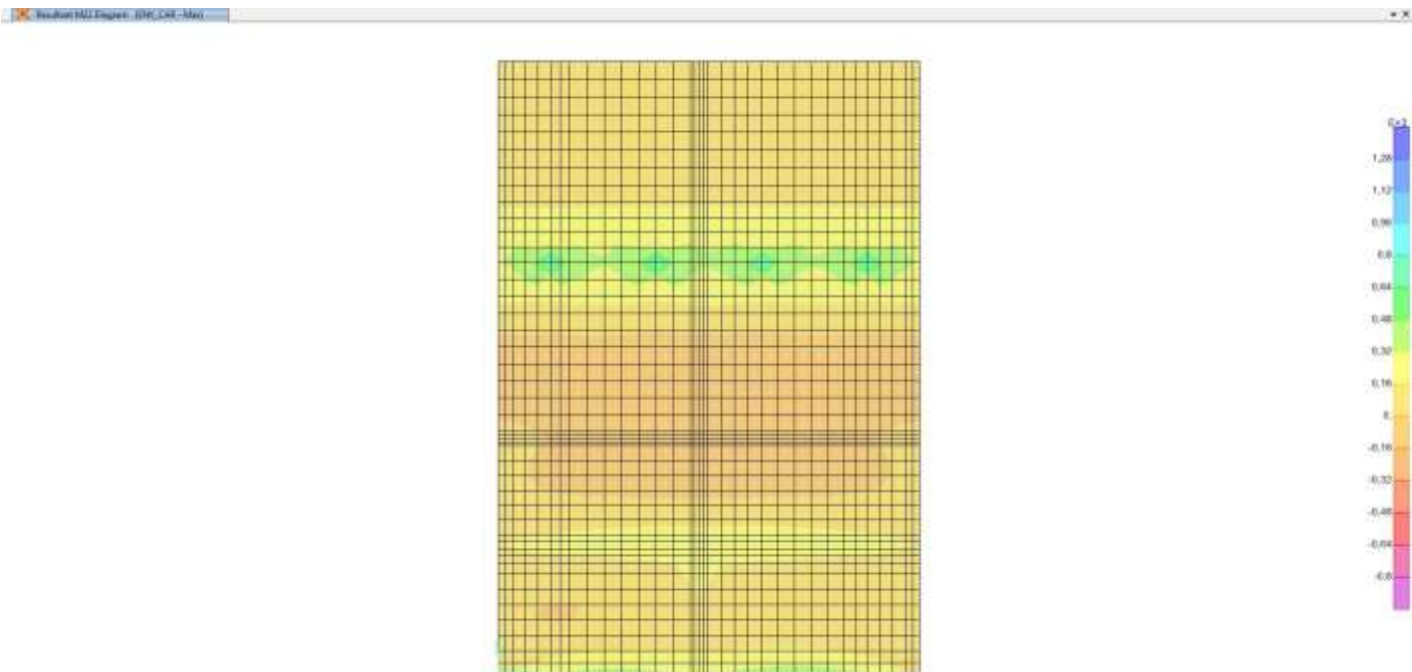
10.3.3.3. Inviluppo CAR – M11 – max



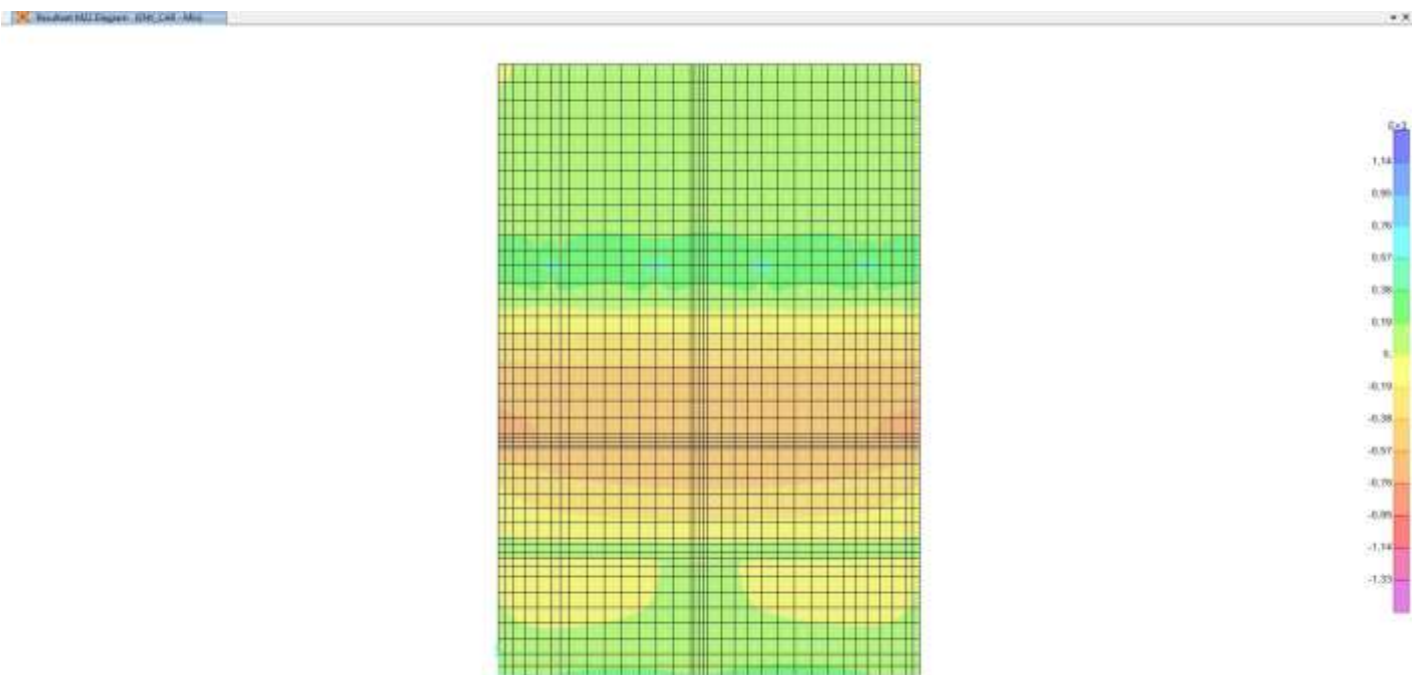
10.3.3.4. Inviluppo CAR – M11 – min



10.3.3.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.3.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

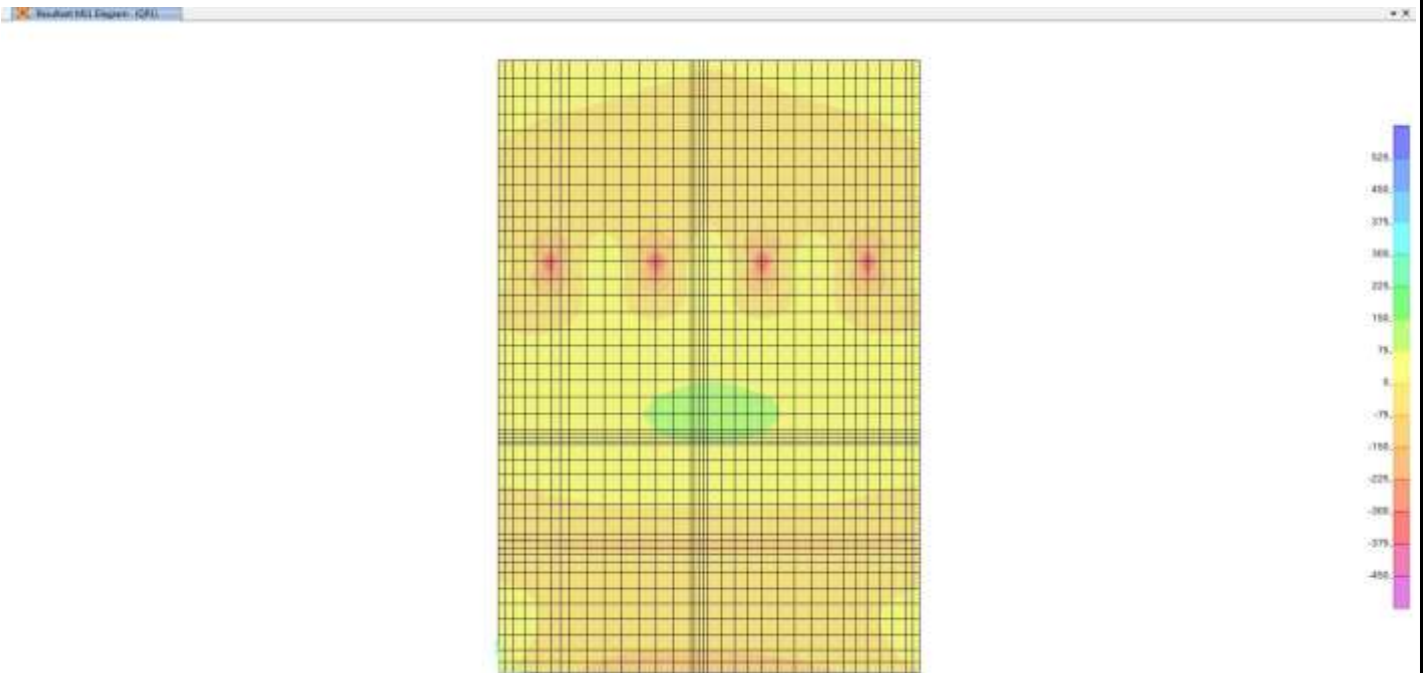
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

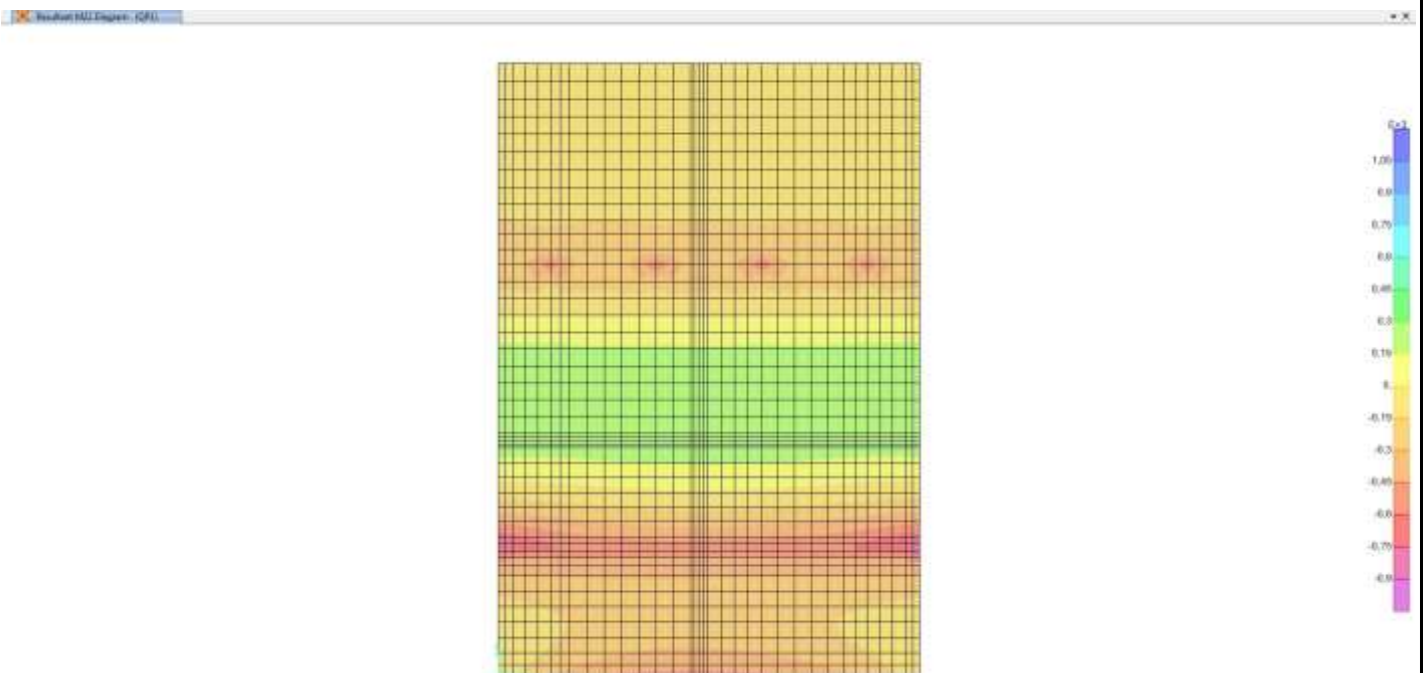
Foglio
91 di 183

10.3.4. Involuppi parete ovest 120cm – 70cm

10.3.4.1. Involuppo QP – M11



10.3.4.2. Involuppo QP – M22



Doc. N.

Progetto
INOR

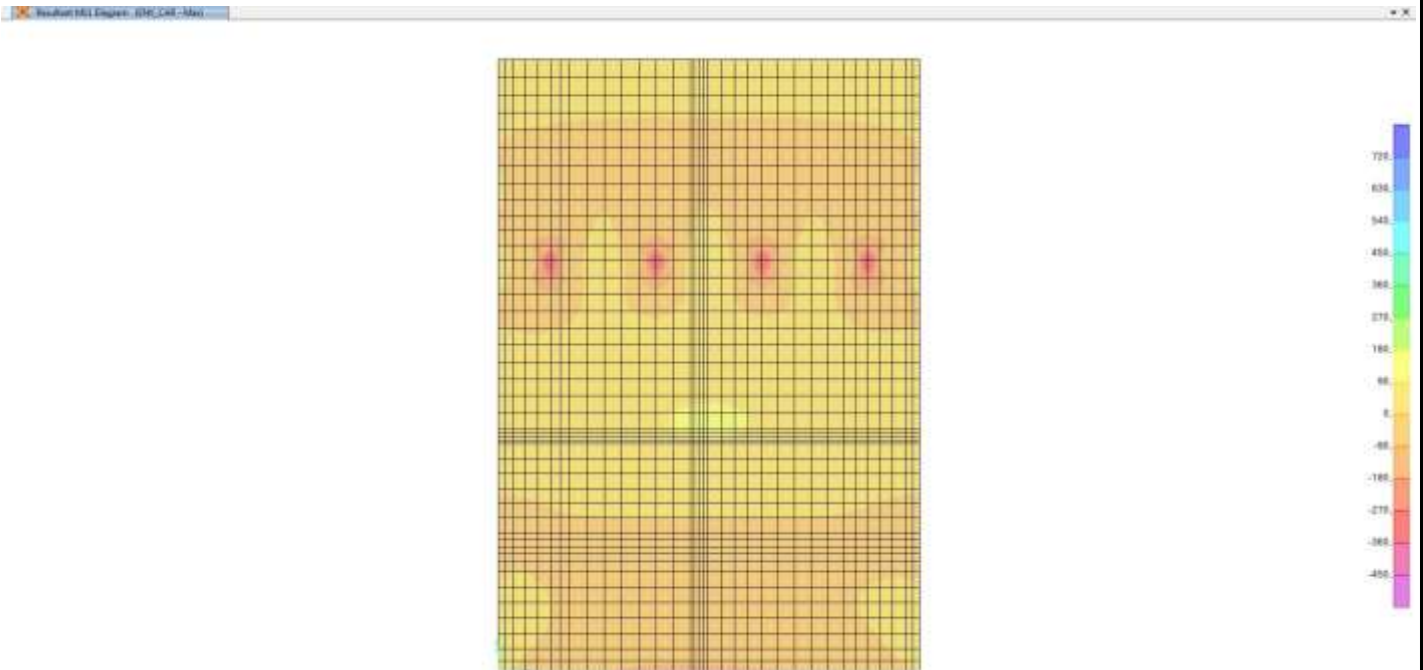
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

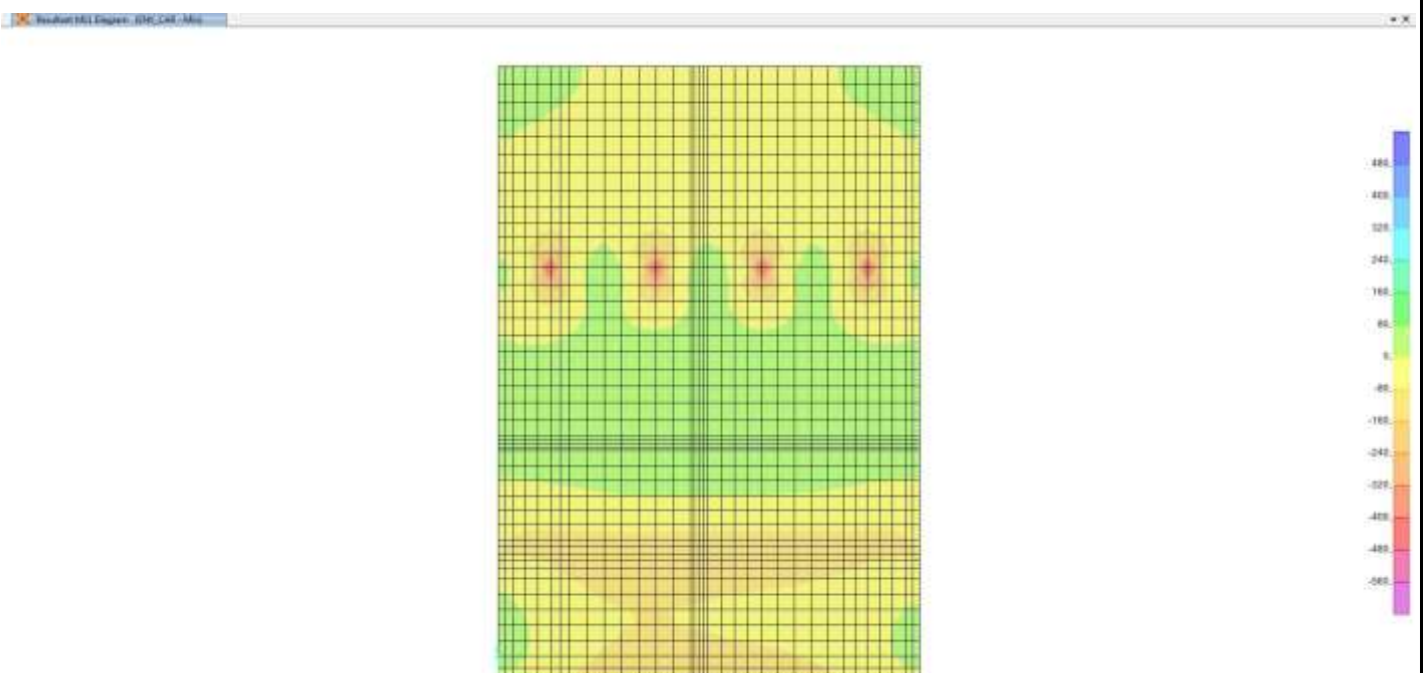
Rev.
A

Foglio
92 di 183

10.3.4.3. Inviluppo CAR – M11 – max



10.3.4.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

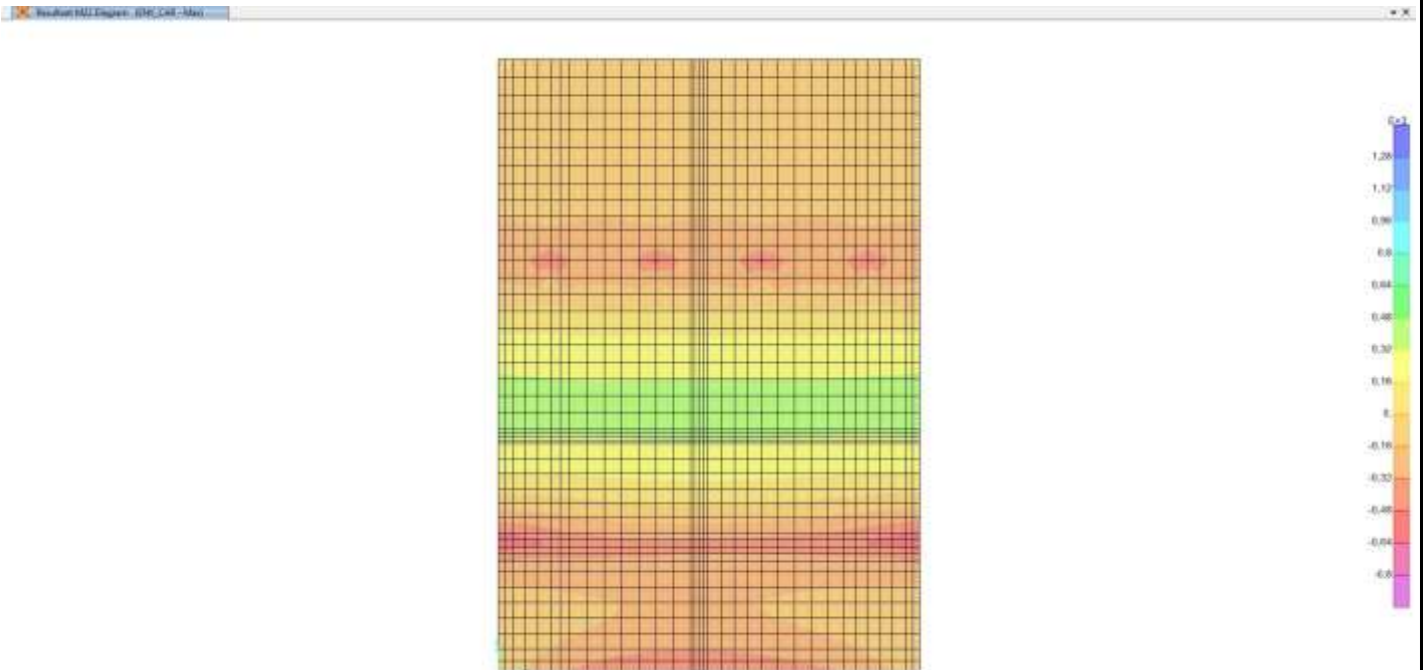
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

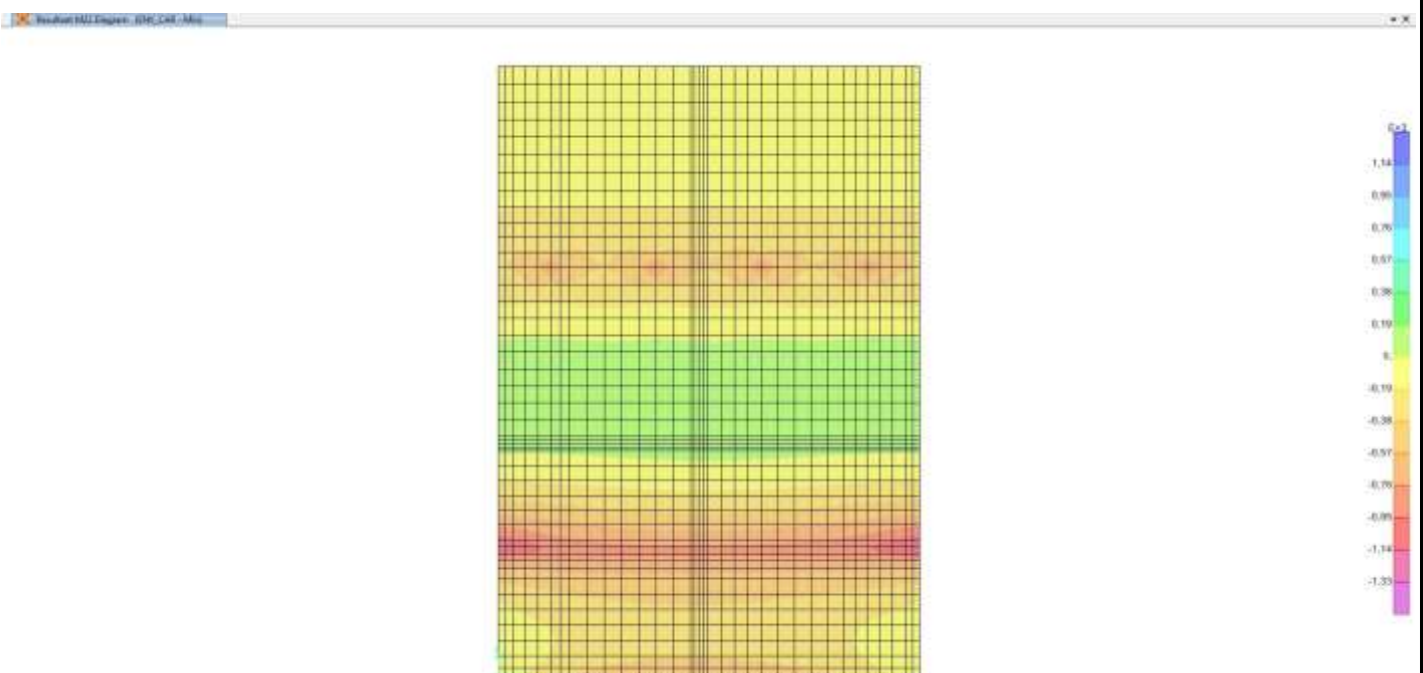
Rev.
A

Foglio
93 di 183

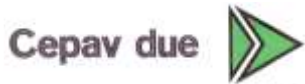
10.3.4.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.4.6. Inviluppo CAR – M22 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

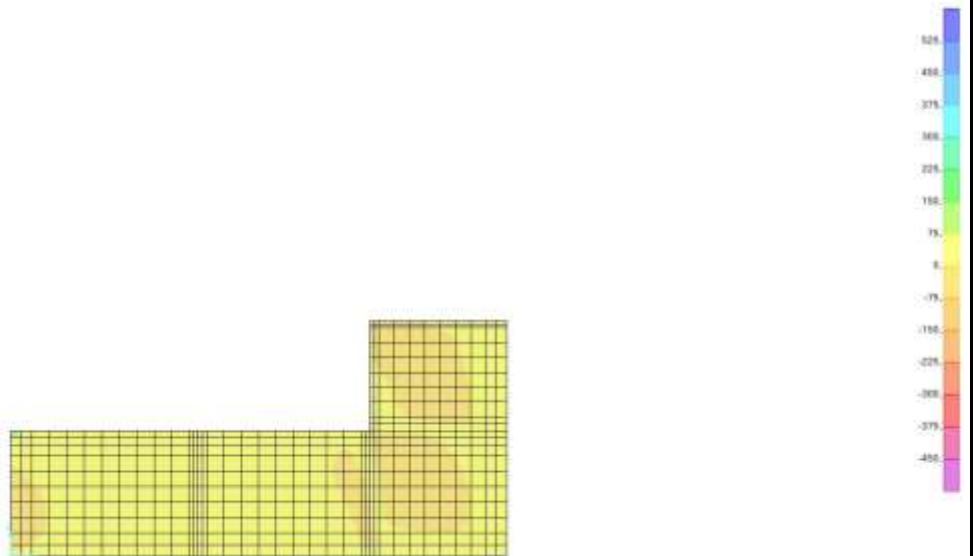
Rev.
A

Foglio
94 di 183

10.3.5. *Inviluppi parete nord 80cm*

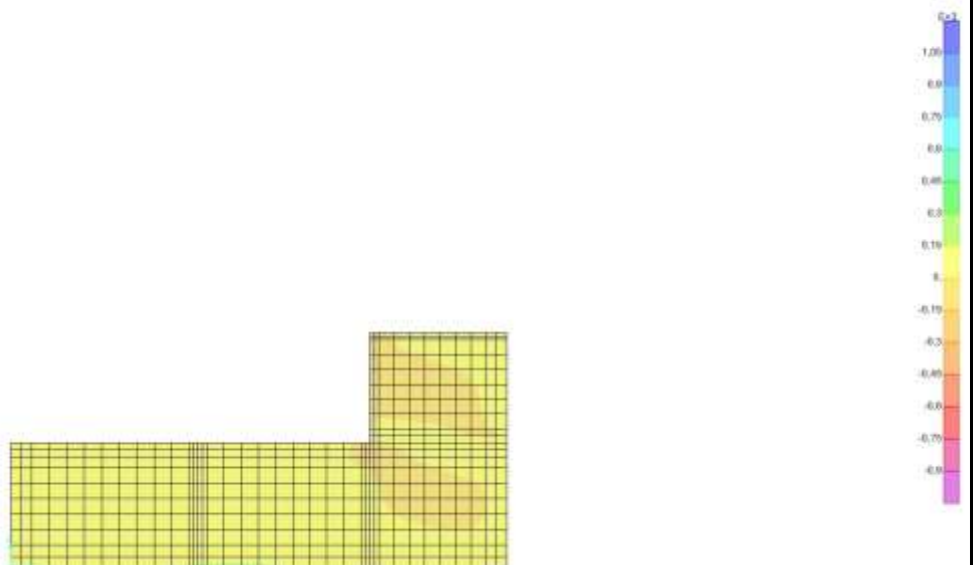
10.3.5.1. Inviluppo QP – M11

Profilo M11 Involuppo - QP11



10.3.5.2. Inviluppo QP – M22

Profilo M22 Involuppo - QP11



Doc. N.

Progetto
INOR

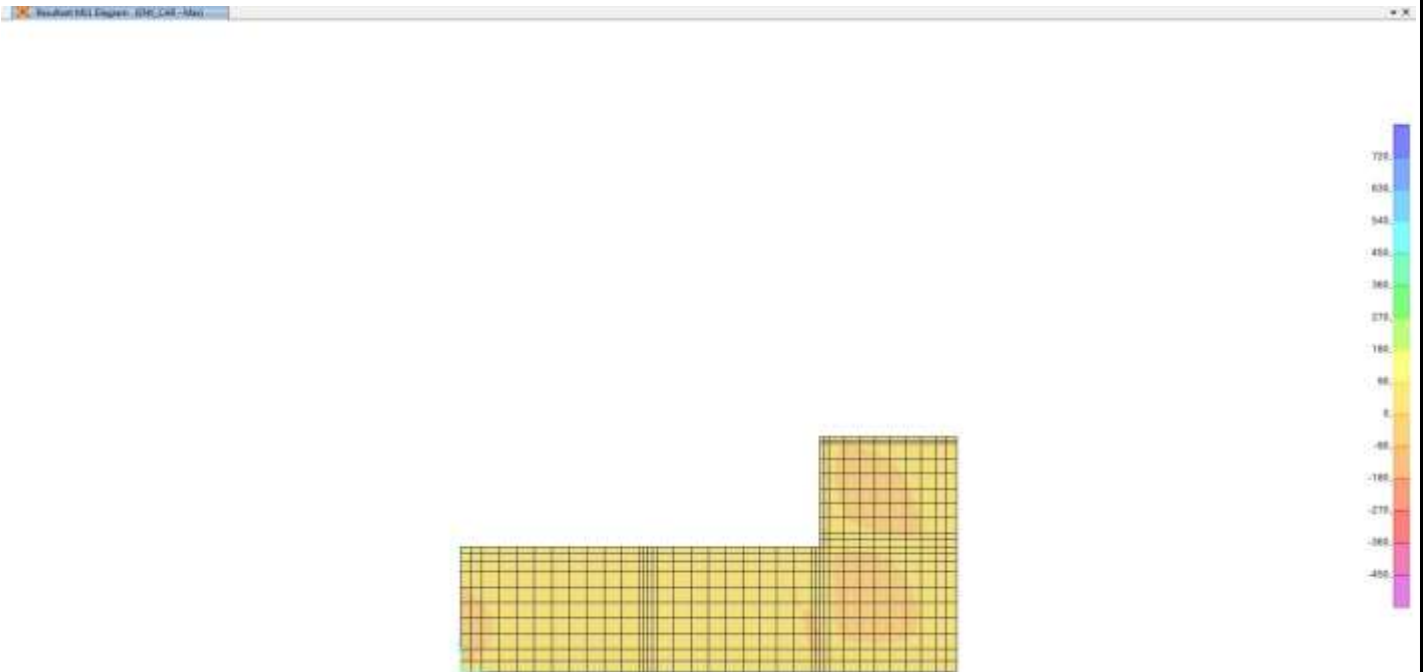
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

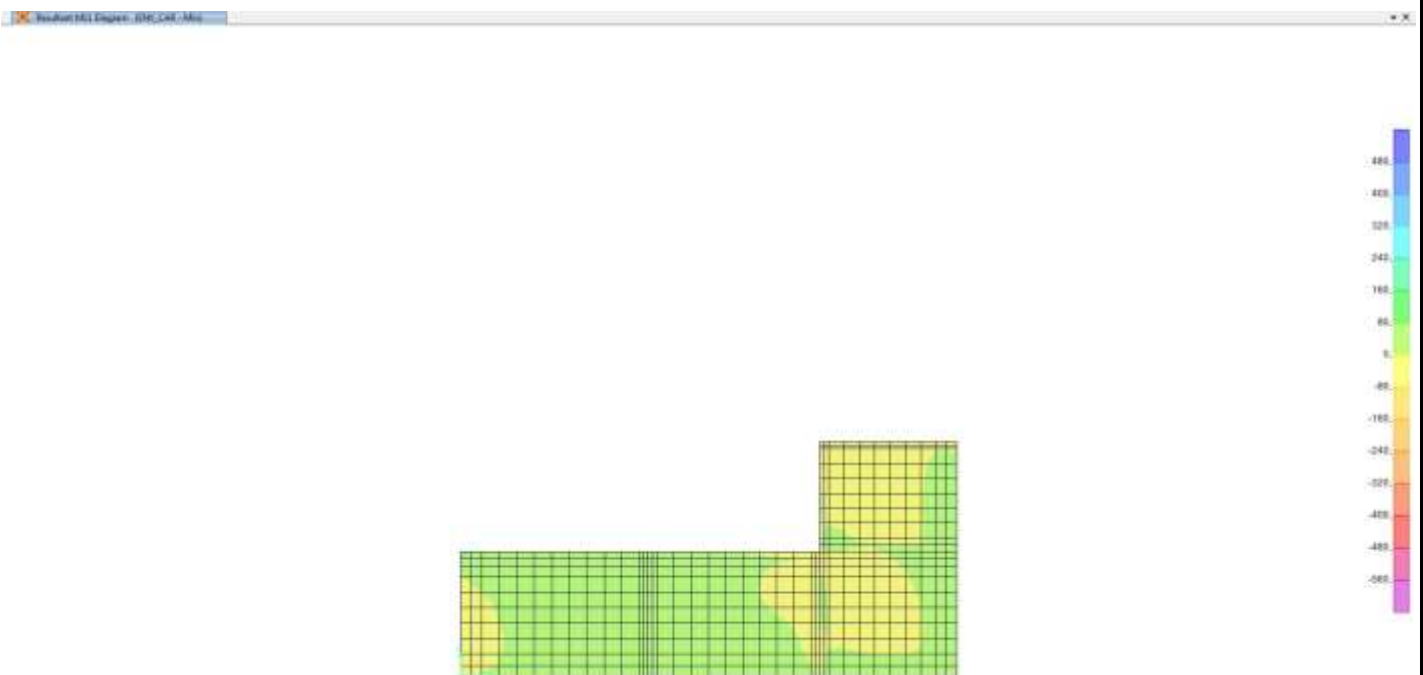
Rev.
A

Foglio
95 di 183

10.3.5.3. Inviluppo CAR – M11 – max



10.3.5.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

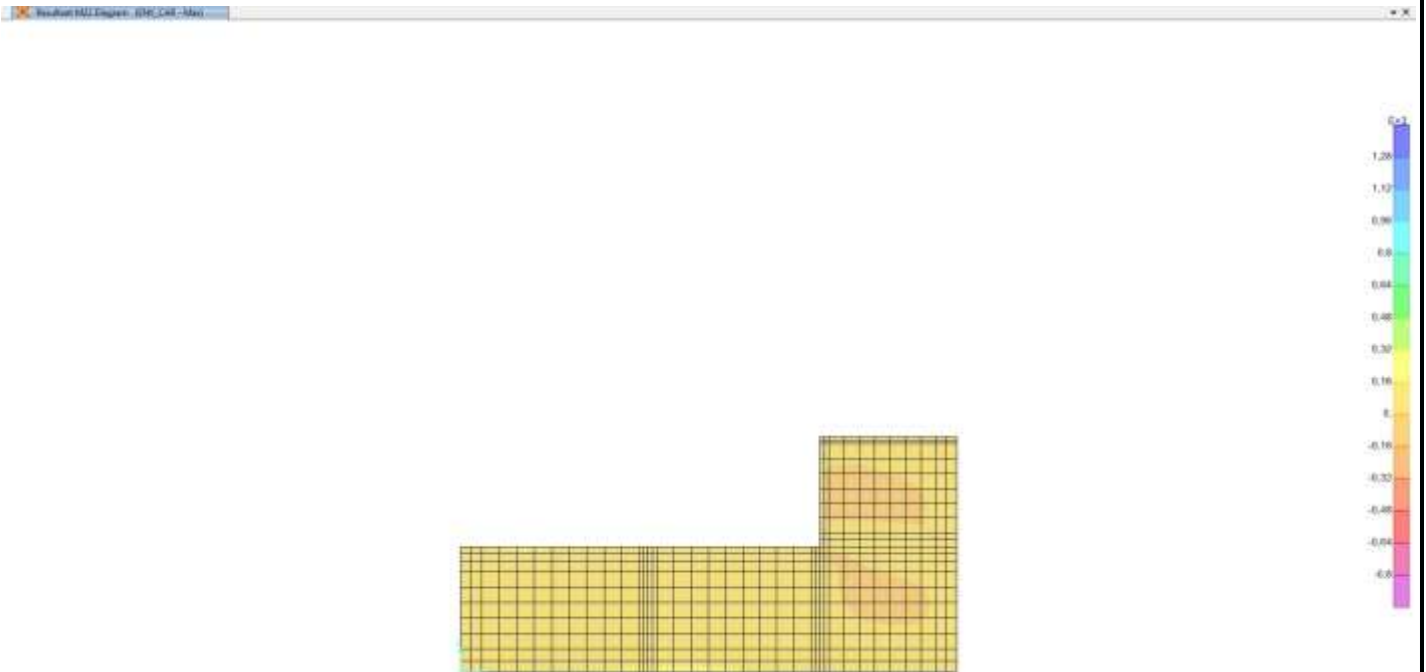
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

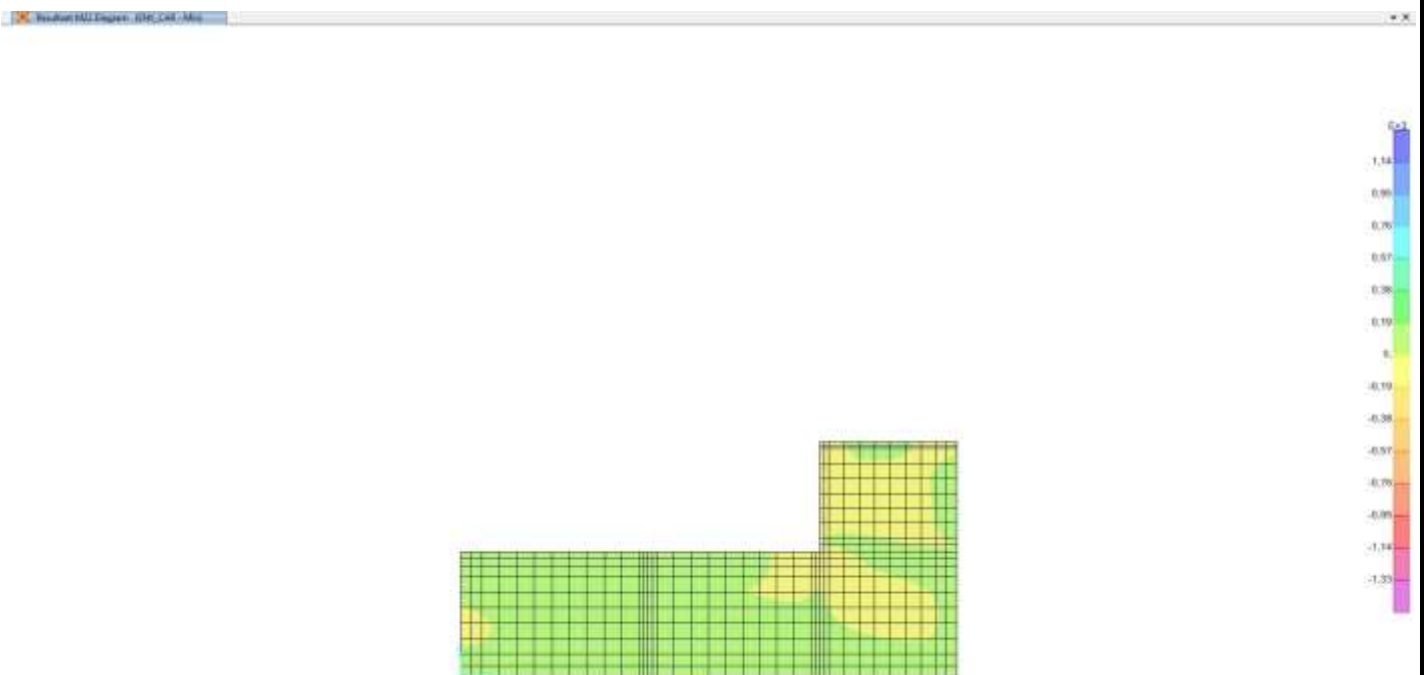
Rev.
A

Foglio
96 di 183

10.3.5.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.5.6. Inviluppo CAR – M22 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

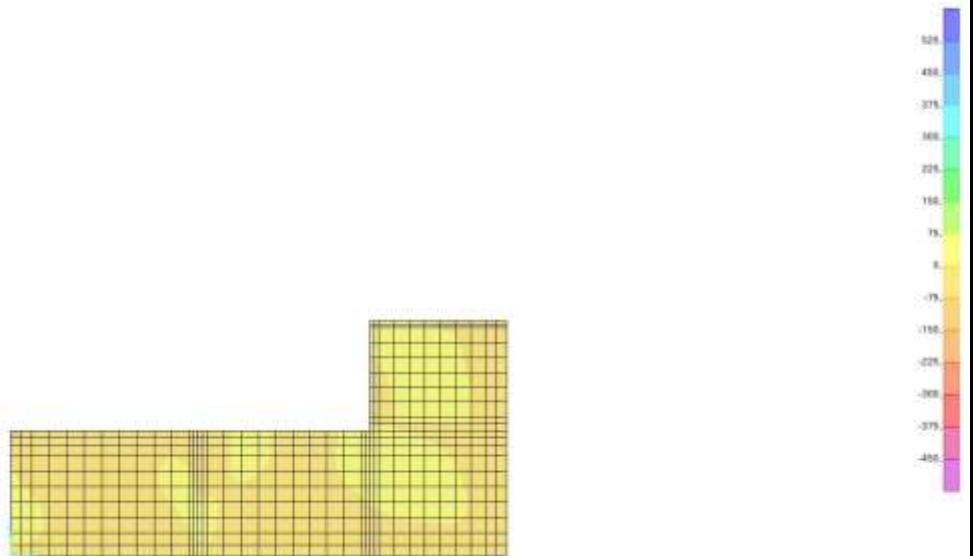
Rev.
A

Foglio
97 di 183

10.3.6. *Inviluppi parete sud 80cm*

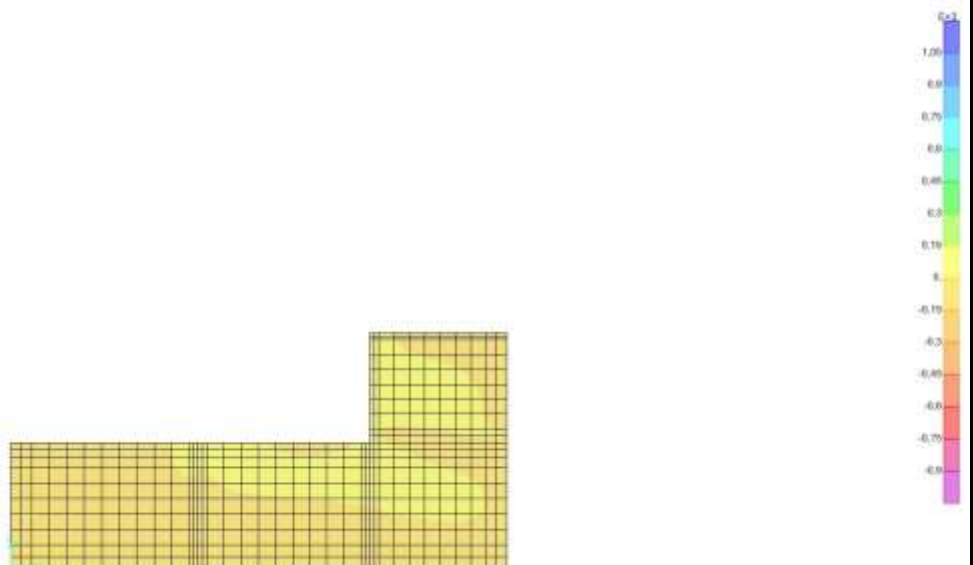
10.3.6.1. Inviluppo QP – M11

Product M11 Engen - QP11

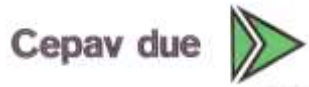


10.3.6.2. Inviluppo QP – M22

Product M22 Engen - QP11



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

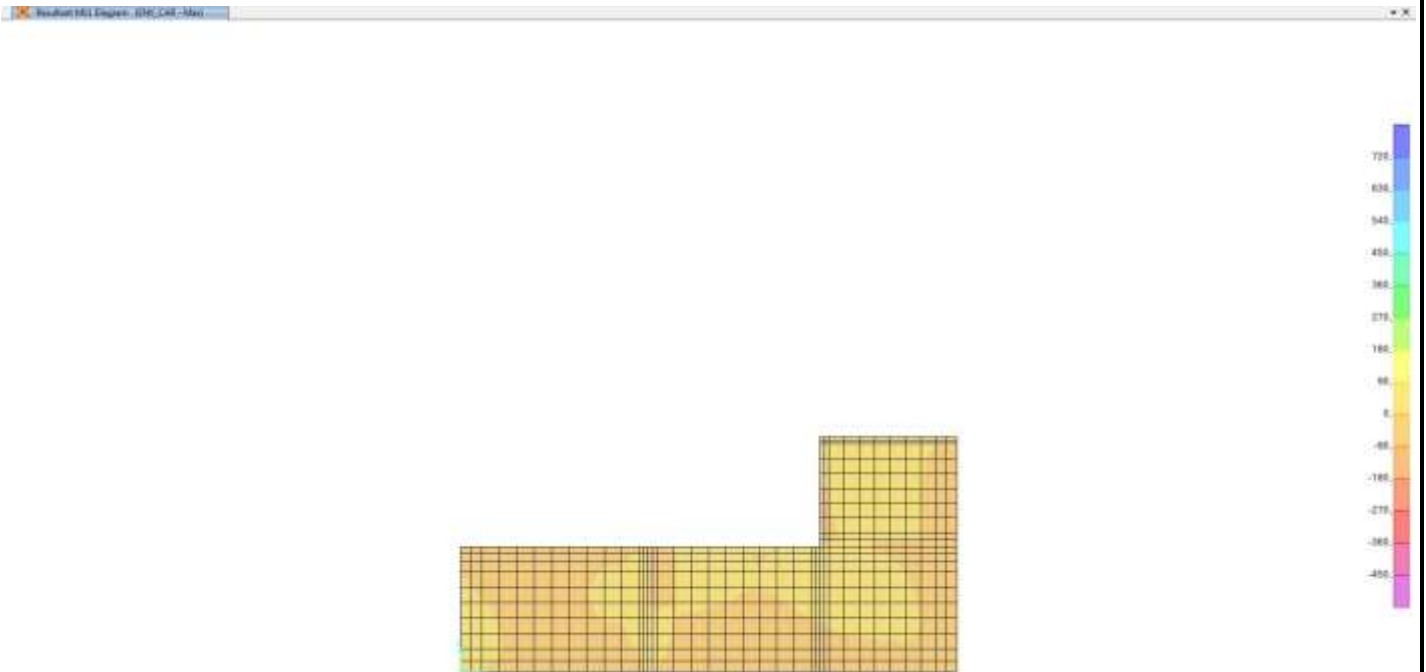
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

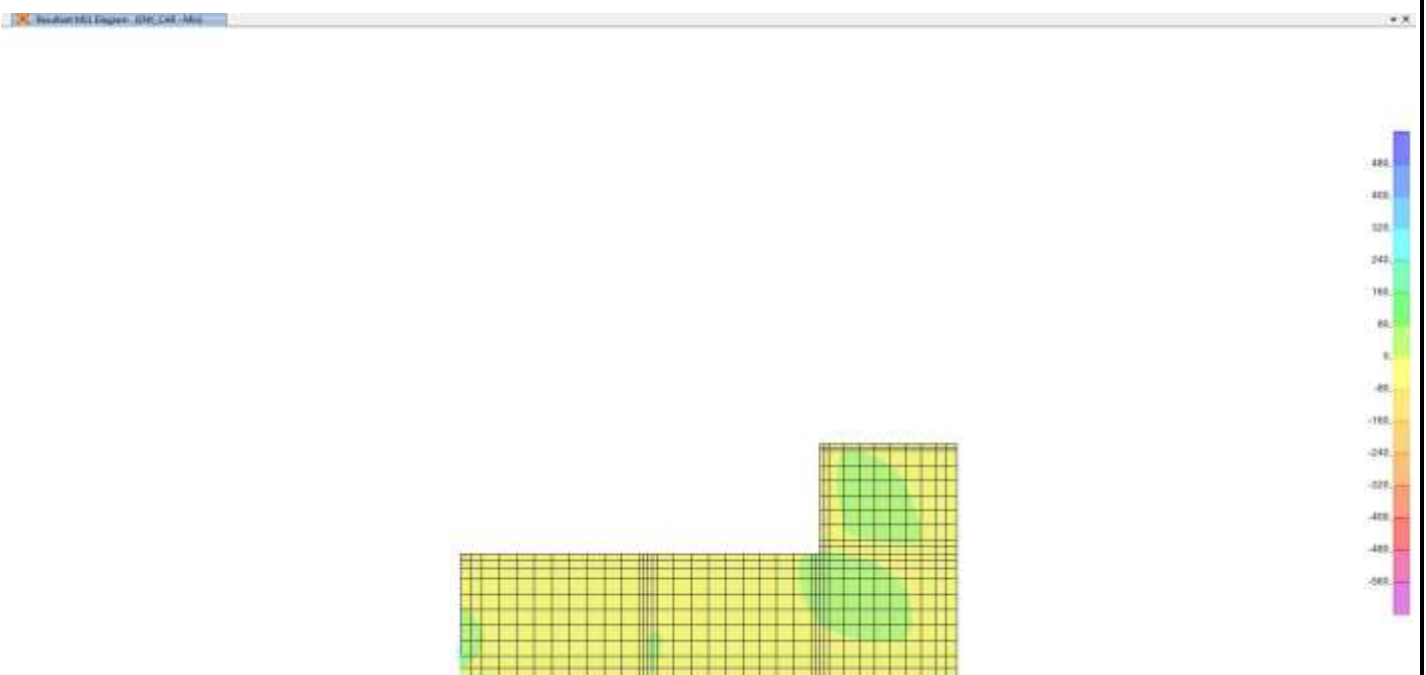
Rev.
A

Foglio
98 di 183

10.3.6.3. Inviluppo CAR – M11 – max



10.3.6.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

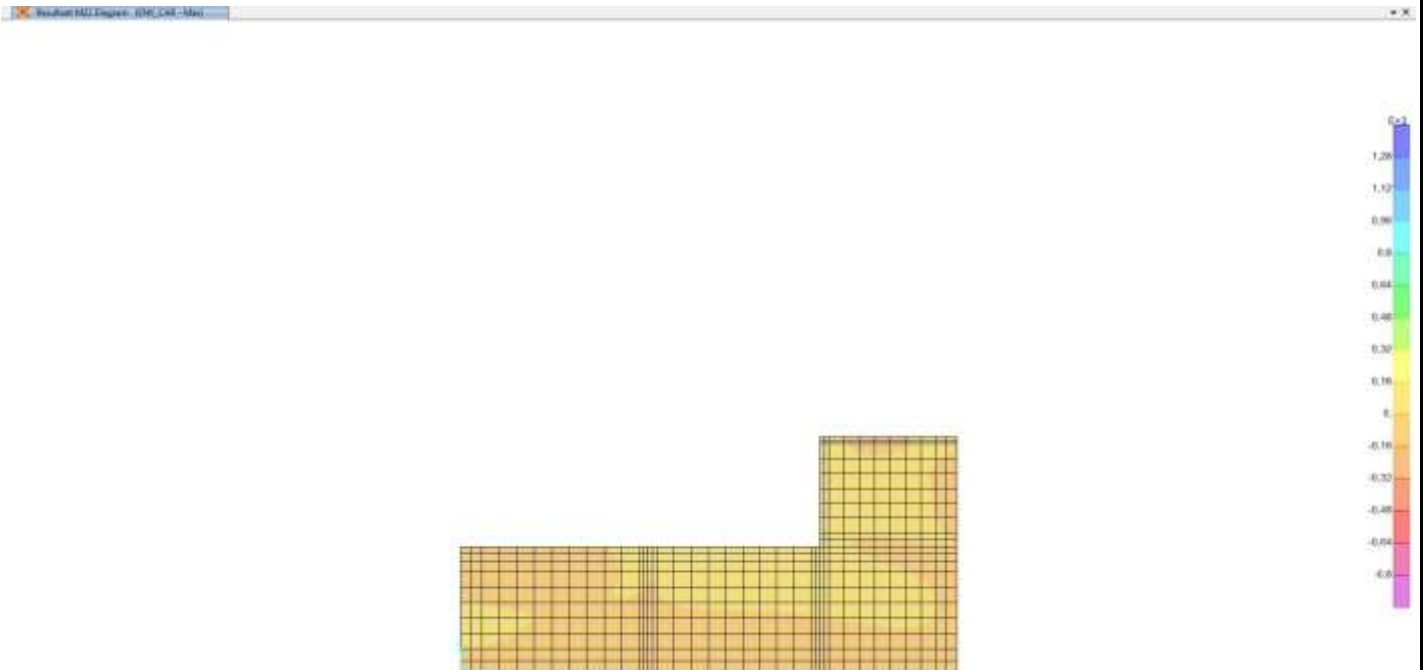
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

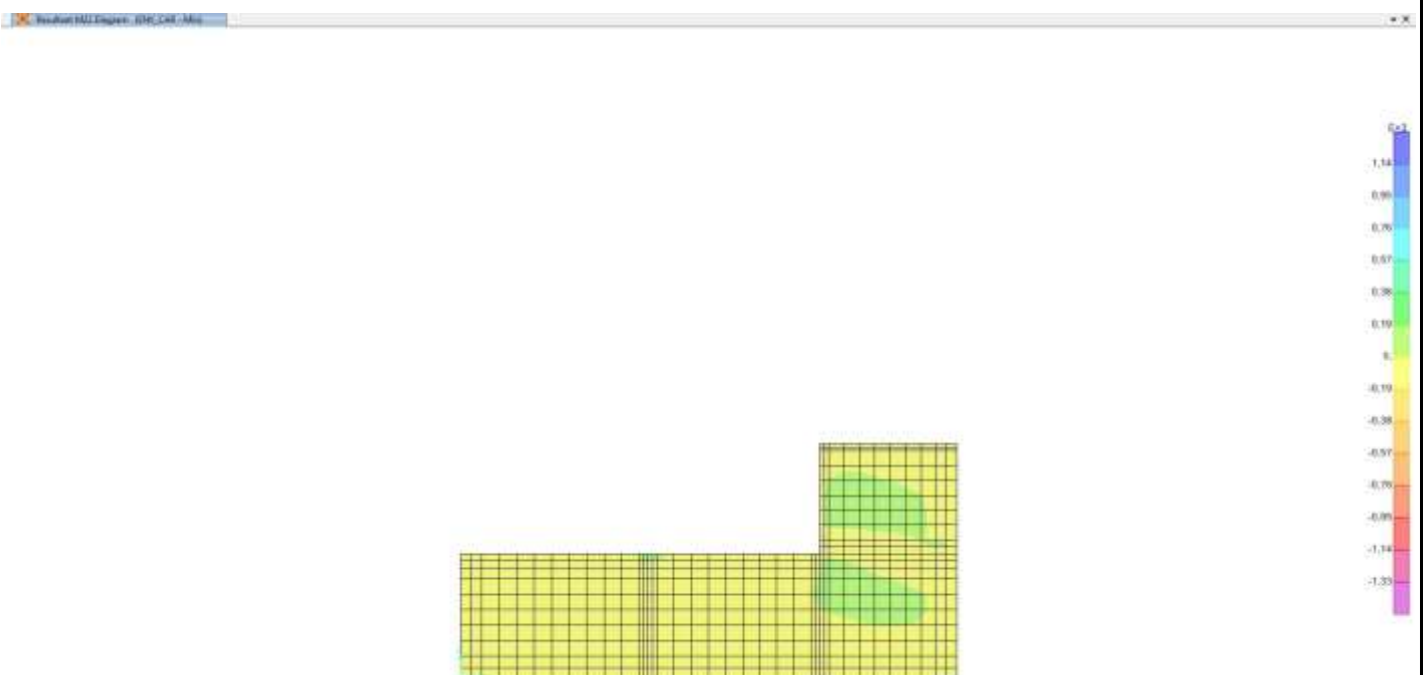
Rev.
A

Foglio
99 di 183

10.3.6.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.6.6. Inviluppo CAR – M22 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

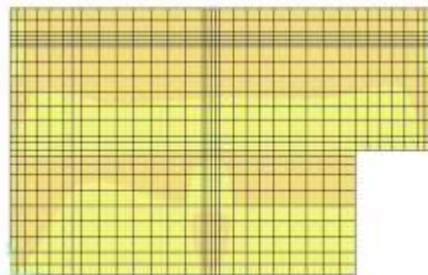
Rev.
A

Foglio
100 di 183

10.3.7. Involuppi parete interna 50cm

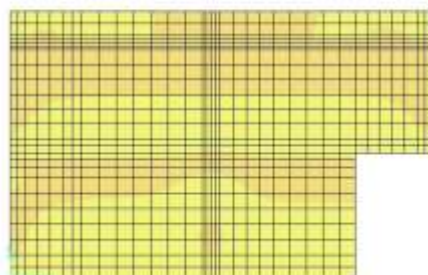
10.3.7.1. Involuppo QP – M11

Product MLL Engen - rGPU



10.3.7.2. Involuppo QP – M22

Product MLL Engen - rGPU



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

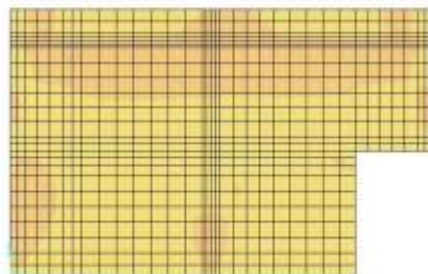
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
101 di 183

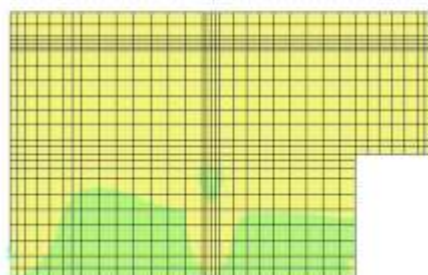
10.3.7.3. Inviluppo CAR – M11 – max

Profilo M11 Diagram - EME_CAR - Max



10.3.7.4. Inviluppo CAR – M11 – min

Profilo M11 Diagram - EME_CAR - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

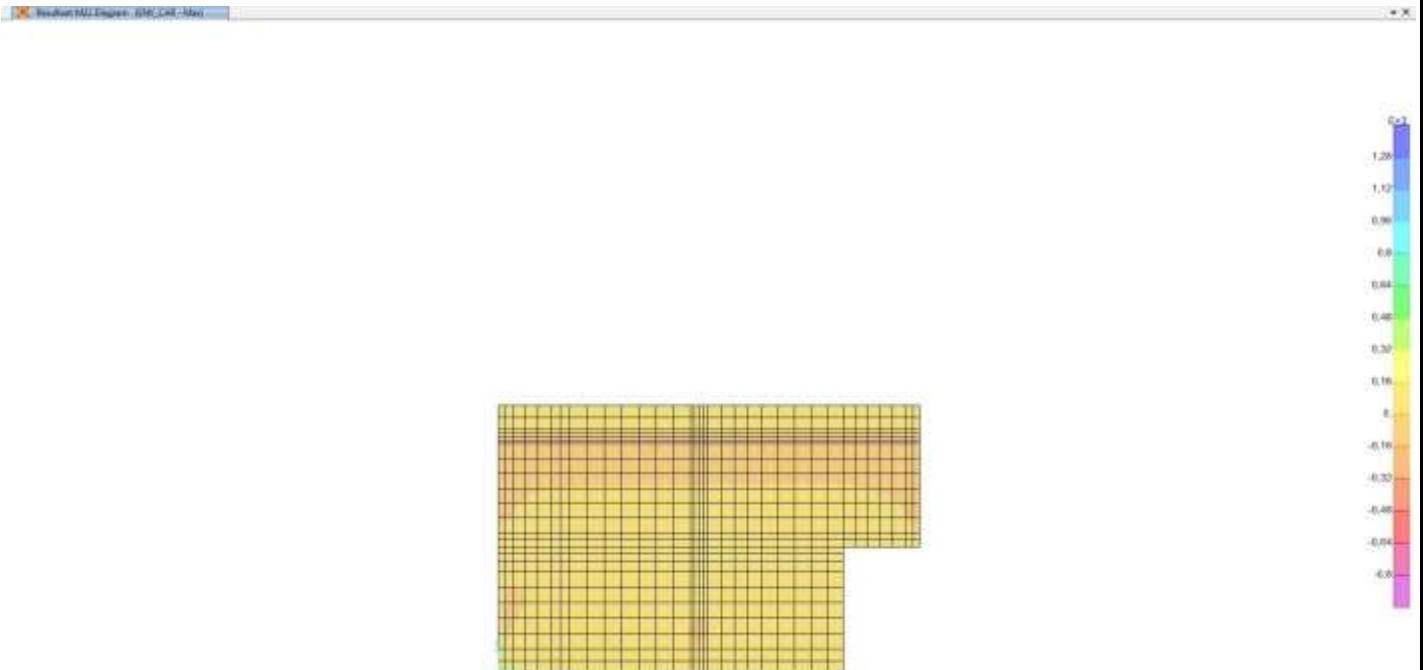
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

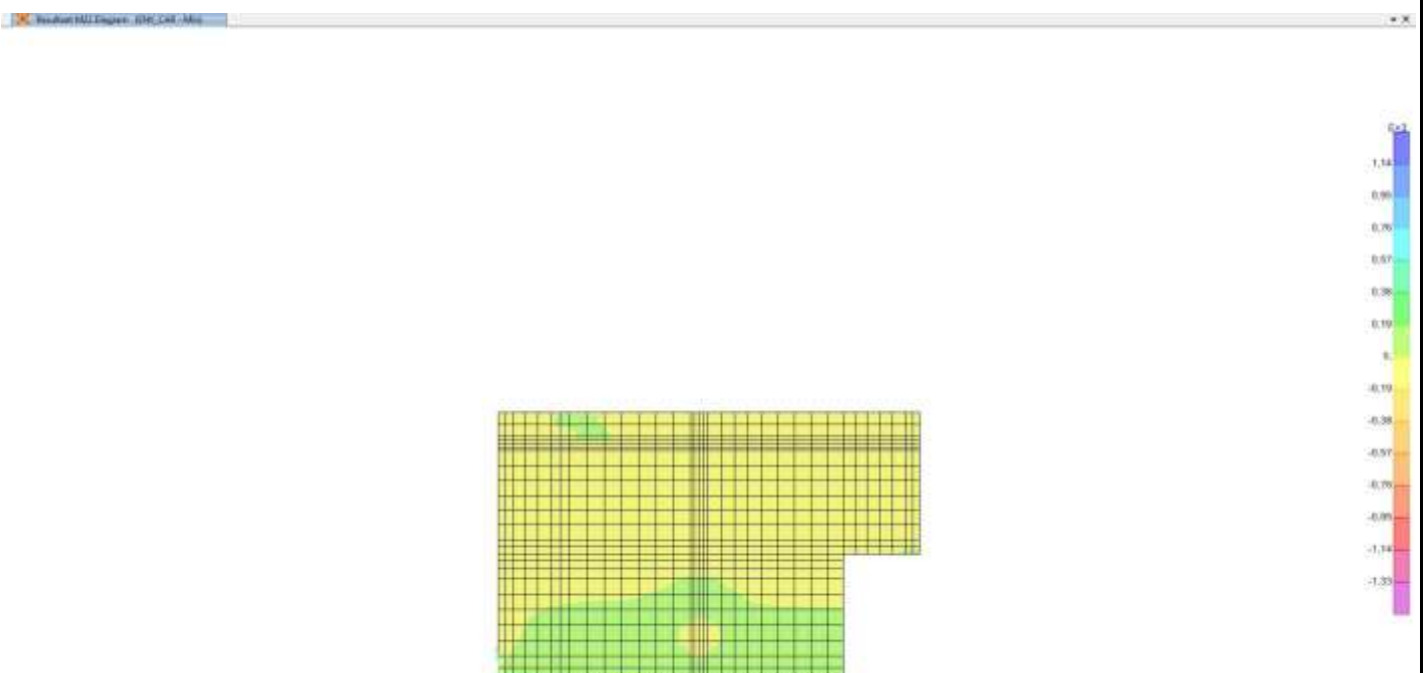
Rev.
A

Foglio
102 di 183

10.3.7.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.7.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

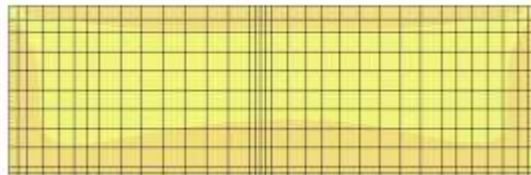
Rev.
A

Foglio
103 di 183

10.3.8. Involuppi soletta superiore 40cm

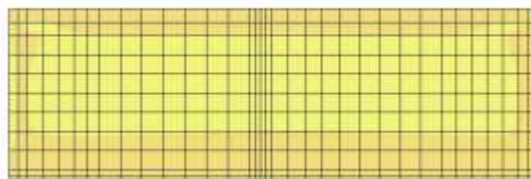
10.3.8.1. Involuppo QP – M11

Results M11 Engen - QP11



10.3.8.2. Involuppo QP – M22

Results M22 Engen - QP11



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

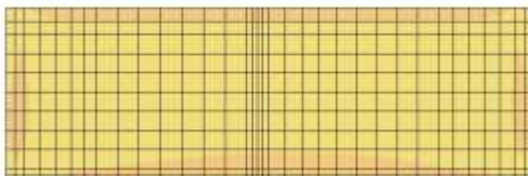
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
104 di 183

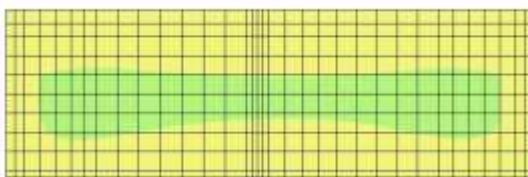
10.3.8.3. Inviluppo CAR – M11 – max

Result M11 Diagram - EMC_CAR - Max



10.3.8.4. Inviluppo CAR – M11 – min

Result M11 Diagram - EMC_CAR - Min



Doc. N.

Progetto
INOR

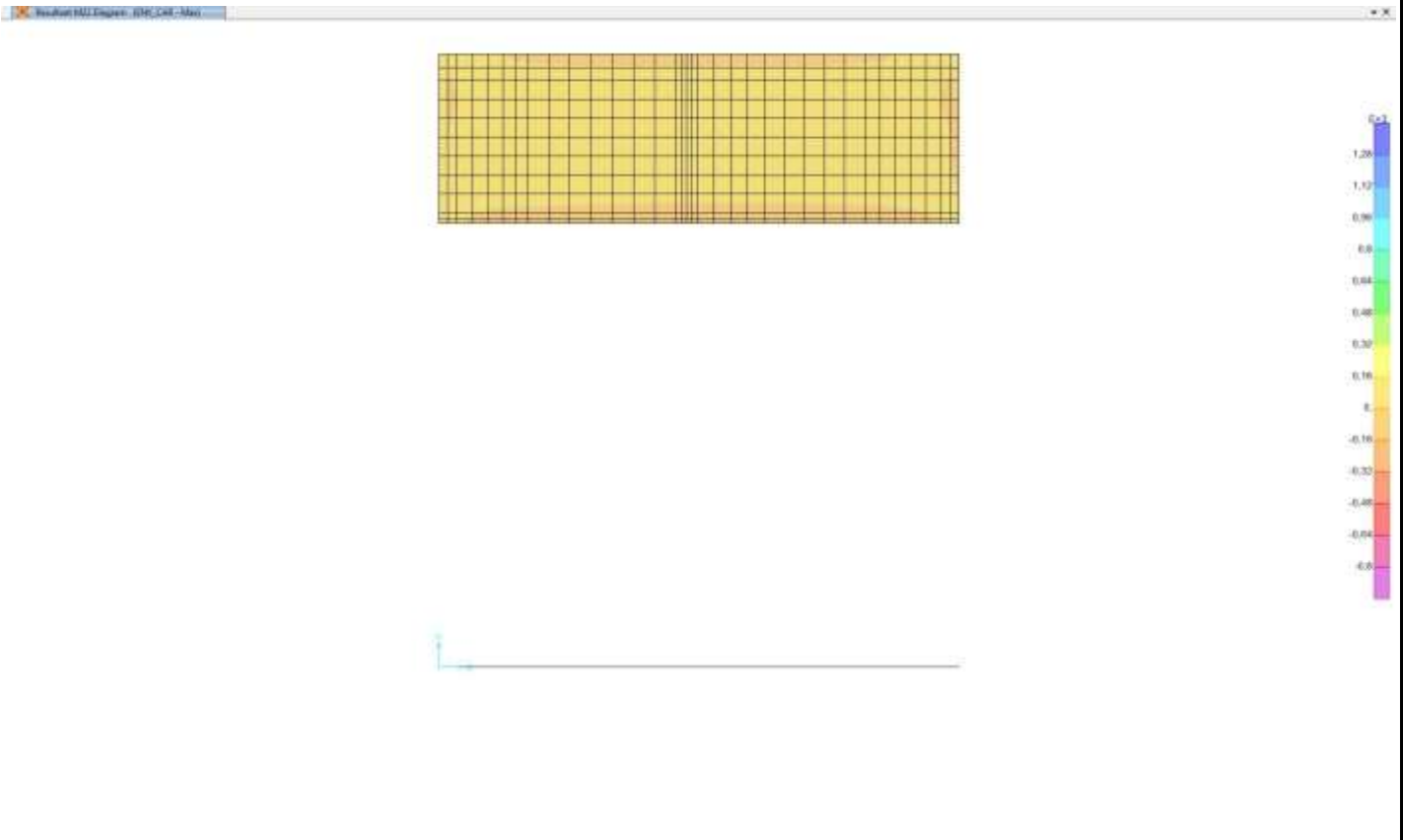
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

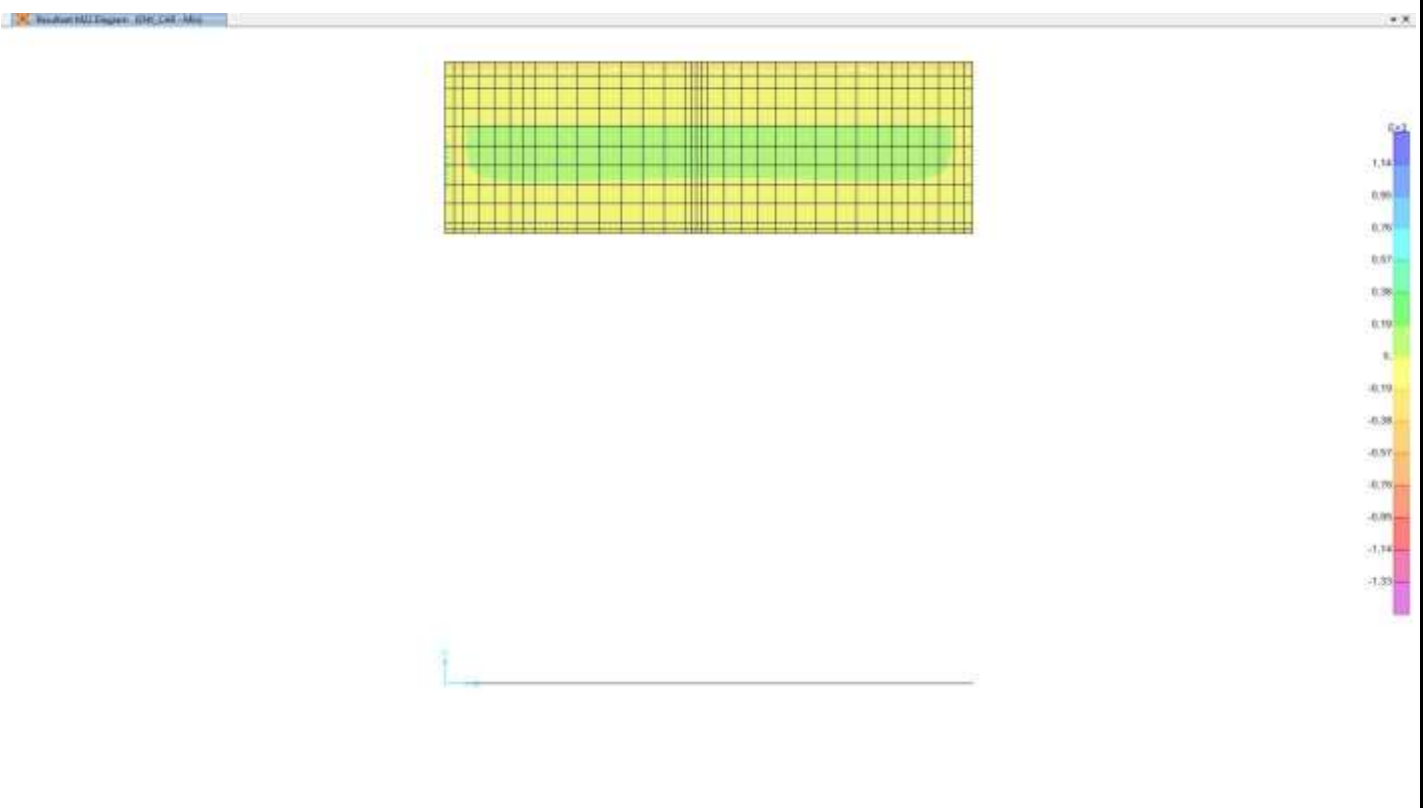
Rev.
A

Foglio
105 di 183

10.3.8.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.8.6. Inviluppo CAR – M22 – min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

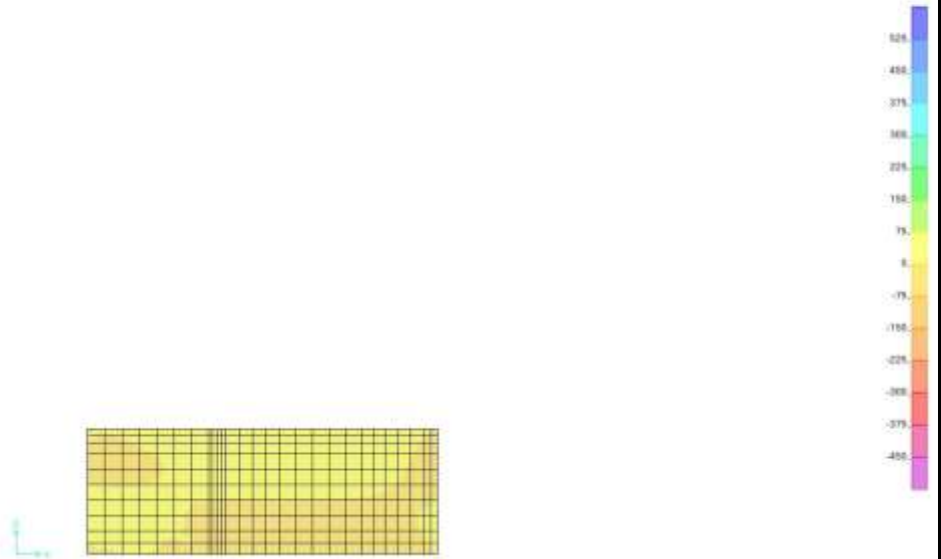
Rev.
A

Foglio
106 di 183

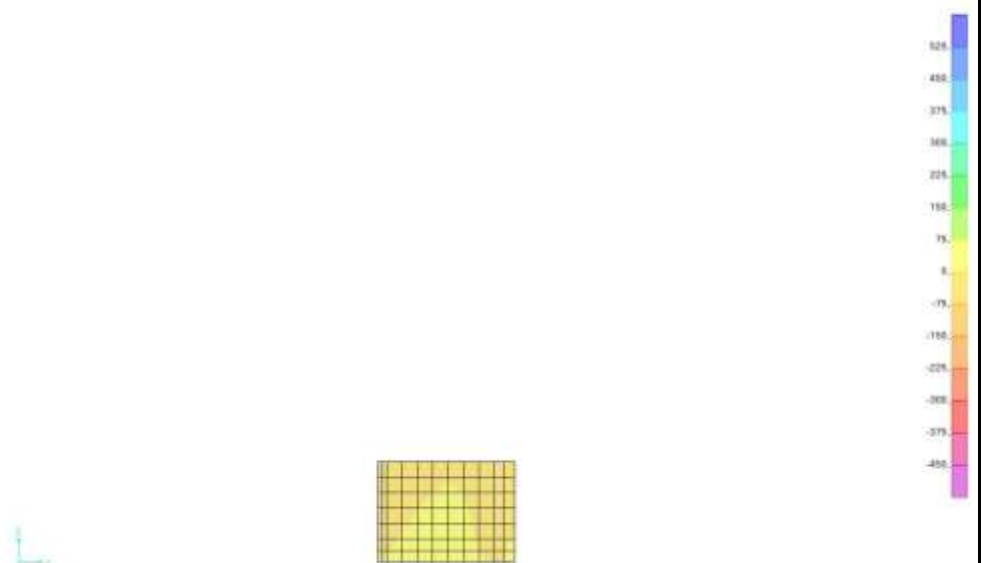
10.3.9. Involuppi setti interni 50cm

10.3.9.1. Involuppo QP – M11

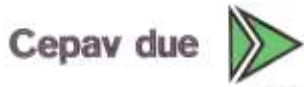
Product 3D Design - r3D1



Product 3D Design - r3D1



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

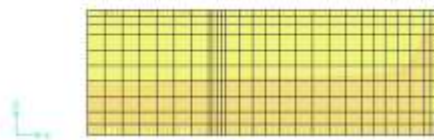
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

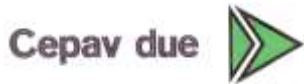
Rev.
A

Foglio
107 di 183

10.3.9.2. Inviluppo QP – M22



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

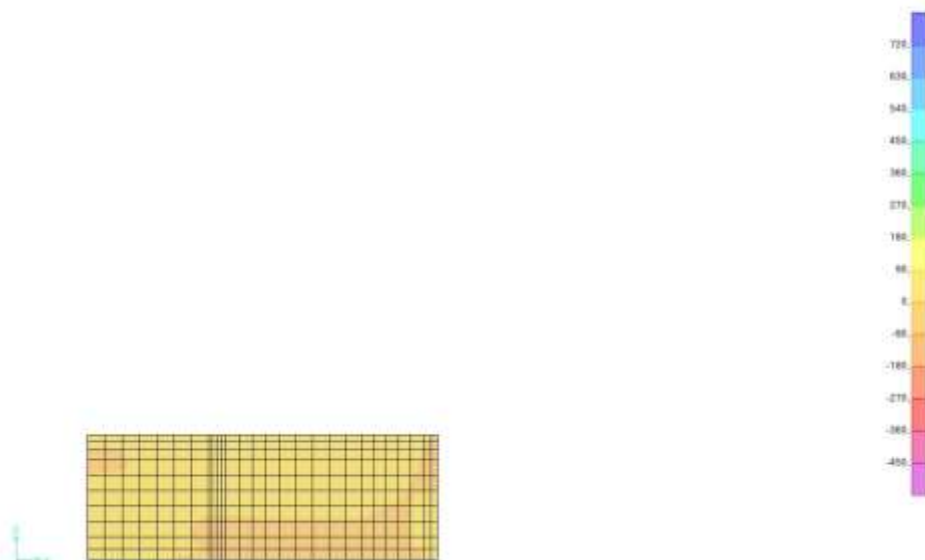
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

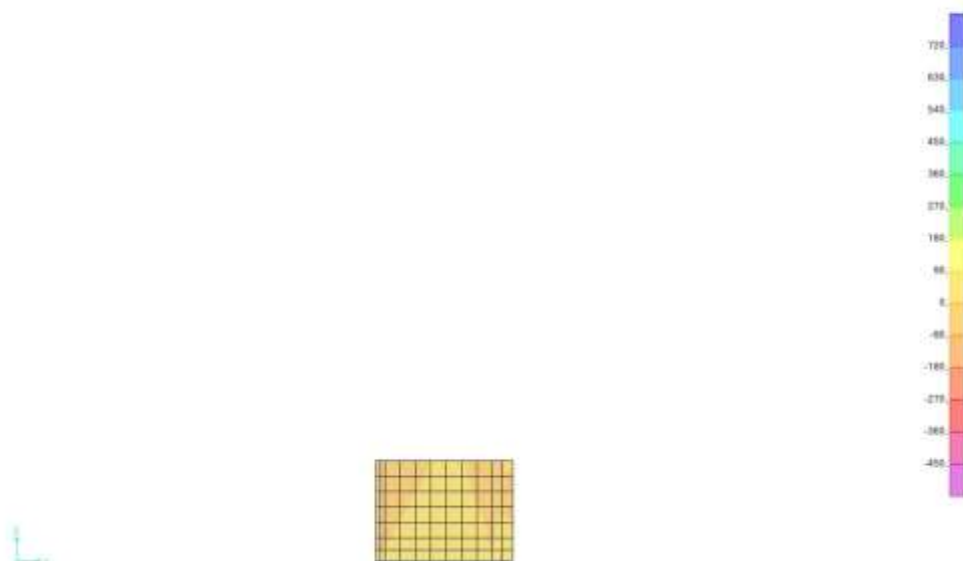
Foglio
108 di 183

10.3.9.3. Inviluppo CAR – M11 – max

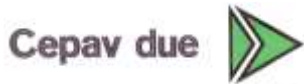
Result M11 Diagram - EME_CAR - Max



Result M11 Diagram - EME_CAR - Max



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

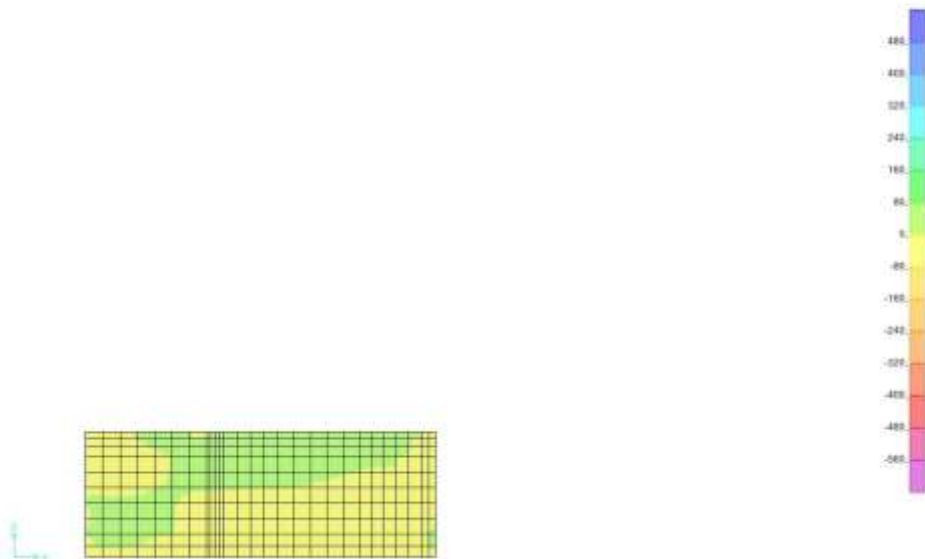
Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

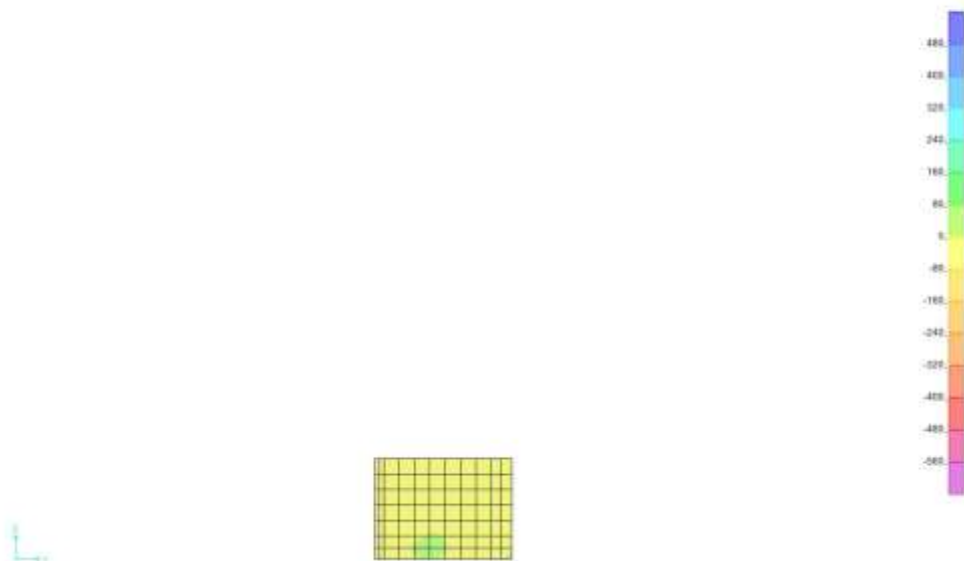
Foglio
109 di 183

10.3.9.4. Inviluppo CAR – M11 – min

Result M11 Diagram - ENE_CAR - Min



Result M11 Diagram - ENE_CAR - Min



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

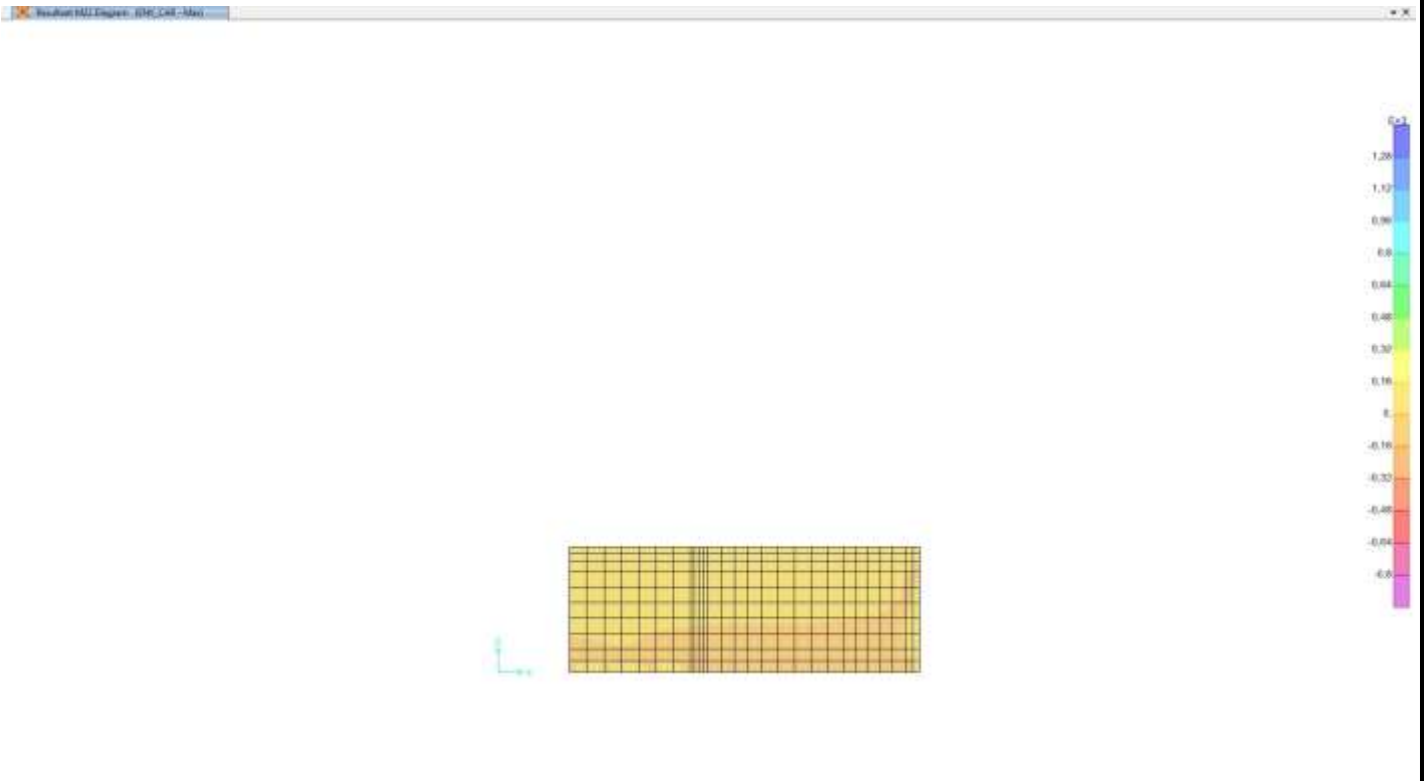
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

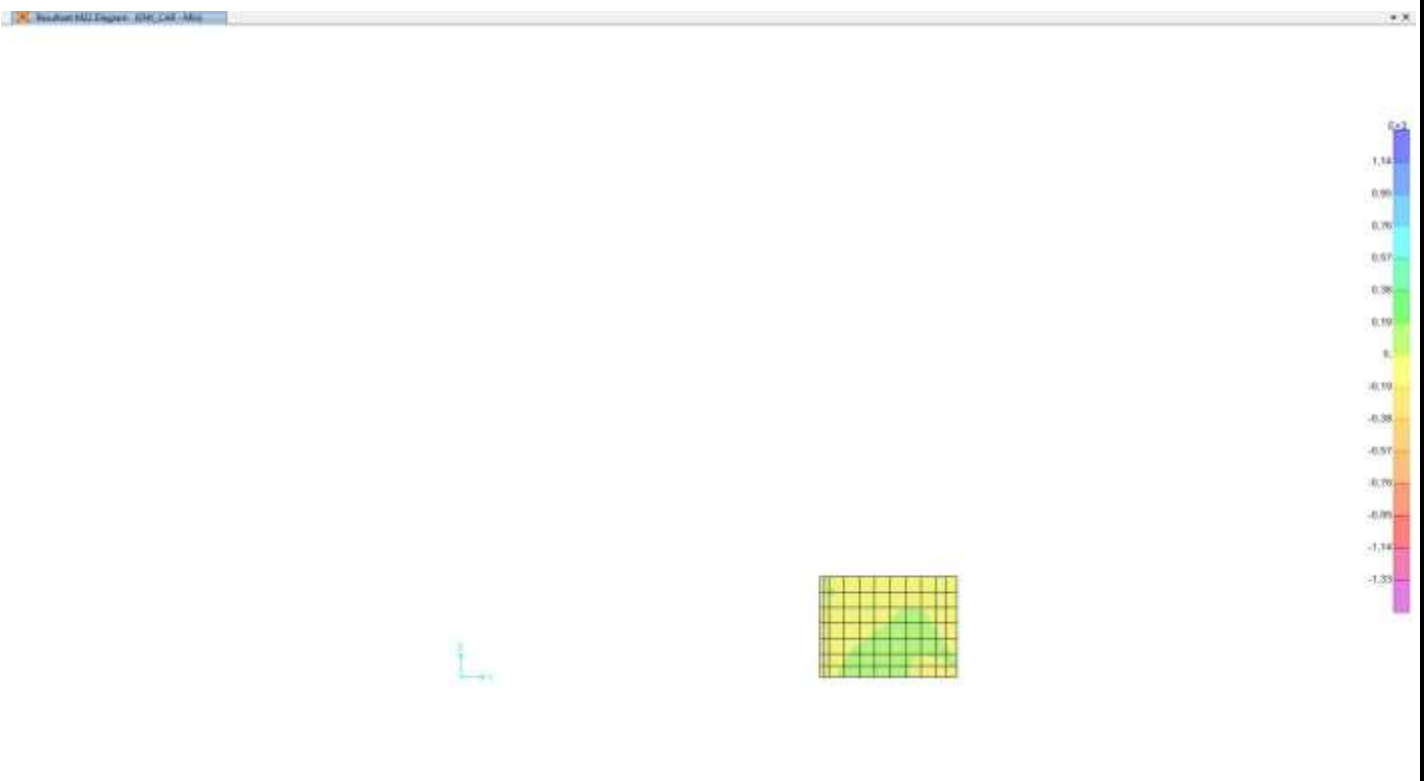
Rev.
A

Foglio
110 di 183

10.3.9.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.9.6. Inviluppo CAR – M22 – min



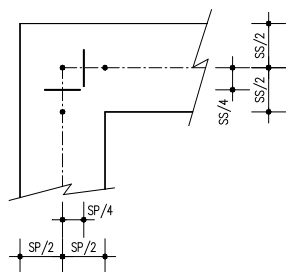
11. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

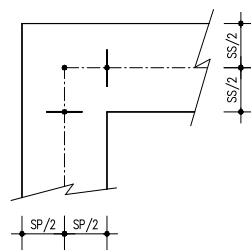
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 45° e staffe verticali.

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta $M_{cr} < M_{Ed}$ la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alla Combinazioni Rara della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili sono:

- condizioni ambientali aggressive e molto aggressive: $w_k \leq w_3 = 0.20\text{mm}$
- condizioni ambientali ordinarie: $w_k \leq w_3 = 0.30\text{mm}$

Verifica delle tensioni di esercizio: si verifica che le tensioni di lavoro presenti nel calcestruzzo siano inferiori ai seguenti limiti:

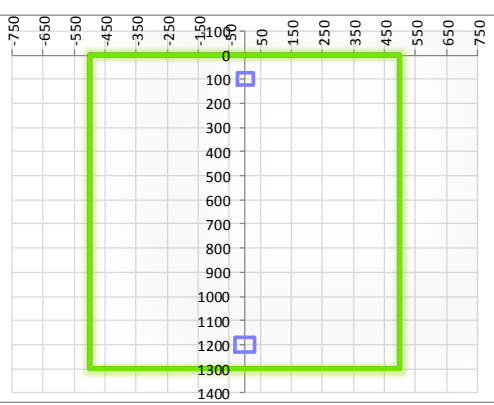
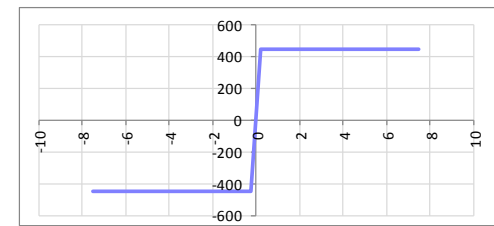
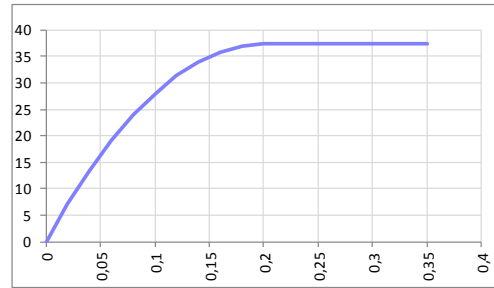
- combinazione QP $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$;
- combinazione Rara $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$,

e che le tensioni di lavoro presenti nell'acciaio siano $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$.

11.1. Fondazione sp. 130cm

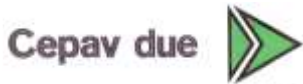
11.1.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,84			
n, lungo termine =	10,11 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1300 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²
1	5	26	99	2654,6458
2	8	26	1201	3981,9687
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²
superiore	5	26	73	2654,6458
inferiore	5	26	1227	2654,6458



11.1.2. Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11

CRITERI DI VERIFICA																																																				
Coefficienti di sicurezza allo SLU																																																				
Calcestruzzo																																																				
α_{cc}	0,85																																																			
γ_c	1,50																																																			
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																			
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																				
γ_s	1,15																																																			
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																			
ϵ_{yd}	0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																				
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																												
SLV3	49/50	-1778,3	185,7	29592,05	-2077,55	191,87	-191,87	97%																																												
Sezione:																																																				
				Fibre compresse Superiori $\sigma_{c,max}$ = 0,00 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,15 % $\epsilon_{s,min}$ = -7,50 % d = 1227,00 mm x = 24,70 mm x/d = 0,02																																																
Dominio M-N																																																				
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>area/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d4edda;"> <td>SLV3</td> <td>49/50</td> <td>-1778,3</td> <td>185,7</td> </tr> <tr style="background-color: #d4edda;"> <td>SLV1</td> <td>283/326</td> <td>0,0</td> <td>641,8</td> </tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #d4edda;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV3	49/50	-1778,3	185,7	SLV1	283/326	0,0	641,8																																
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																	
SLV3	49/50	-1778,3	185,7																																																	
SLV1	283/326	0,0	641,8																																																	



11.1.3. Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22

CRITERI DI VERIFICA																																																																																									
Coefficienti di sicurezza allo SLU																																																																																									
Calcestruzzo																																																																																									
α_{cc}	0,85																																																																																								
γ_c	1,50																																																																																								
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																																																								
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																							
Acciaio																																																																																									
γ_s	1,15																																																																																								
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																																																								
ϵ_{yd}	0,196 %																																																																																								
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																									
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																	
SLV1	832/897	0,0	1306,4	30111,44	-2596,94	1813,99	-1237,78	72%																																																																																	
Sezione:																																																																																									
			Fibre compresse Superiori $\sigma_{c,max}$ = 21,17 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -4,06 % d = 1201,00 mm x = 95,23 mm x/d = 0,08																																																																																						
Dominio M-N																																																																																									
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>area/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLV1</td> <td>832/897</td> <td>0,0</td> <td>1306,4</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV1	832/897	0,0	1306,4																																																																												
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																						
SLV1	832/897	0,0	1306,4																																																																																						

11.1.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b			1000 mm	
Altezza	h			1300 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	26	99	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s				2655 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*				99 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Area/nodo		354/400
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1011,99 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1201 mm
Coefficiente	k	1,41
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,22%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,36 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	429,24 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	429,24 kN
Verifica		2,36 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1084,08 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	5719,31 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1084,08 kN
Verifica		0,93 Verifica soddisfatta

11.1.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICA

Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)

Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR19	351/396	0,0	367,1	Msd<Mf	0,200	900,75	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	486/507	0,0	295,1	-1,67	97,07	-17,80	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR19	385/431	0,0	368,5	-2,09	121,23	-22,23	Sezione parzializzata

11.1.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR21	698/725	0,0	346,8	Msd<Mf	0,200	927,51	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	2QP	48/50	0,0	370,1	-1,89	84,45	-19,07	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR13	47/49	0,0	396,9	-2,03	90,57	-20,46	Sezione parzializzata

11.2. Soletta carrabile sp. 80cm

11.2.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,88			
n, lungo termine =	10,32 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	10	26	93	5309,2916
2	5	26	707	2654,6458
3	8	26	145	3981,9687
4	5	26	655	2654,6458
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	730	1570,7963

11.2.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		800 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	26	93
strato2		5	26	145
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s		5309 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		119 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		4109/4014
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1137,84 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	681 mm
Coefficiente	k	1,54
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,78%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	V_{min}	0,41 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	278,91 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	387,66 kN
Verifica		2,94 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1174,51 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2808,53 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1174,51 kN
Verifica		0,97 Verifica soddisfatta

11.2.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICA

Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR21	3650/3571	-102,7	211,6	Msd<Mf	0,200	319,31	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	3684/3605	-118,2	174,4	-2,74	201,15	-17,88	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR21	3684/3605	-104,5	255,4	-4,12	272,85	-29,69	Sezione parzializzata

11.2.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR21	3653/3574	0,0	317,1	Msd<Mf	0,200	402,65	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	3685/3606	0,0	270,7	-2,63	90,18	-22,42	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR21	3685/3606	0,0	395,7	-3,85	131,83	-32,77	Sezione parzializzata

11.3. Parete est sp. 120cm

11.3.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,84			
n, lungo termine =	10,14 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
1	10	26	107	5309,2916
2	10	26	159	5309,2916
3	5	26	211	2654,6458
4	5	26	1041	2654,6458
5	10	26	1093	5309,2916
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
superiore	5	26	73	2654,6458
inferiore	5	26	1127	2654,6458
				

11.3.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R _{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ _c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α _{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ _s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1200 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	26	159
strato2		5	26	107
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A _s		5309 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c*		133 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Area/nodo		6471/6294
Azione assiale (+ di compressione)	N _{Ed}	0 kN
Taglio	V _{Ed}	1577,06 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1067 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	ρ _l	0,50%
Tensione assiale media	σ _{cp}	0,00 N/mm ²
	0.2 x f _{cd}	4,23 N/mm ²
	V _{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	V _{rd,min}	391,49 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V _{rd}	485,99 kN
Verifica		3,25 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	φ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ _{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v ₁	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f _{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A _{st}	565,49 mm ²
	σ _{cp} /f _{cd}	0
Coefficiente di interazione	α _{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V _{rd,s}	1840,24 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V _{rd,c}	4400,44 kN
Resistenza al taglio	V _{rd}	1840,24 kN
Verifica		0,86 Verifica soddisfatta

11.3.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICA

Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)

Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR21	7090/7037	0,0	681,7	Msd<Mf	0,200	851,15	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	7091/7037	0,0	548,9	-2,70	107,72	-29,82	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR21	7090/7037	0,0	681,7	-3,36	133,78	-37,03	Sezione parzializzata

11.3.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR21	6559/6385	0,0	598,5	Msd<Mf	0,200	949,09	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	48/50	0,0	278,7	-1,07	37,49	-10,81	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR21	6370/6190	0,0	610,0	-2,34	82,07	-23,67	Sezione parzializzata

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
130 di 183

11.4. Parete est sp. 70cm

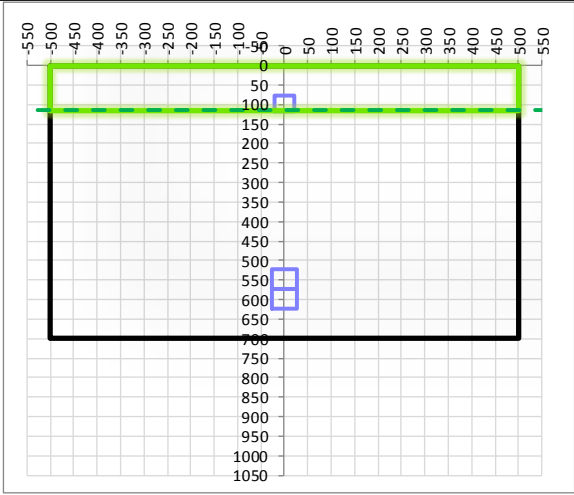
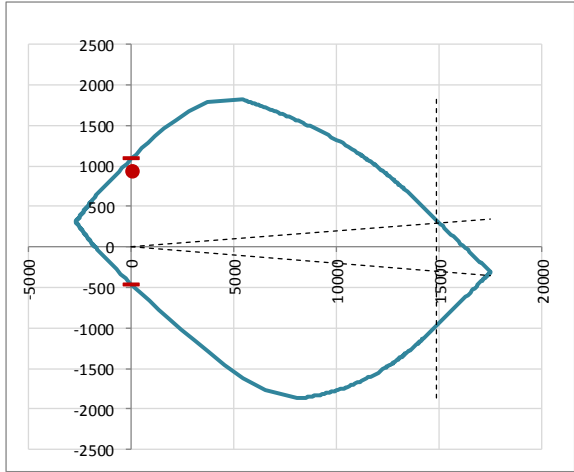
11.4.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,89			
n, lungo termine =	10,39 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	98	1570,7963
2	5	26	599	2654,6458
3	5	26	547	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	630	1570,7963

11.4.2. Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11

CRITERI DI VERIFICA																																																									
Coefficienti di sicurezza allo SLU																																																									
Calcestruzzo																																																									
α_{cc}		0,85																																																							
γ_c		1,50																																																							
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																							
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																						
Acciaio																																																									
γ_s		1,15																																																							
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																							
ϵ_{yd}		0,196 %																																																							
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																									
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																	
SLV1	7431/7317	0,0	131,7	16044,82	-1229,32	387,91	-387,91	34%																																																	
Sezione:																																																									
				Fibre compresse Superiori																																																					
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																																			
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																			
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																			
				$\epsilon_{s,min}$	-3,40	%																																																			
				d	622,00	mm																																																			
				x	58,00	mm																																																			
				x/d	0,09																																																				
Dominio M-N																																																									
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>area/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>SLV1</td> <td>7431/7317</td> <td>0,0</td> <td>131,7</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV1	7431/7317	0,0	131,7																																								
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																						
SLV1	7431/7317	0,0	131,7																																																						

11.4.3. Verifica allo stato limite ultimo per flessione M22

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}	0,85																																																				
γ_c	1,50																																																				
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																			
Acciaio																																																					
γ_s	1,15																																																				
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																				
ϵ_{yd}	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV1	7428/7314	41,5	927,7	17507,71	-2692,21	1096,10	-472,24	85%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				Fibre compresse Superiori $\sigma_{c,max}$ = 21,17 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -1,48 % d = 599,00 mm x = 114,45 mm x/d = 0,19																																																	
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>area/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>SLV1</td> <td>7428/7314</td> <td>41,5</td> <td>927,7</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV1	7428/7314	41,5	927,7																																				
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV1	7428/7314	41,5	927,7																																																		

11.4.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			700 mm
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	20	98
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			1571 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			98 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Area/nodo		7457/7414
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	490,88 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	602 mm
Coefficiente	k	1,58
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,42 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	254,86 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	254,86 kN
Verifica		1,93 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	376,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	691,48 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2482,72 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	691,48 kN
Verifica		0,71 Verifica soddisfatta

11.4.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione	0,40	0,75	14,94	337,50
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR24	7437/7324	0,0	32,2	Msd<Mf	0,200	255,95	-

Tensioni in esercizio

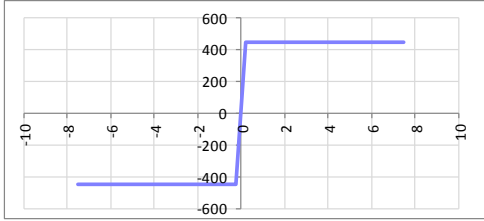
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	7455/7341	0,0	22,1	-0,48	24,65	-3,20	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR24	7437/7324	0,0	32,2	-0,70	35,84	-4,65	Sezione parzializzata

11.4.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>area/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR18	7443/7330	0,0	148,4	Msd<Mf	0,200	282,60	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP1	7443/7330	0,0	107,8	-1,73	43,78	-14,58	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR18	7443/7330	0,0	148,4	-2,39	60,29	-20,09	Sezione parzializzata	

11.5. Parete ovest sp. 120cm

11.5.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,84			
n, lungo termine =	10,14 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	As mm²
1	10	26	107	5309,2916
2	5	26	159	2654,6458
3	10	26	1041	5309,2916
4	10	26	1093	5309,2916
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	As mm²
superiore	5	26	73	2654,6458
inferiore	5	26	1127	2654,6458
				

11.5.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		1200 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	26	107
strato2		5	26	159
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s		5309 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		133 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		4804/4634
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	1447,51 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1067 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,50%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	V_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	391,49 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	485,99 kN
Verifica		2,98 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1840,24 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4400,44 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1840,24 kN
Verifica		0,79 Verifica soddisfatta

11.5.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR24	7057/7002	0,0	593,3	Msd<Mf	0,200	851,15	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	7056/7002	0,0	520,4	-2,56	102,12	-28,27	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR24	7057/7002	0,0	593,3	-2,92	116,44	-32,23	Sezione parzializzata

11.5.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR7	7056/7002	271,0	-1102,2	0,187	0,200	-1041,29	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	7056/7002	261,6	-978,6	-4,01	115,77	-42,95	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR15	4710/4540	1513,3	-1175,3	-5,22	74,94	-63,29	Sezione parzializzata

11.6. Parete ovest sp. 70cm

11.6.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,89			
n, lungo termine =	10,39 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	98	1570,7963
2	5	26	599	2654,6458
3	5	26	547	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	630	1570,7963



11.6.2. Verifica allo stato limite ultimo per flessione M11

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
Calcestruzzo																																																					
α_{cc}	0,85																																																				
γ_c	1,50																																																				
f_{cd}	24,90 N/mm ²																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm ²		$=f_{ctm} / 1,2$																																																		
Acciaio																																																					
γ_s	1,15																																																				
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																				
ϵ_{yd}	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV3	7420/7306	0,0	157,4	16044,82	-1229,32	387,91	-387,91	41%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
			<u>Fibre compresse Superiori</u>																																																		
			$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																																
			$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																
			$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																
			$\epsilon_{s,min}$	-3,40	%																																																
			d	622,00	mm																																																
			x/d	0,09																																																	
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>area/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">SLV3</td> <td style="text-align: center;">7420/7306</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">157,4</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV3	7420/7306	0,0	157,4																																								
Combinazione	area/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV3	7420/7306	0,0	157,4																																																		

11.6.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b		1000 mm		
Altezza	h		700 mm		
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	20	98	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s		1571 mm ²		
Posizione della barra equivalente	c^*		98 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		7423/7378
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	497,74 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	602 mm
Coefficiente	k	1,58
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,26%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	V_{min}	0,42 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	254,86 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	254,86 kN
Verifica		1,95 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	376,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	691,48 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2482,72 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	691,48 kN
Verifica		0,72 Verifica soddisfatta

11.6.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR12	7403/7289	0,0	38,6	Msd<Mf	0,200	255,95	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	7403/7289	0,0	24,2	-0,52	26,95	-3,50	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR12	7403/7289	0,0	38,6	-0,84	42,98	-5,58	Sezione parzializzata

11.6.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>area/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR18	7409/7295	0,0	188,2	Msd<Mf	0,200	282,60	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP1	7409/7295	0,0	108,1	-1,74	43,91	-14,63	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR18	7409/7295	0,0	188,2	-3,03	76,46	-25,47	Sezione parzializzata	

11.7. Parete nord sp. 80cm

11.7.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,88			
n, lungo termine =	10,32 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	24	100	2261,9467
2	5	24	700	2261,9467
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	730	1570,7963

11.7.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Reisitenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			800 mm
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	24	100
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			2262 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			100 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		2746/2612
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1600 kN
Taglio	V_{Ed}	380,78 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	700 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,32%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,41 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	494,62 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	505,67 kN
Verifica		0,75 Verifica soddisfatta

11.7.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICA

Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR3	2746/2816	0,0	40,2	Msd<Mf	0,200	332,08	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	2940/3010	0,0	51,2	-0,87	48,86	-6,41	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR3	2940/3010	0,0	70,1	-1,19	66,80	-8,76	Sezione parzializzata

11.7.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>area/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR15	2752/2822	0,0	124,0	Msd<Mf	0,200	340,61	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	QP1	1559/1429	0,0	125,9	-1,94	87,54	-12,47	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR15	2946/3018	0,0	149,2	-2,30	103,73	-14,78	Sezione parzializzata	

11.8. Parete sud sp. 80cm

11.8.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,88			
n, lungo termine =	10,32 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	24	100	2261,9467
2	5	24	700	2261,9467
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	730	1570,7963

11.8.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	800 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1		5	24	100	2262
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	2262 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	100 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		2747/2613
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	1596,27 kN
Taglio	V_{Ed}	372,14 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	700 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,32%
Tensione assiale media	σ_{cp}	2,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,41 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	494,13 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	505,18 kN
Verifica		0,74 <i>Verifica soddisfatta</i>

11.8.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR3	2747/2817	0,0	43,1	Msd<Mf	0,200	332,08	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	2941/3011	0,0	53,1	-0,91	50,63	-6,64	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR15	2941/3011	0,0	72,2	-1,23	68,85	-9,03	Sezione parzializzata

11.8.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

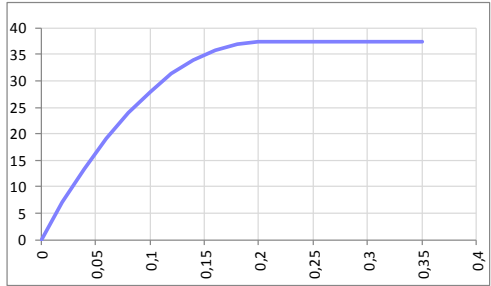
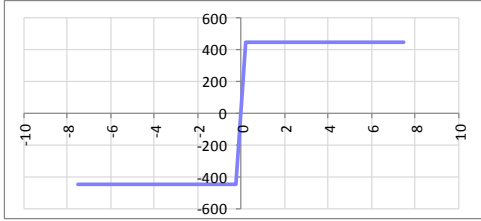
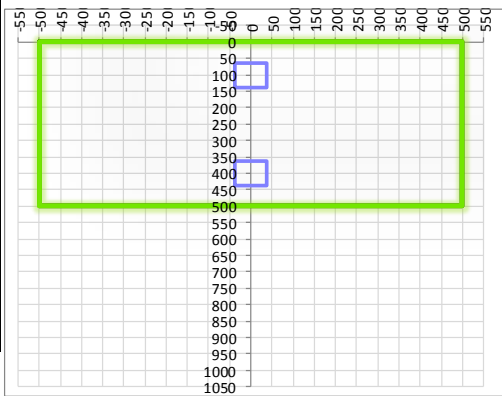
Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR15	2751/2821	0,0	111,8	Msd<Mf	0,200	340,61	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	1568/1440	0,0	104,4	-1,61	72,61	-10,34	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR15	2945/3017	0,0	140,2	-2,16	97,47	-13,89	Sezione parzializzata

11.9. Parete interna sp. 50cm

11.9.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n, lungo termine =	10,60 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
1	10	26	101	5309,2916
2	10	26	399	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	430	1570,7963
				

11.9.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b		1000 mm		
Altezza	h		500 mm		
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		10	26	101	5309
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s		5309 mm ²		
Posizione della barra equivalente	c^*		101 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Area/nodo		4837/4669
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	575,19 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	399 mm
Coefficiente	k	1,71
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	1,33%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,48 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	190,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	300,67 kN
Verifica		1,91 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	565,49 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	688,15 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	1645,52 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	688,15 kN
Verifica		0,84 Verifica soddisfatta

11.9.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR7	4867/4699	0,0	18,3	Msd<Mf	0,200	133,84	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	4744/4575	0,0	15,4	-0,62	25,97	-2,76	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR7	4744/4575	0,0	17,2	-0,69	28,85	-3,06	Sezione parzializzata

11.9.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR13	4856/4687	0,0	53,4	Msd<Mf	0,200	155,90	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	4743/4574	0,0	43,3	-1,15	24,57	-6,69	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR1	4743/4574	0,0	65,8	-1,75	37,37	-10,17	Sezione parzializzata

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
166 di 183

11.10. Soletta superiore sp. 40cm

11.10.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,96			
n, lungo termine =	10,77 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	400 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	10	26	93	5309,2916
2	10	26	307	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	330	1570,7963

11.10.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R _{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ _c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α _{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ _s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b			1000 mm	
Altezza	h			400 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		10	26	93	5309
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A _s				5309 mm ²
Posizione della barra equivalente	c*				93 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Area/nodo		6097/5978
Azione assiale (+ di compressione)	N _{Ed}	0 kN
Taglio	V _{Ed}	419,15 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	307 mm
Coefficiente	k	1,81
Rapporto di armatura longitudinale	ρ _l	1,73%
Tensione assiale media	σ _{cp}	0,00 N/mm ²
	0.2 x f _{cd}	4,23 N/mm ²
	v _{min}	0,52 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	V _{rd,min}	159,53 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V _{rd}	267,12 kN
Verifica		1,57 E' necessario prevedere armatura a taglio

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	φ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ _{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v ₁	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f _{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A _{st}	565,49 mm ²
	σ _{cp} /f _{cd}	0
Coefficiente di interazione	α _{ew}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V _{rd,s}	529,48 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V _{rd,c}	1266,11 kN
Resistenza al taglio	V _{rd}	529,48 kN
Verifica		0,79 Verifica soddisfatta

11.10.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR13	5881/5757	-205,8	10,1	Msd<Mf	0,200	71,51	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	5965/5878	0,0	8,5	-0,52	18,42	-2,23	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR7	5996/5910	0,0	14,6	-0,89	31,63	-3,82	Sezione parzializzata

11.10.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR13	5880/5756	0,0	43,9	Msd<Mf	0,200	99,96	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	5847/5721	0,0	33,6	-1,41	25,56	-7,04	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR13	5847/5721	0,0	52,2	-2,20	39,70	-10,93	Sezione parzializzata

11.11. Setti interni sp. 50cm

11.11.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n, lungo termine =	10,60 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm} lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm} breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	94	1570,7963
2	5	20	406	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	68	1005,3096
inferiore	5	16	432	1005,3096

11.11.4. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R _{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f _{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO		
Tipologia		B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento		450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ _c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α _{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ _s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		500 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	20	94
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A _s		1571 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c*		94 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		2776/2642
Azione assiale (+ di compressione)	N _{Ed}	860,11 kN
Taglio	V _{Ed}	303,94 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	406 mm
Coefficiente	k	1,70
Rapporto di armatura longitudinale	ρ _l	0,39%
Tensione assiale media	σ _{cp}	1,72 N/mm ²
	0.2 x f _{cd}	4,23 N/mm ²
	v _{min}	0,47 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	V _{rd,min}	297,57 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V _{rd}	306,72 kN
Verifica		0,99 <u>Verifica soddisfatta</u>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	φ	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	30 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ _{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v ₁	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f _{cd}	21,165 N/mm ²
Area armatura a taglio	A _{st}	565,49 mm ²
	σ _{cp} /f _{cd}	0,081276636
Coefficiente di interazione	α _{ew}	1,081276636
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V _{rd,s}	700,22 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V _{rd,c}	1810,48 kN
Resistenza al taglio	V _{rd}	700,22 kN
Verifica		0,43 <u>Verifica soddisfatta</u>

11.11.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite σ_c / f_{ck}	Limite σ_s / f_{yk}	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]
Combinazione Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR15	2777/2848	0,0	20,7	Msd<Mf	0,200	126,59	-

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	2586/2659	0,0	13,4	-0,67	34,15	-2,11	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR15	2586/2659	0,0	28,5	-1,42	72,74	-4,50	Sezione parzializzata

11.11.6. Verifiche allo stato limite di esercizio M22**SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO****PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE**

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)

CRITERI DI VERIFICAFessurazione

Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	Molto aggressive	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	Poco sensibile	

Tensioni in esercizio

	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	area/nodo	N	M	w _d	w _{lim}	M0 - Mf
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]
Caratteristica	CAR15	2778/2850	0,0	70,5	Msd<Mf	0,200	129,21

Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Quasi permanente	QP1	2973/3044	0,0	41,4	-1,87	72,28	-4,80	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR15	2973/3044	0,0	91,2	-4,12	159,34	-10,59	Sezione parzializzata

11.1. Puntone

11.1.1. Caratteristiche geometriche sezione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{ck}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,50 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,92			
n, lungo termine =	10,55 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche QP	15,0 = E_s/E_{cm}			
n, verifiche CAR	15,0 = E_s/E_{cm}			
	lungo termine			
	breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
Sezione:				
B=	700 mm			
H=	700 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	ϕ mm	y_i mm	A_s mm ²
1	5	26	85	2654,6458
2	5	26	615	2654,6458
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0

11.1.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	700 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1		5	26	85	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	2655 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	85 mm			

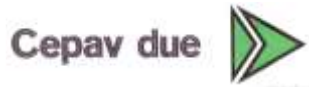
SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Area/nodo		
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	3672,93 kN
Taglio	V_{Ed}	233,64 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	615 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,62%
Tensione assiale media	σ_{cp}	7,50 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	v_{min}	0,42 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	454,54 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	504,15 kN
Verifica		0,46 <i>Verifica soddisfatta</i>

11.1.4. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k ₁ =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k ₃ =	3,40	(valore raccomandato)							
k ₄ =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Molto aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR15	-	1629,7	323,0	Msd<Mf	0,200	413,59	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	QP1	-	1407,8	229,2	-5,67	0,44	-73,25	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR15	-	1629,7	323,0	-7,58	16,94	-95,68	Sezione parzializzata	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

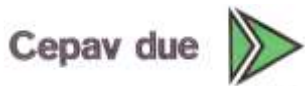
Rev.
A

Foglio
182 di 183

12. VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Date le dimensioni geometriche del manufatto, la profondità del piano di imposta e la ridotta eccentricità delle azioni sul piano di posa la verifica di capacità portante non si ritiene essere significativa al fine del dimensionamento geometrico e strutturale.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL SLZ1 C0 002

Rev.
A

Foglio
183 di 183

13. RIFERIMENTI

13.1. Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° INOR 11 E E2 RB SLZ1 00 001, intitolato "RELAZIONE GEOTECNICA SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702".

13.2. Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

13.3. Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.