

**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI  
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



**COMUNE DI TORINO**



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <b>INFRA.TO</b> <i>infrastrutture per la mobilità</i>												<b>INFRATRASPORTI.TO S.r.l.</b>	
<b>DIRETTORE PROGETTAZIONE</b> Responsabile integrazione discipline specialistiche	<b>IL PROGETTISTA</b>														
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 6038S	Ing. F. Rizzo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9337K	<b>STRUTTURE E METODI COSTRUTTIVI</b> <b>STAZIONI PROFONDE – STAZIONE VERONA</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE INTERNE STAZIONE</b>													
		ELABORATO									REV.		SCALA	DATA	
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A2	D	STR	SVR	R	002	Int.	Est.	-	24/03/2023	

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	22/12/21	SSf	ECA	FRI	RCR
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	30/09/22	SSf	ECA	FRI	RCR
2	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	24/03/23	SSf	ECA	FRI	RCR
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>9.2.2</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>STRSVRR002</td> </tr> </table>						LOTTO 2	CARTELLA	9.2.2	2	MTL2T1A2D	STRSVRR002	<p align="center"><b>STAZIONE APPALTANTE</b></p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro</p>						
LOTTO 2	CARTELLA	9.2.2	2	MTL2T1A2D	STRSVRR002													

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>CALCESTRUZZI</b>	<b>12</b>
3.1.1	CALCESTRUZZO UTILIZZATO PER I SOLAI DI STAZIONE E STRUTTURE INTERNE	12
3.1.2	CALCESTRUZZO UTILIZZATO PER I DIAFRAMMI	12
<b>3.2</b>	<b>ACCIAI PER ARMATURE IN C.A.</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLA PROGETTAZIONE</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>ANALISI NUMERICHE E PROGETTAZIONE STRUTTURALE</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</b>	<b>16</b>
5.2.1	CRITERI DELLA MODELLAZIONE NUMERICA PER L'AZIONE SISMICA	18
<b>5.3</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE STRUTTURALI</b>	<b>21</b>
<b>6.1</b>	<b>STRUTTURE INTERNE PRINCIPALI</b>	<b>21</b>
6.1.1	GENERALITÀ	21
6.1.2	MODELLO STRUTTURALE	23
6.1.3	CARICHI E COMBINAZIONI	33
6.1.4	RISULTATI E VERIFICHE STRUTTURALI	43
6.1.4.1	Soletta di copertura	44
6.1.4.2	Soletta intermedia – Atrio	58
6.1.4.3	Soletta intermedia - Mezzanino	67
6.1.4.4	Travi nella soletta di copertura	75
6.1.4.5	Verifica Travi nella soletta di copertura in fase costruttiva	78
6.1.4.6	Soletta di banchina sp.30cm	80
6.1.4.7	Soletta di fondazione sp.130-240 cm	88
6.1.4.8	Soletta di fondazione sp.180 cm	98
6.1.4.9	Setti sottobanchina sp.30 cm	106
6.1.4.10	Vasca Aggottamento	112



6.1.4.11	Pilastri definitivi	119
6.1.4.12	Setti Temporanee 1.20x2.80	125
<b>6.2</b>	<b>ALTRE STRUTTURE INTERNE</b>	<b>130</b>
6.2.1	GENERALITÀ	130
6.2.2	FODERE INTERNE	130
6.2.2.1	Analisi dei carichi	131
6.2.2.2	Combinazione dei carichi	135
<b>6.3.2.1.</b>	<b>RISULTATI DELL'ANALISI</b>	136
<b>6.3.2.2.</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	138
<b>6.3.4.</b>	<b>SCALE FISSE</b>	148
6.2.2.3	Carichi e combinazioni	149
<b>6.2.3</b>	<b>RISULTATI DELL'ANALISI</b>	151
<b>6.2.4</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	153
<b>7.</b>	<b>VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO</b>	<b>161</b>
<b>8.</b>	<b>ALLEGATO A</b>	<b>163</b>
<b>9.</b>	<b>ALLEGATO B</b>	<b>169</b>
<b>10.</b>	<b>ALLEGATO C</b>	<b>173</b>
<b>11.</b>	<b>ALLEGATO D</b>	<b>177</b>
<b>12.</b>	<b>ALLEGATO E</b>	<b>181</b>
<b>13.</b>	<b>ALLEGATO F</b>	<b>185</b>
<b>14.</b>	<b>ALLEGATO G</b>	<b>189</b>
<b>14.1</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA SETTI 300 X 50 CM</b>	<b>189</b>
<b>14.2</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA SETTI 460 X 50 CM</b>	<b>198</b>
<b>14.3</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA SETTI 350X70CM</b>	<b>214</b>
<b>14.4</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA SETTI 550X50/60CM</b>	<b>228</b>
<b>15.</b>	<b>ALLEGATO I</b>	<b>237</b>
<b>15.1</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA FODERA SP.50CM</b>	<b>237</b>
<b>15.2</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA FODERA SP.80 CM – LIVELLO 1</b>	<b>240</b>
<b>15.3</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA FODERE SP.80 – LIVELLO SECONDO</b>	<b>244</b>
<b>15.4</b>	<b>TABULATI DI VERIFICA FODERE SP.100 CM</b>	<b>247</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo	6
Figura 1.2 Modello 3D – Stazione VERONA	7
Figura 4.1 Stralcio stratigrafia stazione Verona	15
Figura 6.1 Modello di visualizzazione	21
Figura 6.2 Modello 3D CON ELEMENTI IN SPESSORE	22
Figura 6.3 Modello di visualizzazione	22
Figura 6.4 Modello 3D	25
Figura 6.5 Modello 3D	25
Figura 6.6 SOLETTA DI COPERTURA (LIVELLO STRADA)	26
Figura 6.7 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO ATRIO)	26
Figura 6.8 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO MEZZANINO)	27
Figura 6.9 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO BANCHINA)	27
Figura 6.10 SOLETTA DI FONDAZIONE (LIVELLO SUPERIORE)	28
Figura 6.11 SOLETTA DI FONDAZIONE (LIVELLO INFERIORE)	28
Figura 6.12 VASCA DI AGGOTTAMENTO	29
Figura 6.13 SETTO SOTTOBANCHINA	29
FIGURA 6.14 TELAIO TRASVERSALE	30
Figura 6.15 TELAIO LONGITUDINALE	30
Figura 6.16 TELAIO LONGITUDINALE	31
FIGURA 6.17 MODELLO DI VISUALIZZAZIONE	32
Figura 6.18 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DI COPERTURA	34
Figura 6.19 CARICHI PERMANENTI DA RINTERRO SULLA SOLETTA DI COPERTURA	35
Figura 6.20 CARICHI VARIABILI SULLA SOLETTA DI COPERTURA	36
Figura 6.21 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DELL'ATRIO	37
Figura 6.22 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO	37
Figura 6.23 CARICHI PERMANENTI DA PARETI DIVISORIE SULLA SOLETTA DELL'ATRIO	38
Figura 6.24 CARICHI PERMANENTI DA PARETI DIVISORIE SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO	38
Figura 6.25 CARICHI VARIABILI SULLA SOLETTA DELL'ATRIO	39
Figura 6.26 CARICHI VARIABILI SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO	39
Figura 6.27 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DI BANCHINA	40
Figura 6.28 CARICHI PERMANENTI PER PARETI DIVISORIE SULLA SOLETTA DI BANCHINA	40
Figura 6.29 CARICHI VARIABILI SULLA SOLETTA DI BANCHINA	41
FIGURA 6.30 SOTTOPRESSIONE IDROSTATICA A LUNGO TERMINE	42
FIGURA 6.31 IMMAGINE DELLA DEFORMATA DELLA STRUTTURA IN COMBINAZIONE SLE	43
FIGURA 6.32 ACCIAIO DI RINFORZO AS (CM <sup>2</sup> /CM) FACCIA SUPERIORE - DIREZIONE TRASVERSALE	44
Figura 6.33 ACCIAIO DI RINFORZO AS (CM <sup>2</sup> /CM) FACCIA INFERIORE - DIREZIONE TRASVERSALE	45

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.34 Diagramma momento flettente M22	46
Figura 6.35 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia inferiore - direzione trasversale	47
Figura 6.36 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia superiore – direzione trasversale	59
Figura 6.37 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia inferiore – direzione trasversale	59
Figura 6.38 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia superiore – direzione longitudinale	59
Figura 6.39 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia inferiore – direzione longitudinale	60
Figura 6.40 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia superiore - direzione trasversale	67
Figura 6.41 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia inferiore - direzione trasversale	68
Figura 6.42 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia superiore - direzione longitudinale	68
Figura 6.43 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) faccia inferiore - direzione longitudinale	69
Figura 6.44 Momento flettente M22 (direzione trasversale) – SLE	73
Figura 6.45 Momento flettente M11 (direzione longitudinale) – SLE	73
Figura 6.46 Numerazione delle travi	75
Figura 6.47 Rinforzo longitudinale (cm <sup>2</sup> )	76
Figura 6.48 Rinforzo trasversale (cm <sup>2</sup> /cm)	76
Figura 6.46 Numerazione delle travi	78
Figura 6.47 Rinforzo longitudinale (cm <sup>2</sup> )	79
Figura 6.48 Rinforzo trasversale (cm <sup>2</sup> /cm)	79
Figura 6.49 Modello della vasca aggettamento	112
Figura 6.50 Moment in M11 direction	113
Figura 6.51 Moment in M22 direction	114
Figura 6.52 Taglio massimo	114
Figura 6.54 Acciaio di rinforzo As (cm <sup>2</sup> /cm) - direzione trasversale	116
Figura 6.55 Deformazione SLE	118
Figura 6.56 Numerazione dei pilastri	119
Figura 6.57 Percentuale di armatura di rinforzo longitudinale	120
Figura 6.57.a Rapporto D/C	120
Figura 6.58 Percentuale di armatura di rinforzo trasversale	121
Figura 6.58.a Numerazione dei pilastri	125
Figura 6.58.b Percentuale di armatura di rinforzo longitudinale	126
Figura 6.58.c Rapporto D/C	126
Figura 6.59 Schemi di calcolo	130
Figura 6.60 Pressione del terreno	133
Figura 6.61 Pressione dell'acqua	134
Figura 6.62 Pressione sismica	135
Figura 6.63 Diagrammi del Momento flettente	137
Figura 6.64 Diagrammi di Taglio	138
Figura 6.65 Rinforzo longitudinale (cm <sup>2</sup> /m)	139
Figura 6.66 Deformazione laterale	147
Figura 6.67 Modello delle scale fisse	148
Figura 6.68 Sovraccarichi permanenti (S_Dead Load) e variabili (Live Load)	149
Figura 6.69 Sovraccarichi permanenti (S_Dead Load) e variabili (Live Load)	150
Figura 6.70 Sovraccarichi permanenti (S_Dead Load) e variabili (Live Load)	150

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.71 Momenti flettenti e tagli	151
Figura 6.72 Momenti flettenti e tagli	152
Figura 6.73 Momenti flettenti e tagli	152
Figura 6.74 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 1 (cm <sup>2</sup> /m)	153
Figura 6.75 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 2 (cm <sup>2</sup> /m)	155
Figura 6.76 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 3 (cm <sup>2</sup> /m)	156
Figura 6.77 Momenti flettenti	158
Figura 6.78 Reazioni e deformazione	160

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Parametri geotecnici	15
Tabella 2 Livelli di falda	15
Tabella 3 Probabilità di superamento PVR con SLV	17
Tabella 4 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I)	19
Tabella 5 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II)	19
Tabella 6 Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno (Tab. 6.5.I)	20
Tabella 7 Armature soletta di copertura	45
Tabella 10 Armature della soletta intermedia (Mezzanino)	69
Tabella 11 Capacità delle sezioni tipologiche	74
Tabella 10 Armature trave longitudinale (assi B e C)	77
Tabella 12 Verifica deformazione	118
Tabella 13 Armature setti	121
Tabella 14 Armature setto 4.60x0.50 e pilastri circolari	121
Tabella 15 Spessore delle fodere	130
Tabella 16 Calcolo carichi da quota -2,50m a -7,53m	131
Tabella 17 Calcolo carichi da quota -8,53m a -13,38m	132
Tabella 18 Calcolo carichi da quota -14,38m a -22,28m	132
Tabella 19 Combinazione dei carichi	136
Tabella 20 Armature fodere	140
Tabella 21 Verifica deformazione	148
Tabella 22 Verifica deformazione	160
Tabella 23 Risultati estratti da Plaxis e SAP2000 con la variazione percentuale	161
Tabella 24 Risultati di momento massimo con la variazione percentuale	162



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

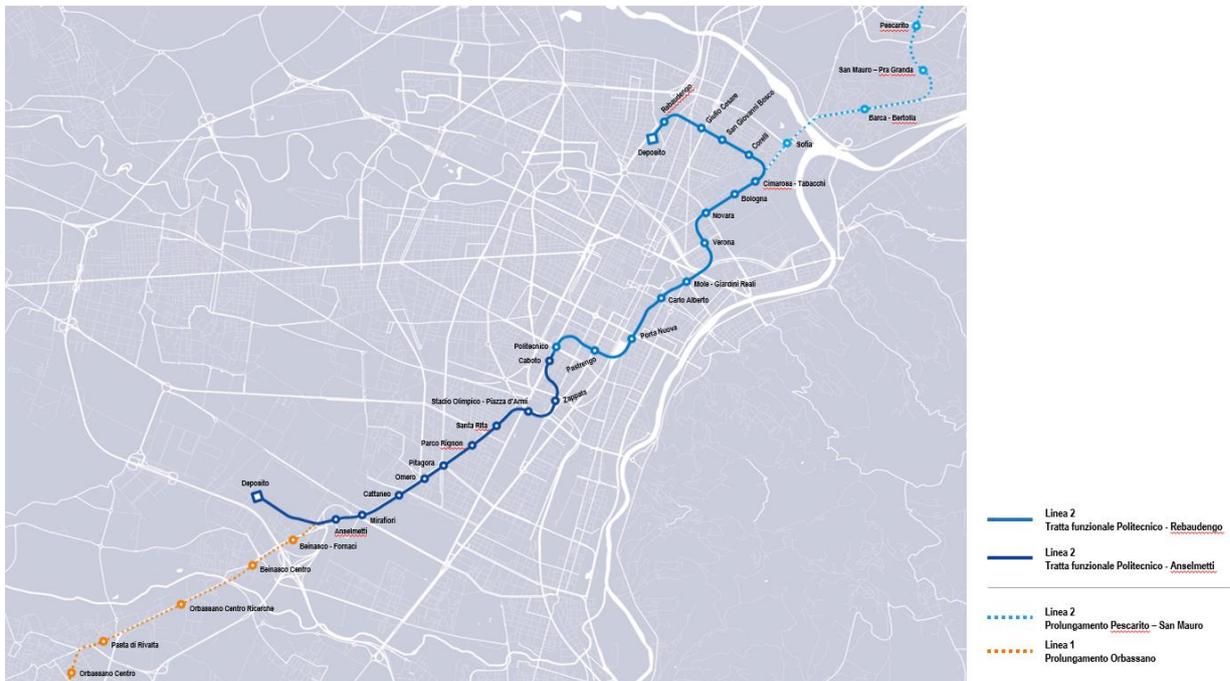
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto le fasi realizzative, le analisi strutturali, geotecniche e le verifiche relative alle opere di interne della Stazione Verona.

**Figura 1.1 Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo**



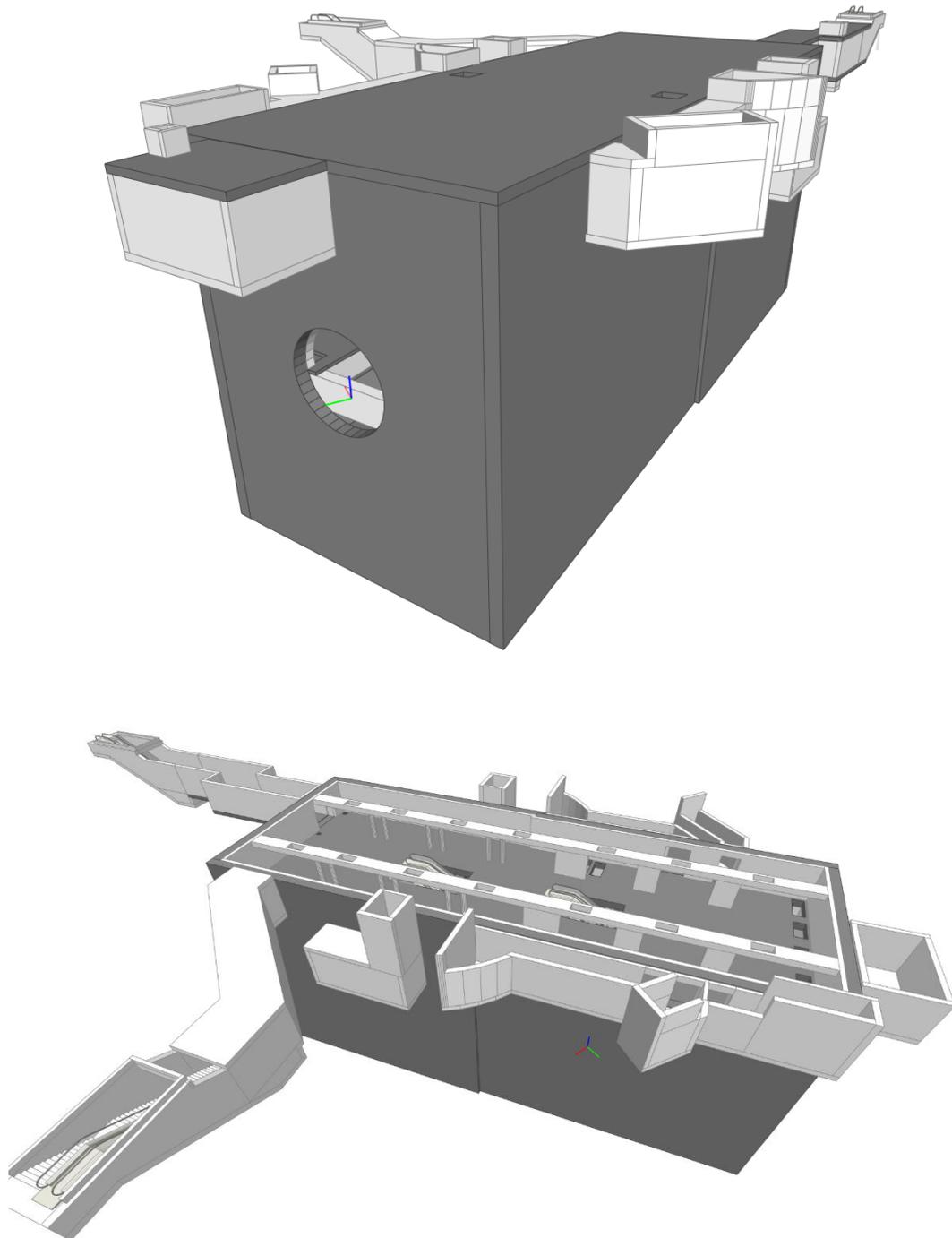


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



**Figura 1.2 Modello 3D – Stazione VERONA**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 1.1 Scopo e campo di applicazione

In questa relazione sono stati presentati gli studi e le verifiche strutturali relative alle opere permanenti che costituiscono lo scheletro strutturale della stazione Verona.

## 1.2 Descrizione delle opere

La stazione Verona è un manufatto interrato a tre livelli. Al suo interno troviamo un solettone di fondo di spessore variabile tra 1,60 m e 2.0 m, un livello quota banchina, un solaio di mezzanino, un solaio a quota atrio e una copertura il cui estradosso è pari a -1.80 m rispetto al piano campagna.

La stazione verrà realizzata attraverso la tecnologia esecutiva di tipo top-down caratterizzata da uno scavo sostenuto da diaframmi contrastati da solai permanenti. I diaframmi presentano spessore di 1.20 m ed un immorsamento al di sotto del fondo scavo di circa 19,0 m. Data la luce della stazione verranno anticipati in concomitanza alla realizzazione dei diaframmi anche i setti permanenti interni che fungeranno, fin dalle fasi costruttive, da sostegno alle solette di copertura ed intermedia.

Il sistema di costruzione dei diaframmi in calcestruzzo armato consiste nel realizzare prima i primari e poi i secondari con una sovrapposizione compresa tra i 10 e i 30cm. In relazione a tale tecnica esecutiva, anche le gabbie di armatura saranno calibrate per prevedere la sovrapposizione dei diaframmi secondari sui primari. L'esecuzione delle paratie è preceduta dalla costruzione di corree guida che seguono il tracciato.

Il collegamento tra il solaio e le paratie è realizzato per mezzo di tasche d'appoggio rettangolari, realizzate grazie all'inserimento di scatole metalliche, già assemblate nelle gabbie d'armatura dei diaframmi.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è stata realizzata facendo riferimento alle Normative Nazionali sottoelencate:

1. Legge n°1086 del 05/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
2. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" (GU n.42 del 20/02/2018);
3. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»
4. D.M. 21/10/2015: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane";
5. D.M. 16/02/2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
6. UNI 9502-2001: "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso".
7. UNI 9503-2007: "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in acciaio".
8. UNI EN 206-1:2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità".
9. UNI 11104-2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
10. Legge 2 febbraio 1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
11. D.G.R. 30 Dicembre 2019, n. 6-887: "Preso d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte"
12. D.G.R. 26 Novembre 2021, n. 10-4161: "Approvazione delle nuove procedure di semplificazione attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico".

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Quando necessario, saranno altresì assunti a riferimento i Codici Normativi Europei elencati di seguito:

Eurocode 0 - Basis of structural design

- EN 1990 Basis of structural design.

Eurocode 1 - Actions on structures

- EN 1991-1-1 Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings
- EN 1991-1-2 Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire.
- EN 1991-1-3 Part 1-3: General actions - Snow loads.
- EN 1991-1-4 Part 1-4: General actions - Wind actions.
- EN 1991-1-5 Part 1-5: General actions – Thermal actions.
- EN 1991-1-6 Part 1-6: General actions - Actions during execution.
- EN 1991-1-7 Part 1-7: General actions – Accidental Actions.
- EN 1991-2 Part 2: Traffic loads on bridges.
- EN 1991-3 Part 3: Actions induced by cranes and Machinery.
- EN 1991-4 Part 4: Silos and tanks.

Eurocode 2 - Design of concrete structures

- EN 1992-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings.
- EN 1992-1-2 Part 1-2: General rules - Structural fire Design.
- EN 1992-3 Part 3: Liquid retaining and containment Structures.

Eurocode 3 - Design of steel structures

- EN 1993-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings
- EN 1993-1-2 Part 1-2: General rules Structural fire design
- EN 1993-1-3 Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting
- EN 1993-1-4 Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels
- EN 1993-1-5 Part 1-5: Plated structural elements
- EN 1993-1-6 Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures
- EN 1993-1-7 Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading
- EN 1993-1-8 Part 1-8: Design of joints
- EN 1993-1-9 Part 1-9: Fatigue
- EN 1993-1-10 Part 1-10: Material Toughness and through-thickness properties
- EN 1993-1-11 Part 1-11: Design of structures with tension components
- EN 1993-1-12 Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700
- EN 1993-2 Part 2: Steel Bridges
- EN 1993-3-1 Part 3-1: Towers, masts and chimneys -Towers and masts
- EN 1993-3-2 Part 3-2: Towers, masts and chimneys – Chimneys
- EN 1993-4-1 Part 4-1: Silos
- EN 1993-4-2 Part 4-2: Tanks

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- EN 1993-4-3 Part 4-3: Pipelines
- EN 1993-5 Part 5: Piling
- EN 1993-6 Part 6: Crane supporting structures
- Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures
- EN 1994-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings
- EN 1994-1-2 Part 1-2: General rules - Structural Fire Design
- EN 1994-2 Part 2: General rules and rules for bridges

Eurocode 7 - Geotechnical design

- EN 1997-1 Part 1: General rules
- EN 1997-2 Part 2: Ground investigation and testing
- EN 1997-3 Part 3: Design assisted by field testing

Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance

- EN 1998-1 Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
- EN 1998-2 Part 2: Bridges
- EN 1998-3 Part 3: Assessment of retrofitting of buildings
- EN 1998-4 Part 4: Silos, tanks and pipelines
- EN 1998-5 Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects
- EN 1998-6 Part 6: Towers, masts and chimneys

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzi

##### 3.1.1 Calcestruzzo utilizzato per i solai di stazione e strutture interne

Tipo:	C30/37
Modulo di deformazione:	$E_c=32000$ MPa
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck}=37$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck}=30$ MPa
Peso per unità di volume:	$Y=25$ KN/m <sup>3</sup>
Classe di Esposizione	<i>XC3 (Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata / Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia)</i>

##### 3.1.2 Calcestruzzo utilizzato per i diaframmi

Tipo:	C25/30
Modulo di deformazione:	$E_c=30000$ MPa
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck}=30$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck}=25$ MPa
Peso per unità di volume:	$Y=25$ KN/m <sup>3</sup>
Classe di Esposizione	<i>XC2 (Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo / Molte fondazioni)</i>

#### 3.2 Acciai per armature in c.a.

Tipo B450C saldabile (ex FeB44K saldabile), per diametri compresi tra 6 e 40 mm:

$$f_{ynom}=450 \text{ MPa}$$

$$f_{tnom} = 540 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} \geq f_{ynom} \text{ frattile } 5\%$$

$$f_{tk} \geq f_{tnom} \text{ frattile } 5\%$$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$$1.15 \leq (f_t/f_y) k \leq 1.35 \text{ frattile } 10\%$$

$$(f_y/f_{y\text{nom}}) k \leq 1.25 \text{ frattile } 10\%$$

$$\text{Allungamento } (A_{gt})k \geq 7.5\% \text{ frattile } 10\%$$

Reti e tralici elettrosaldati:

$$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$$

$$(f_{tk}/f_{yk}) \geq 1.10$$

### 3.3 Acciaio per carpenteria metallica

Tipo:	S355 J0	
	$t \leq 40\text{mm}$	$40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$
Modulo di deformazione:	$E_c = 210 \text{ GPa}$	
Resistenza a snervamento caratteristica:	$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 335 \text{ MPa}$
Resistenza a snervamento di progetto:	$f_{yd} = 338 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 319 \text{ MPa}$
Resistenza a rottura caratteristica:	$f_{yk} = 510 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 470 \text{ MPa}$
Peso per unità di volume:	$\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$	$\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Lo scavo della stazione denominata Verona, come si evince dalla sezione stratigrafica riportata nel seguito, è interessato da una coltre di circa 2.5 m di terreno superficiale, denominato Unità 1, seguito da uno strato di materiale ghiaioso sabbioso, denominato Unità 2, fino ad una profondità di 24.5 m dal p.c. I diaframmi verranno immorsati nelle marne di S. Agata, argille limose molto compatte denominate Unità 7. Di conseguenza non sono previsti interventi di impermeabilizzazione a fondo scavo.

SEZIONE TRASVERSALE - STAZIONE VERONA - Scala 1:200

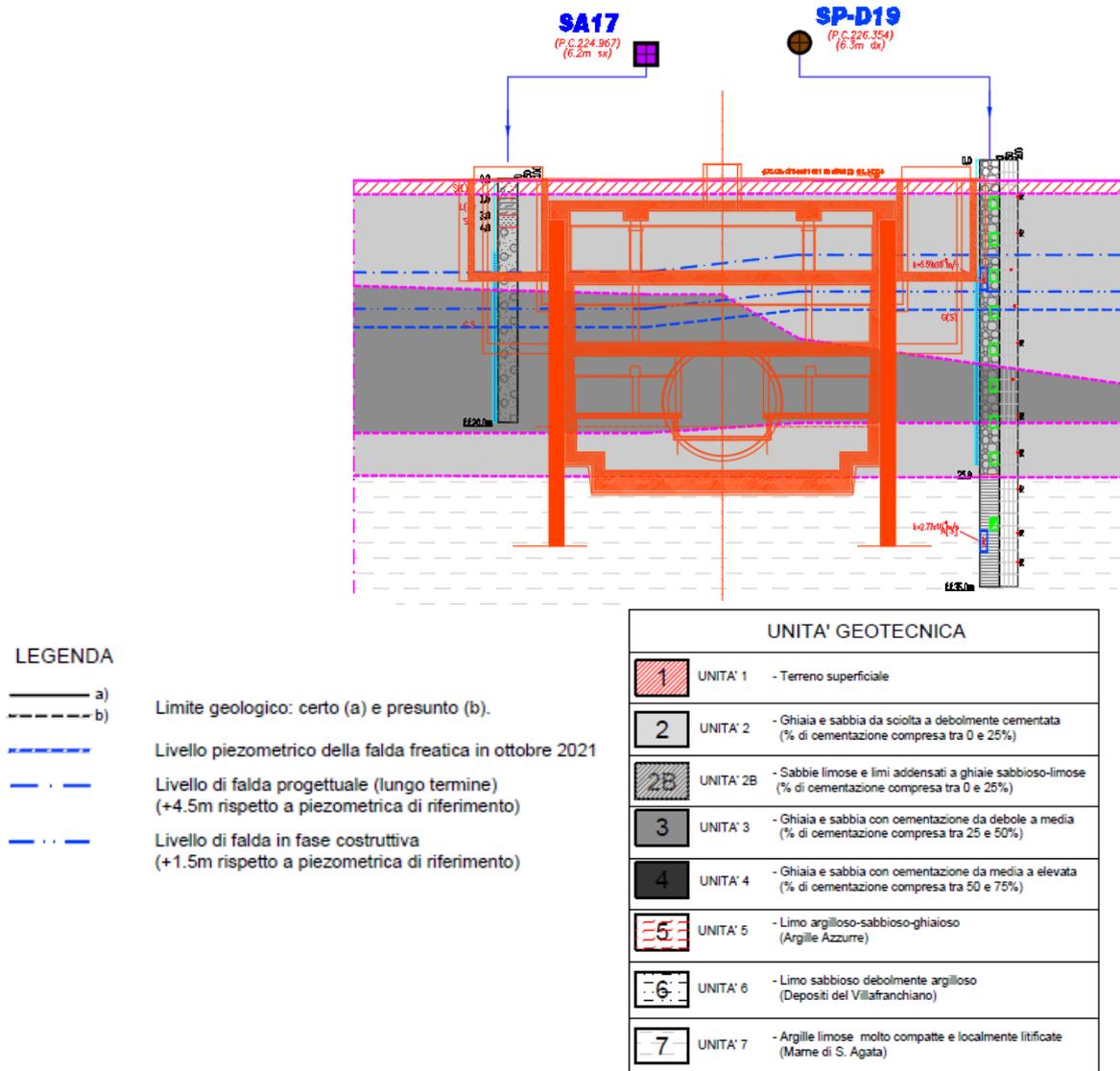


Figura 4.1 Stralcio stratigrafia stazione Verona



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

	$\gamma$	$\varphi$	c	$\nu$	E
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[-]	[Mpa]
U1	19	29	0	0.3	15
U2	19	36	10	0.3	150
U7	20	28	25	0.35	150

Il livello della falda considerato è distinto per condizioni di breve periodo e lungo periodo considerando il livello di piano campagna è pari a:

**Tabella 1 Livelli di falda**

	m da p.c	m.s.l.m
Livello piezometrico 2021 (MTL2T1A0DGEOSVRT001)	-11.5	211.89
Livello piezometrico 2018 da p.c.	-9.5	+213.89
B T (+1.5 da livello piezometrico di riferimento) - Fase costruttiva	-8	+215.39
L T (+3 da breve termine) - Ultimo stage	-5	+218.39

Il livello di falda utilizzato per le analisi corrisponde ai dati del 2018, che rispetto alle letture estratte nel 2021, presentano condizioni più sfavorevoli.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 5. PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLA PROGETTAZIONE

### 5.1 Analisi numeriche e progettazione strutturale

Per l'analisi e la progettazione strutturale delle strutture interne definitive, ogni stazione è stata schematizzata utilizzando diversi modelli strutturali rappresentativi dei principali componenti costituenti la struttura.

Il primo è un modello globale che riproduce le strutture interne definitive principali per le quali è stato sviluppato un modello tridimensionale agli elementi finiti che considera il solaio di copertura, i solai intermedi e i setti interni, banchina, setti inferiori e soletta di fondazione con relativo aggettamento. Per il modello globale sono state considerate anche le sequenze costruttive mediante analisi del tipo *Staged Construction* in modo da simulare e verificare anche il trasferimento delle sollecitazioni dai setti temporanei a quelli definitivi.

Sono stati poi sviluppati una serie di modelli specifici per ogni componente strutturale, in particolare per le fodere interne, le scale fisse, ecc., che consentono di dimensionare tali elementi a favore di sicurezza.

L'analisi strutturale è stata implementata tramite i programmi Sap2000 e Bridge di CSI. In tutti i casi sono stati utilizzati elementi di tipo "frame/beam" per modellare elementi unidimensionali come pilastri e travi, ed elementi "shell" per modellare elementi bidimensionali come solai, che sono stati disposti in corrispondenza del baricentro della sezione del componente strutturale.

Per la verifica strutturale degli stati limite ultimo (SLU) e di esercizio (SLE), vengono utilizzati i fattori e le combinazioni dei carichi, nonché i coefficienti di sicurezza dei materiali indicati nelle NTC2018. I metodi di analisi utilizzati sono di tipo statico lineare.

Per lo stato limite di esercizio (SLE) vengono verificate le larghezze delle fessure e le tensioni nei materiali. Per tenere in conto degli effetti del fluage del calcestruzzo a lungo termine sotto carichi costanti e per il controllo delle deformazioni è prevista una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

Per lo stato limite ultimo (SLU) vengono verificati gli elementi frame/beam soggetti a carico assiale, momento flettente e taglio, secondo le specifiche NTC2018. Negli elementi shell, per incorporare gli effetti dei momenti torsionali nella progettazione delle solette, viene utilizzato il metodo di Wood & Armer (1968). Questa metodologia è implicitamente considerata nel cosiddetto sandwich model implementato nel programma Sap2000. (*Ref. Concrete shell reinforcement design. Technical Note. Design Information. CSI Computer and structures, inc. February 2017*).

### 5.2 Caratterizzazione sismica

Secondo quanto prescritto dal D.M. 17 Gennaio 2018, ai fini delle verifiche di sicurezza delle strutture devono essere definiti i seguenti parametri:

- Vita nominale dell'opera: intesa come il numero di anni nei quali la struttura deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è stata destinata senza necessita di manutenzioni. Per l'opera oggetto di questo elaborato si considera una vita nominale  $VN=100$  anni;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- Classe d'uso: in presenza di azioni sismiche, in relazione alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi  $z < d'uso$ . Nel caso in esame si fa riferimento alla classe d'uso III (coefficiente pari a 1.5);
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: viene definito come il prodotto tra la vita nominale ed il coefficiente d'uso. Per il caso in esame il periodo di riferimento è di 150 anni.

A partire dalla posizione sul territorio nazionale dell'opera, e in dipendenza dei parametri su descritti, vengono definiti i parametri sismici necessari per le verifiche:

- Vita nominale dell'opera ( $V_N$ ): nel caso delle stazioni è di **100 anni**;
- Classe d'uso ( $C_u$ ): In caso di costruzioni che prevedono affollamenti significativi **la classe è III**, a cui è associato un coefficiente di 1.5;
- Periodo di riferimento ( $V_R$ ): prodotto tra la vita nominale e la classe d'uso ed è pari a **150 anni**.
- Periodo di ritorno ( $T_R$ ):  $T_R = V_R / \ln(1 - P_{VR})$ , considerando  $P_{VR}$  la probabilità di superamento nel periodo di riferimento e considerando la condizione SLV, ovvero lo stato limite di salvaguardia della vita.

**Tabella 2 Probabilità di superamento PVR con SLV**

<b>VN</b> <b>[anni]</b>	<b>Cu</b>	<b>VR</b> <b>[anni]</b>	<b>PVR</b>	<b>TR</b> <b>[anni]</b>
100	1.5	150	10%	1424

In relazione al tempo di ritorno e alla probabilità di superamento dello stato limite considerato è possibile dedurre i parametri di accelerazione massima ( $a_g$ ) e i parametri spettrali ( $F_0, T^*c$ ).

<b>Stazione</b>	<b><math>a_g</math> [g]</b>	<b>F0</b>	<b><math>T^*c</math> [sec]</b>
VERONA	0.094	2.733	0.290

Vi saranno effetti amplificativi dovuti alla stratigrafia ed alla topografia del suolo, tenuti in conto con i seguenti coefficienti:

- Coefficiente topografico ( $S_T$ ): per superfici pianeggianti è considerato pari a **1**.
- Coefficiente stratigrafico ( $S_s$ ): Per sottosuolo di categoria B è considerato pari a **1.2**.

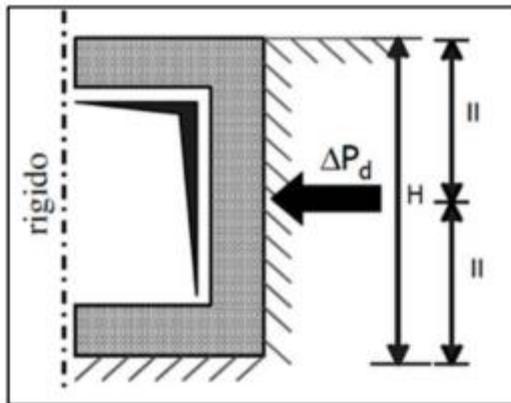
Di conseguenza il valore dell'accelerazione orizzontale massima in superficie è:

$$a_{max}/g = S_s \cdot S_T \cdot a_g/g = 1.2 \cdot 1 \cdot 0.094 = 0.113$$



5.2.1 Criteri della modellazione numerica per l'azione sismica

L'azione sismica per le fodere è valutata secondo il metodo di Wood (1973), che fornisce la sovraspinta sismica del terreno su una parete interrata.



Il metodo di Wood è utilizzato nel caso di manufatti scatolari e l'incremento di spinta legato al sisma può essere stimato secondo la relazione:

$$\Delta Pd = a_g / g \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

In cui  $\gamma$  è il peso specifico del terreno supposto uniforme, dove  $a_{gg}$  è l'accelerazione orizzontale massima in superficie ( $a_{maxg}$ ). Poiché tale risultate ha il punto di applicazione a metà dell'altezza H del muro, è possibile assumere considerare una pressione uniforme di entità pari a:

$$\Delta p_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H$$

L'impatto dell'azione sismica viene valutata per una condizione di carico di lungo periodo in cui sono presenti le fodere interne della struttura alle quali è affidata la spinta idrostatica della falda. Pertanto, la paratia è scaricata della spinta dell'acqua e l'azione sismica è ripartita tra la paratia e le fodere interne secondo la relazione:

$$p_{paratia} = P_{Tot} \frac{I_{paratia}}{I_{paratia} + I_{fodera}}$$

$$p_{Fodera} = P_{Tot} \frac{I_{Fodera}}{I_{paratia} + I_{fodera}}$$

L'entità dell'azione sismica applicata al modello numerico è riportata nel seguito.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 5.3 Combinazioni di carico

In accordo con le NTC2018 le combinazioni di carico considerate e verificate nel seguito sono:

- Stato limite di servizio SLE
- Stato limite ultimo verifiche STR: Combinazione A1+M1 SLU1
- Stato limite ultimo verifiche GEO: Combinazione A2+M2 SLU2
- Sisma verifiche STR: Combinazione A1 (unitari)+M1 SISMA STR
- Sisma verifiche GEO: Combinazione A2 (unitari)+M2 SISMA GEO

A seconda della verifica che si intende effettuare, verranno utilizzati coefficienti che riducono i parametri meccanici di resistenza del terreno o coefficienti che amplificano gli effetti delle azioni.

In particolare, sono stati considerati i seguenti coefficienti per le verifiche:

**Tabella 3 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I)**

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$ .

**Tabella 4 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II)**

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Tabella 5 Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno (Tab. 6.5.I)**

*Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno*

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

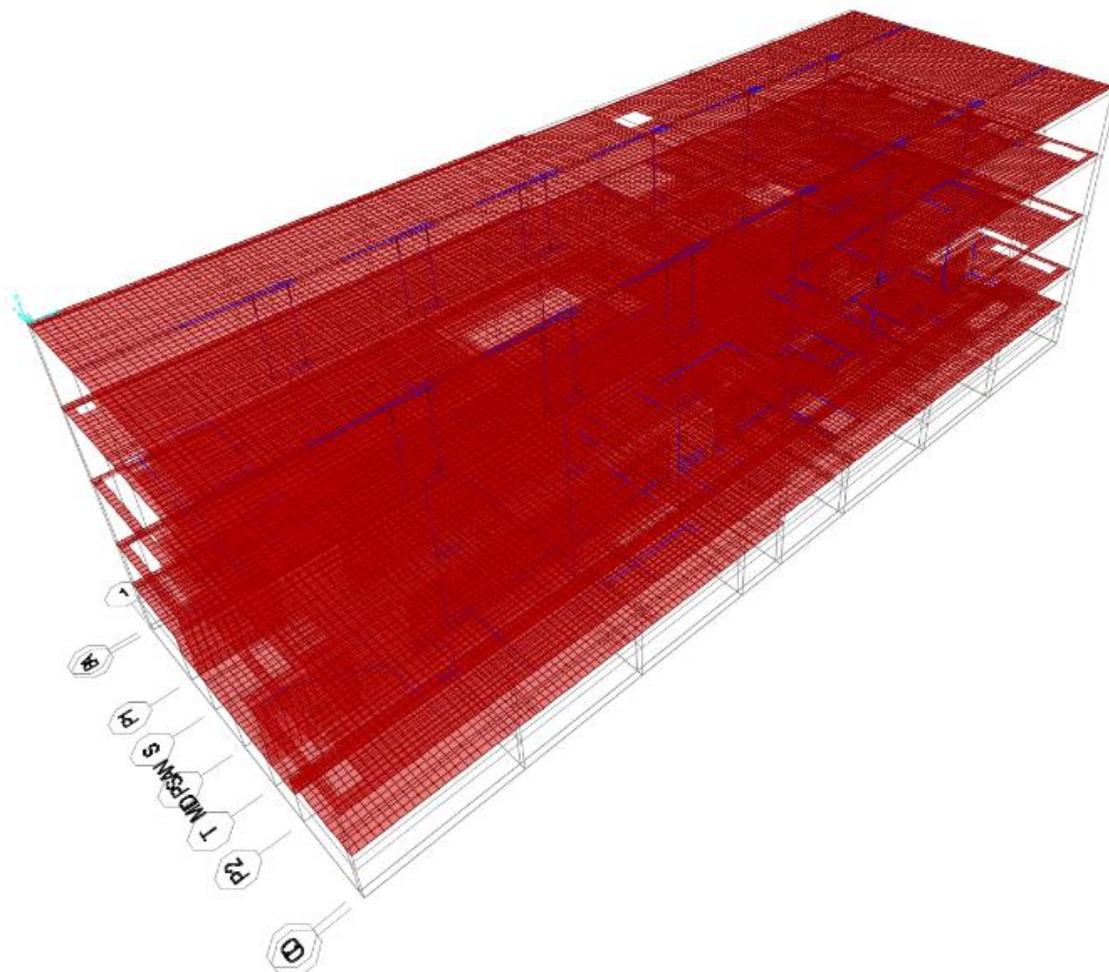
## 6. ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE STRUTTURALI

### 6.1 Strutture Interne Principali

#### 6.1.1 Generalità

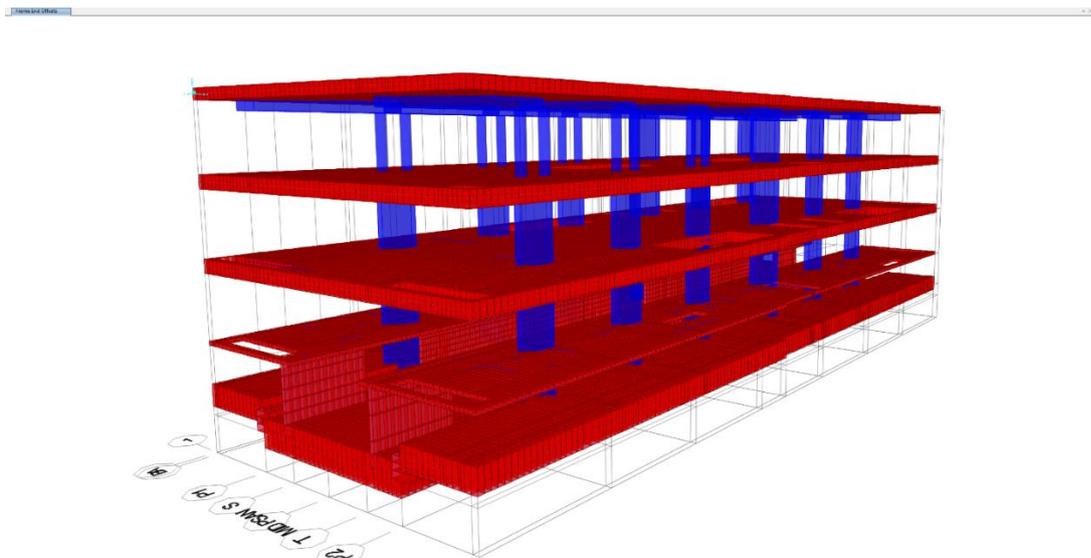
Le strutture interne principali comprendono il solaio di copertura (piano strada), i due solai intermedi e le colonne interne (barrette), per le quali è stato sviluppato un modello tridimensionale agli elementi finiti. Le figure seguenti mostrano la vista tridimensionale del modello utilizzato per la stazione Verona (SVR) e gli schemi semplificati del modello di analisi strutturale, evidenziando la disposizione degli elementi di tipo *frame* utilizzati per modellare le barrette e degli elementi di tipo *shell* utilizzati per modellare il solaio di copertura e dell'atrio.

**Figura 6.1 Modello di visualizzazione**

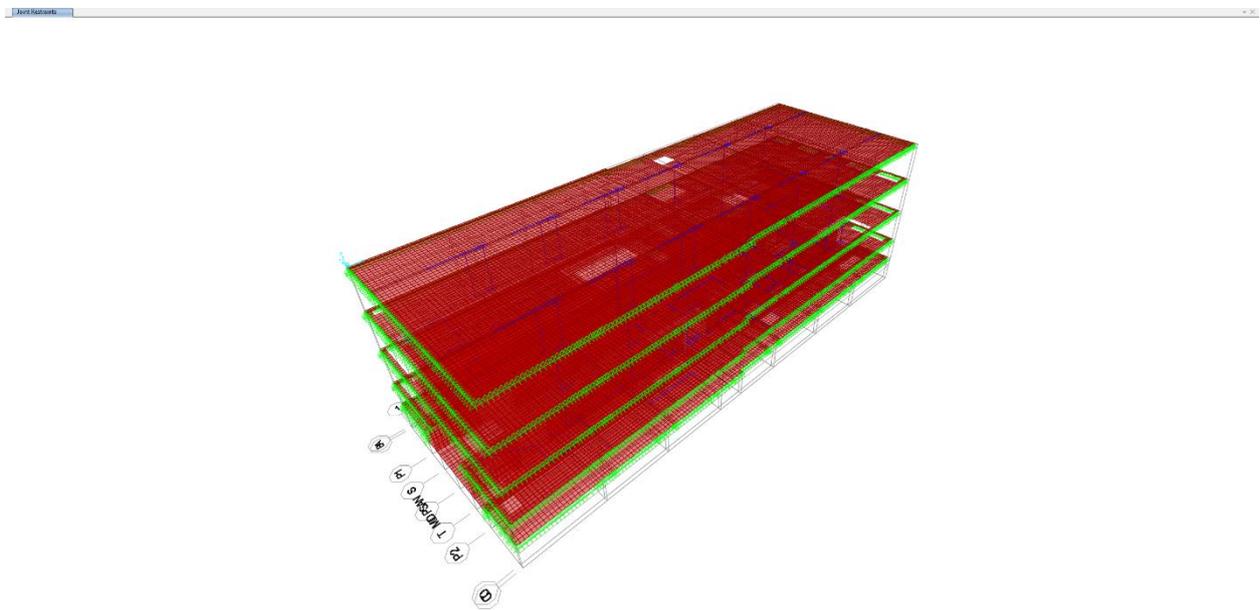


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.2 Modello 3D CON ELEMENTI IN SPESSORE**



**Figura 6.3 Modello di visualizzazione**



Il solaio di copertura è costituito da una soletta piena di spessore 0,80m, semplicemente appoggiata ai diaframmi perimetrali di spessore 1,20m. Tale ipotesi si basa sul fatto che non è possibile garantire un collegamento rigido affidabile tra soletta di copertura e diaframmi. Inoltre, rappresenta un'ipotesi più conservativa per la verifica strutturale della soletta di copertura.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Il solaio intermedio a quota -7,74 m da p.c. è costituito da una soletta piena di spessore 1,00m, semplicemente appoggiata sui diaframmi perimetrali. Per la connessione è prevista una tasca per l'appoggio della soletta di dimensioni 0,20m e alta 1,30m, con una tolleranza di +/-15 cm.

Il solaio intermedio a quota -13,59 m da p.c. è costituito da una soletta piena di spessore 1,00m, semplicemente appoggiata sui diaframmi perimetrali. Per la connessione è prevista una tasca per l'appoggio della soletta di dimensioni 0,20m e alta 1,30m, con una tolleranza di +/-15 cm.

La soletta di fondazione presenta una parte centrale profonda e due parti laterali sulle quali si innestano setti e pilastri, con quota di estradosso di 202.20 m s.l.m (-22,28 m da p.c.). La soletta ha spessore variabile, con

I setti saranno realizzati a partire dal fondo con dimensioni variabili in funzione degli allineamenti e dell'altezza. Come sarà visibile negli elaborati di carpenterie e armature i setti sono suddivisi nelle seguenti tipologie:

- Setti di larghezza 350/300 cm e spessore 70/50 cm (allineamenti 6-7)
- Setti di larghezza 550/460 cm e spessore 60/50 cm (allineamento 5)
- Setti di larghezza 350/300 cm e spessore 70/50 cm (parte finale colonna circolare diametro 80 cm al livello dell'atrio su allineamenti 1-2-3-4).

A livello delle solette intermedie e di fondo, saranno previste nicchie di 0,30m di profondità e 1,30m di altezza per garantire l'efficace sostegno e collegamento dei solai. Trasversalmente saranno presenti barre passanti che fungono da connettori a taglio e garantiscono il collegamento al nodo solaio-barrette.

Le colonne circolari tra i livelli del tetto e dell'atrio sono sezioni circolari in calcestruzzo di 0,80m di diametro.

I setti e le colonne verranno realizzati dal basso partendo dal solettone di fondazione fino alla copertura.

#### **6.1.2 Modello strutturale (fase definitiva)**

Il modello strutturale principale consiste in un modello tridimensionale agli elementi finiti che considera il solaio di copertura, i solai intermedi (atrio e mezzanino), il piano banchina, la soletta di fondazione e tutti gli elementi verticali definitivi quali setti e colonne.

Il modello strutturale riproduce fedelmente la distribuzione delle aperture disposte sulla soletta di copertura e sui solai intermedi. Le figure seguenti mostrano le viste in pianta dei solai, i telai longitudinali e trasversali. Sia la soletta di copertura che le solette intermedie risultano essere semplicemente appoggiate sul loro perimetro poiché sostenute dai diaframmi perimetrali.

Per tutti gli elementi shell, il sistema di assi locali è stato definito in modo tale che la direzione 1-1 corrisponda alla direzione longitudinale della stazione, e la direzione 2-2 corrisponda alla direzione trasversale della stazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

La soletta di fondo è costituita da una soletta piena di spessore variabile tra 1.40 e 1.80 m, collegata ai diaframmi perimetrali dove è prevista una scanalatura profonda 0,20 m e alta 1,80 m, con una tolleranza di  $\pm 15$  cm. La soletta di fondazione sarà collegata direttamente alle fodere perimetrali di spessore 1,00 m ed ai setti verticali definitivi.

Per simulare adeguatamente il terreno sottostante il modello di analisi utilizza molle di tipo Winkler che consentono di simulare gli effetti dell'interazione terreno-struttura.

Per considerare la rigidità verticale del terreno a contatto con la faccia inferiore del solettone di fondo, in ogni elemento shell è incorporata una *Spring to Area* con un modulo di reazione  $K_s$  (KN/m/m<sup>2</sup>) reagente solo a compressione. La rigidità della molla associata a ciascun nodo interno sarà il prodotto di  $K_s$  per l'area tributaria di ciascun elemento. Poiché le molle nel terreno reagiscono solo a compressione, è stata realizzata un'analisi statica non lineare. Tutti i nodi del modello sono pertanto liberi di spostarsi verticalmente e dispongono di una molla verticale per supportare i carichi gravitazionali provenienti dalla sovrastruttura, trasferiti per continuità dalle strutture superiori. Perimetralmente il solettone di fondo è rigidamente collegato alle fodere interne spesse 1.00 m, che sono adiacenti ai diaframmi. Sono stati quindi considerati vincoli esterni di appoggio perimetrale sulla fondazione.

Per stimare il modulo di reazione verticale del terreno migliorato si utilizza il Metodo proposto da *Bowles* (1982), adottato anche dal Comitato ACI 336.2R-88 (riapprovato 2002).

$$K_s = \frac{E_s}{B(1 - \nu^2)I_w}$$

$I_w$  .. Fattore di forma base

$B$ .. Larghezza base

$E_s$ . Modulo di Young del suolo

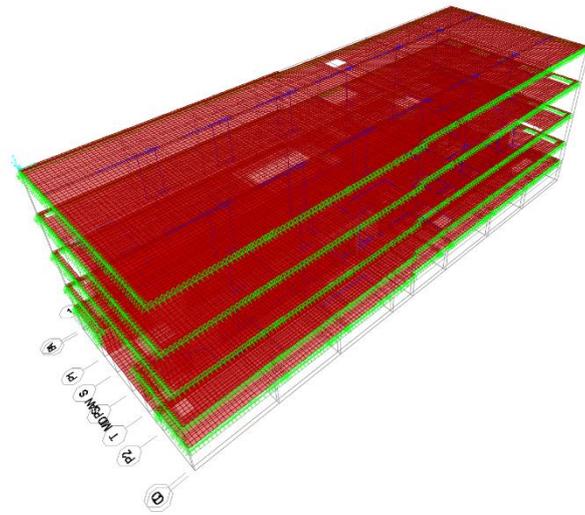
Unità prevalente U2

$$E_s = 150 \text{ MPa} \quad \nu = 0,30$$

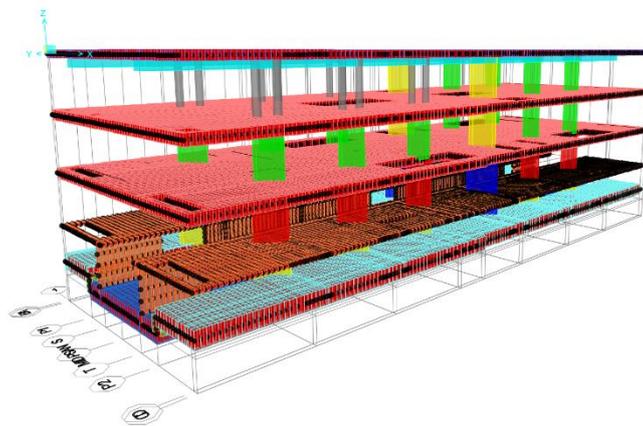
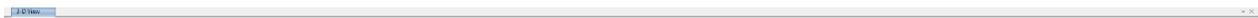
$$B = 26,80\text{m} \quad L/B \sim 2,50 \quad I_w = 1,30 \quad \rightarrow \quad K_s = 4700 \text{ kN/m/m}^2$$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.4 Modello 3D**



**Figura 6.5 Modello 3D**





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.6 SOLETTA DI COPERTURA (LIVELLO STRADA)

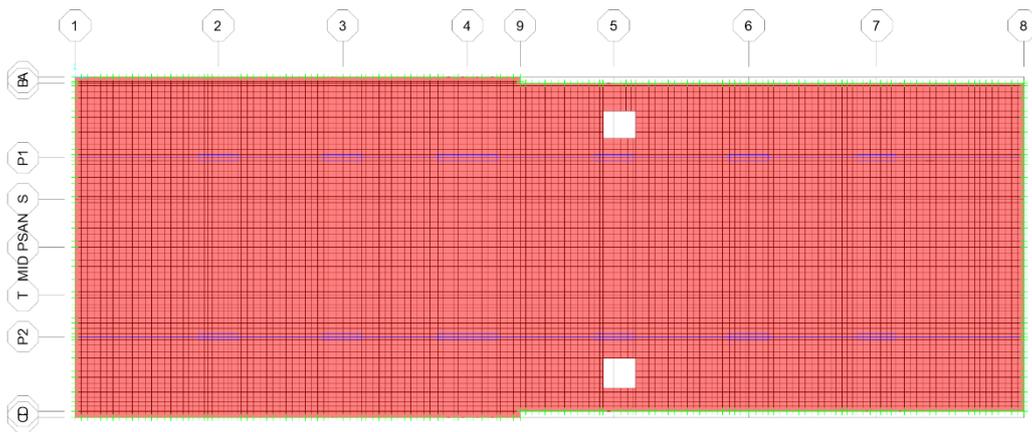
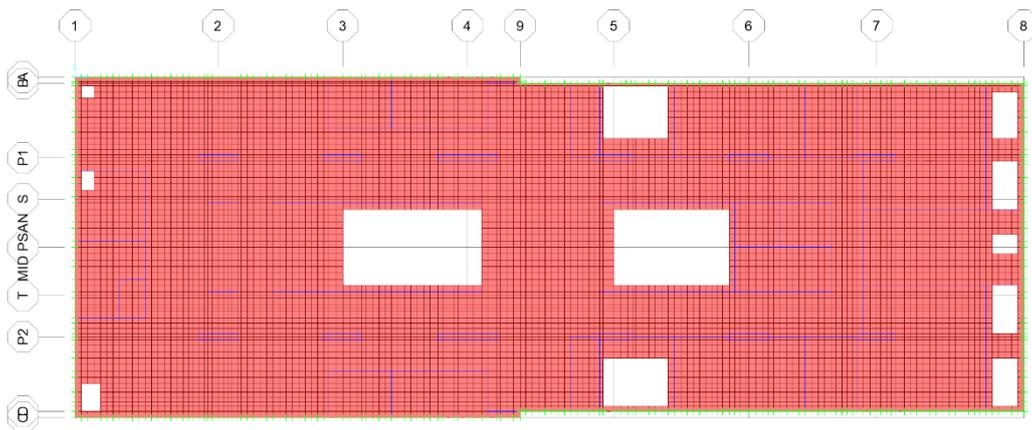


Figura 6.7 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO ATRIO)





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.8 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO MEZZANINO)

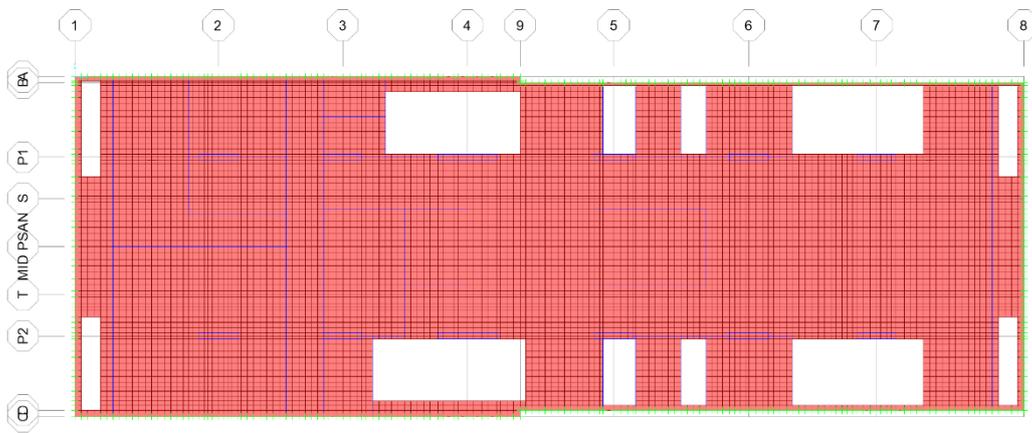


Figura 6.9 SOLETTA INTERMEDIA (LIVELLO BANCHINA)





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

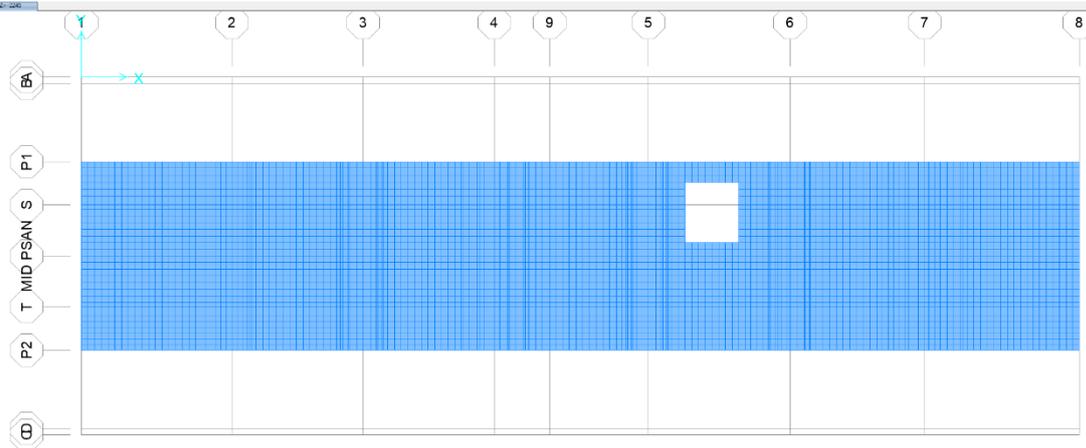
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.10 SOLETTA DI FONDAZIONE (LIVELLO SUPERIORE)



Figura 6.11 SOLETTA DI FONDAZIONE (LIVELLO INFERIORE)





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Figura 6.12 VASCA DI AGGOTTAMENTO

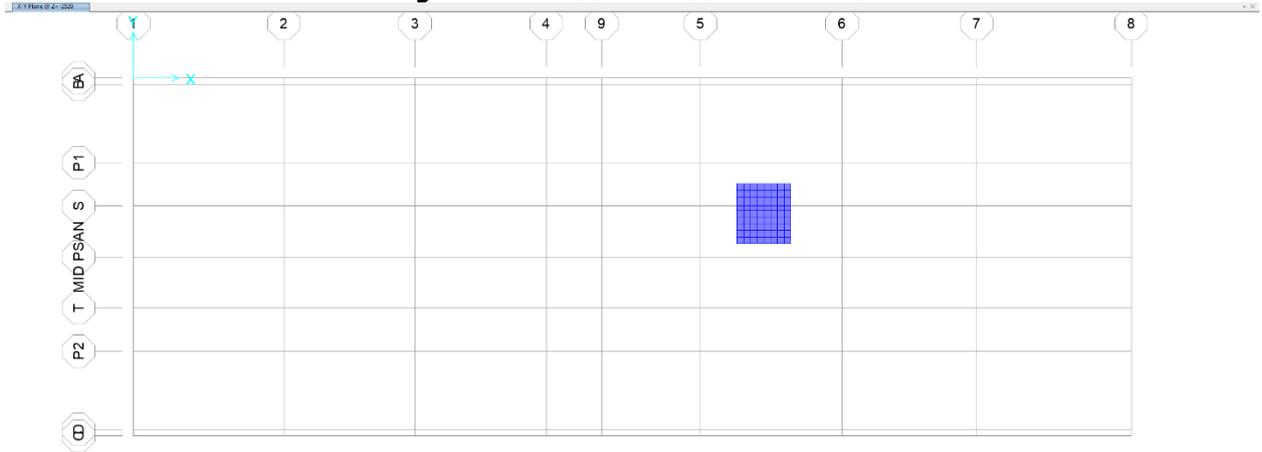


Figura 6.13 SETTO SOTTOBANCHINA





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

FIGURA 6.14 TELAIO TRASVERSALE

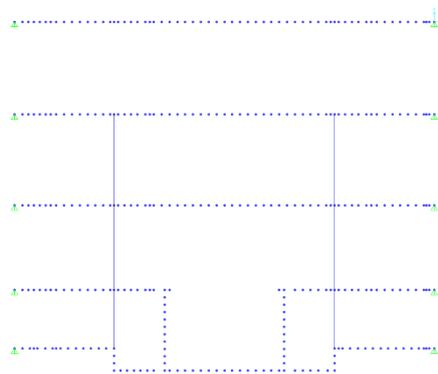
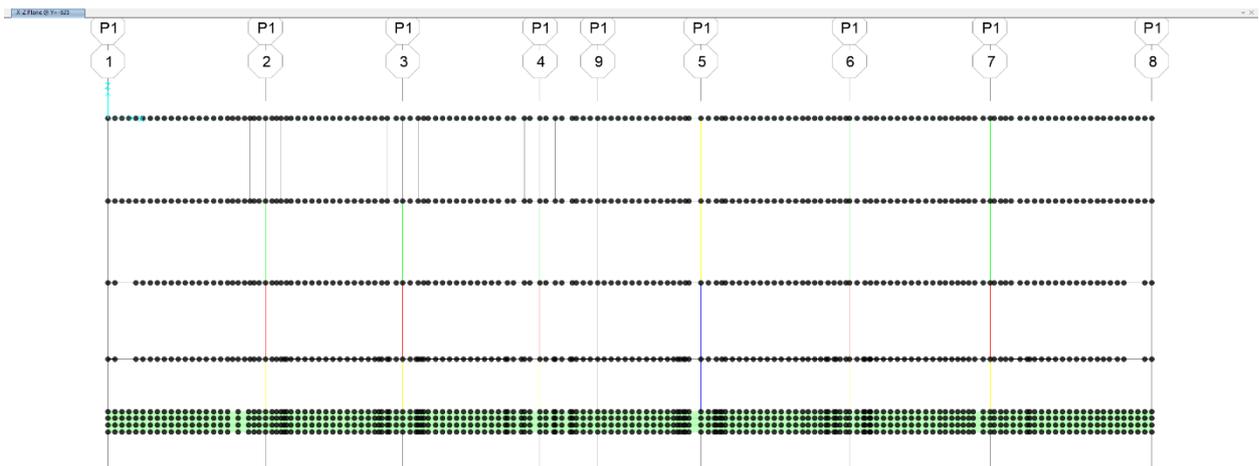
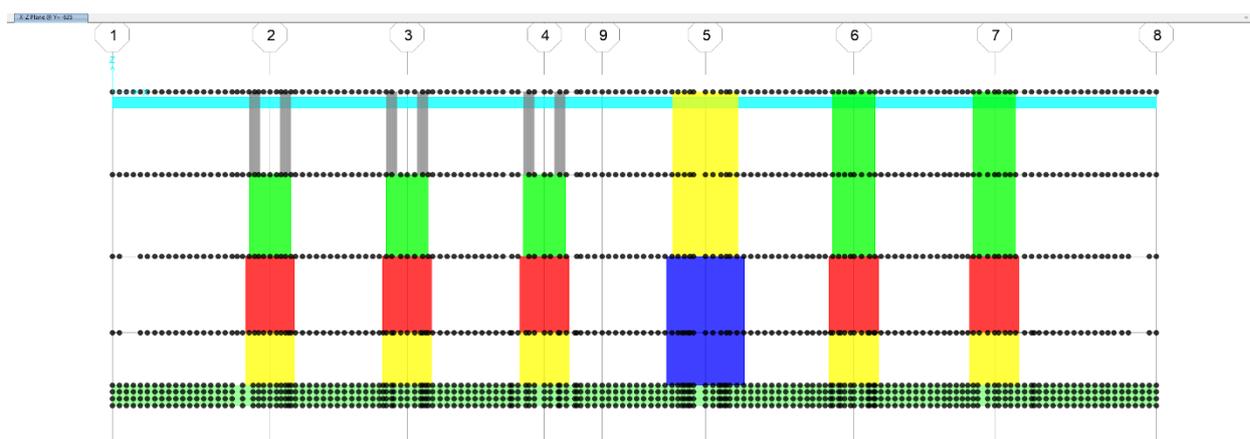


Figura 6.15 TELAIO LONGITUDINALE



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.16 TELAIO LONGITUDINALE**



La mesh della soletta è stata studiata in modo da garantire la corrispondenza dei nodi del modello con il perimetro delle barrette, in questo modo è possibile identificare la zona di "nodo rigido". La Figura 7.4 mostra il dettaglio di un nodo di intersezione tra la soletta intermedia di spessore 1,00 m e una barretta di 2,80x0,60 m. Assegnando un Body Constraints ai nodi evidenziati, è possibile simulare l'estensione della porzione rigida della soletta in prossimità del nodo centrale ed ottenere le sollecitazioni agenti sulla soletta in corrispondenza delle facce delle barrette. Analogamente, per le barrette, sono stati considerati degli End Offsets ad entrambe le estremità dell'elemento, con dimensioni pari alla metà dello spessore della soletta, per simulare la porzione rigida della barretta in prossimità del nodo, ed ottenere le forze agenti sulla barretta in corrispondenza delle facce superiore e inferiore dei solai. Questa condizione è stata applicata a tutti i nodi solaio-barrette del modello strutturale.



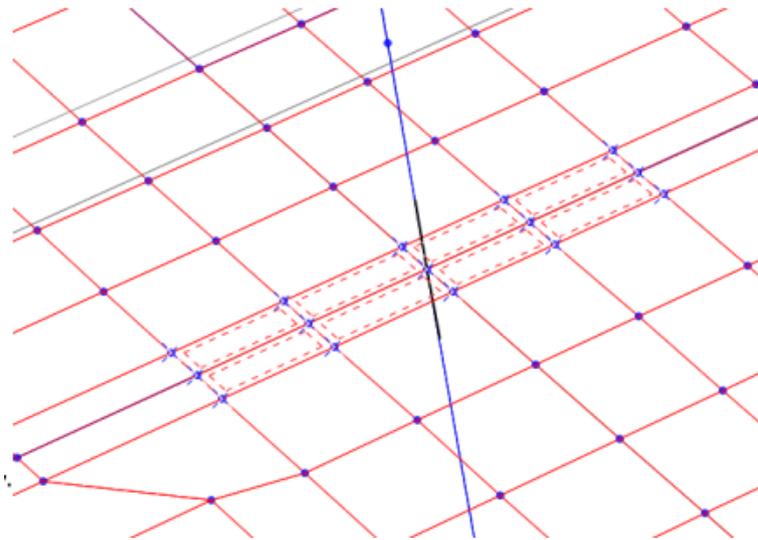
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**FIGURA 6.17 MODELLO DI VISUALIZZAZIONE**





CITTA' DI TORINO

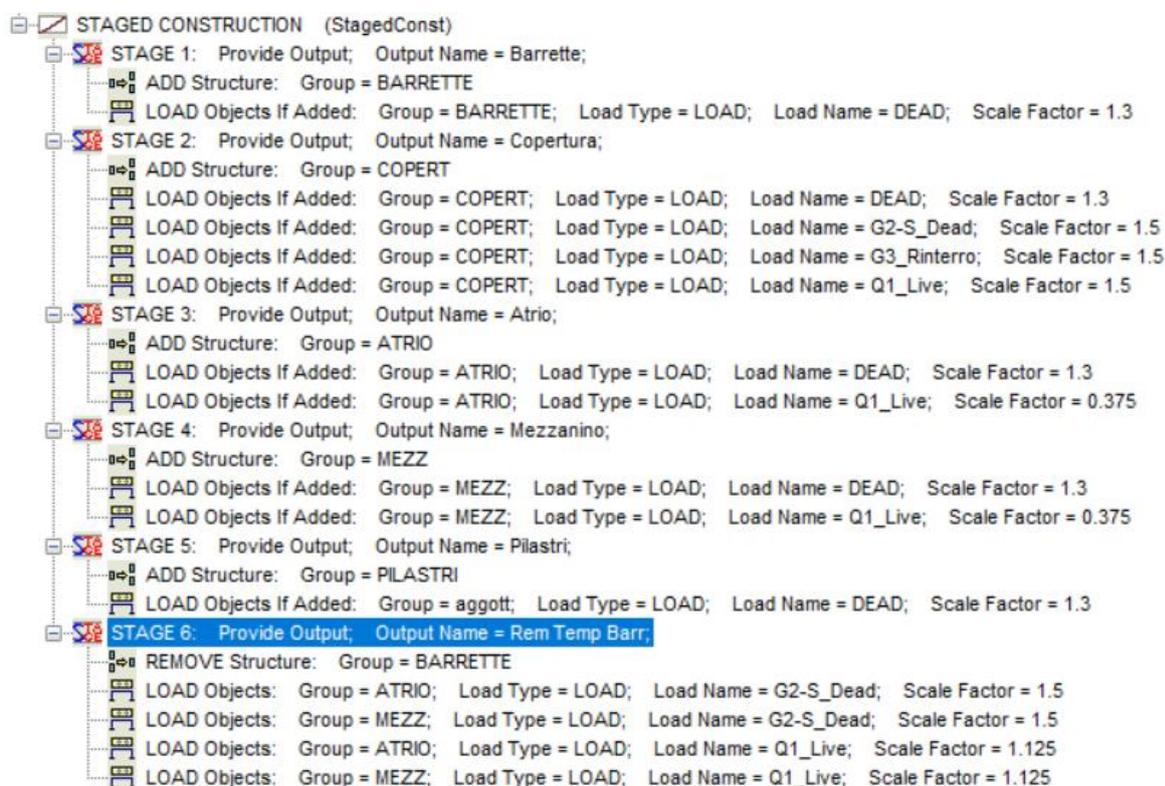
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.3 Modello strutturale (fase costruttiva)

Al fine di tenere in considerazione la sequenza costruttiva è stata implementata una analisi del tipo *Staged Construction*, ovvero una analisi statica non lineare che consente di riprodurre le diverse fasi di costruzione, aggiungendo o rimuovendo porzioni della struttura e schemi di carico. La figura seguente presenta le fasi considerate nella modellazione.



Mediante tale modellazione sono state verificate le le travi di ripartizione della soletta di copertura (paragrafo 6.1.5.5) ed i setti temporanei (paragrafo 6.1.5.12)

### 6.1.4 Carichi e combinazioni

#### Soletta di copertura

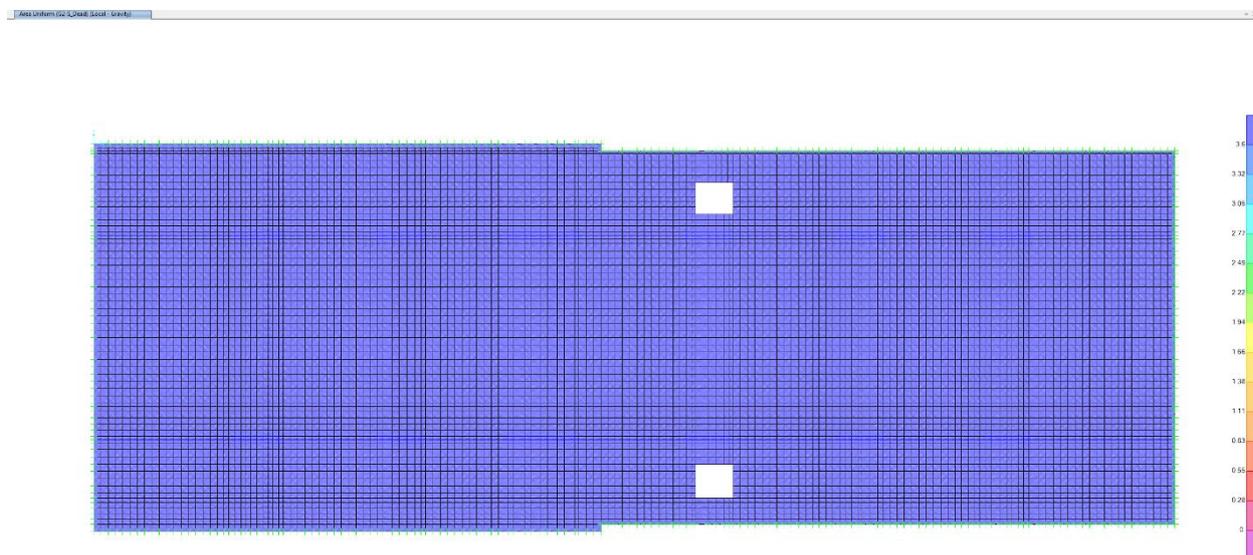
- Carichi permanenti:

Peso proprio (calcolato automaticamente)  $0,80\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 20 \text{ kN/m}^2$  ( $G_1$ -Dead)

Massetto per formazione pendenze =  $0,15 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$  ( $G_2$ -S\_Deal)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.18 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DI COPERTURA**



$$\text{Rinterro} = (1,80+0,50) \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 = 46,0 \text{ kN/m}^2 \text{ (G}_3\text{-Rinterro)}$$

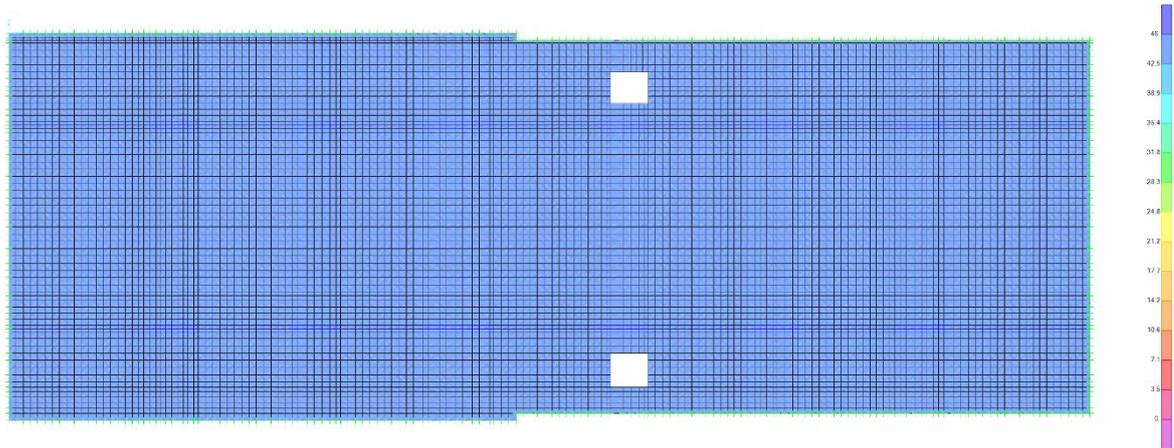


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



- Carichi variabili:

Sovraccarichi esterni =  $20,0 \text{ kN/m}^2$  ( $Q_1$ -Live)

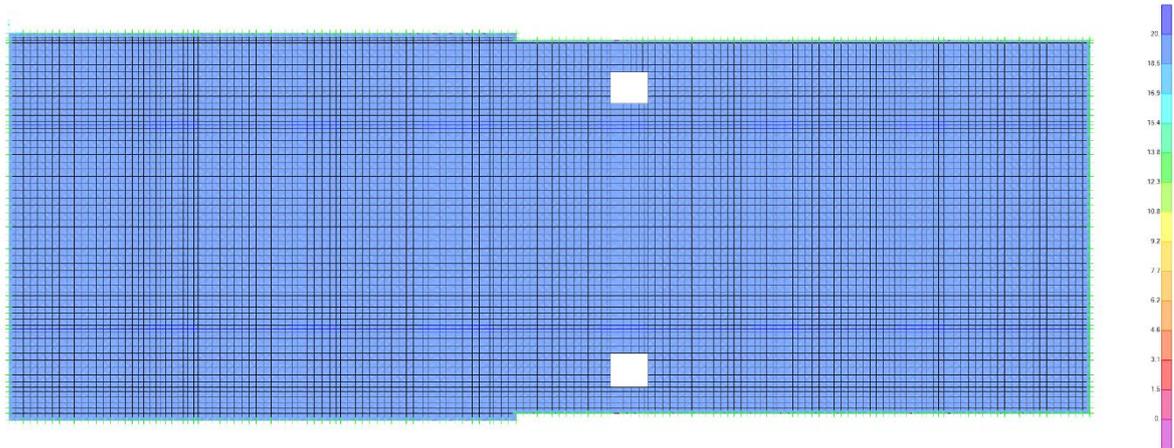


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Solai intermedi:

- Carichi permanenti:

Peso proprio (calcolato automaticamente)  $1,00 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^2$  ( $G_1$ -Dead)

Pavimentazione =  $0,15\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$  ( $G_2$ -S\_Dead)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

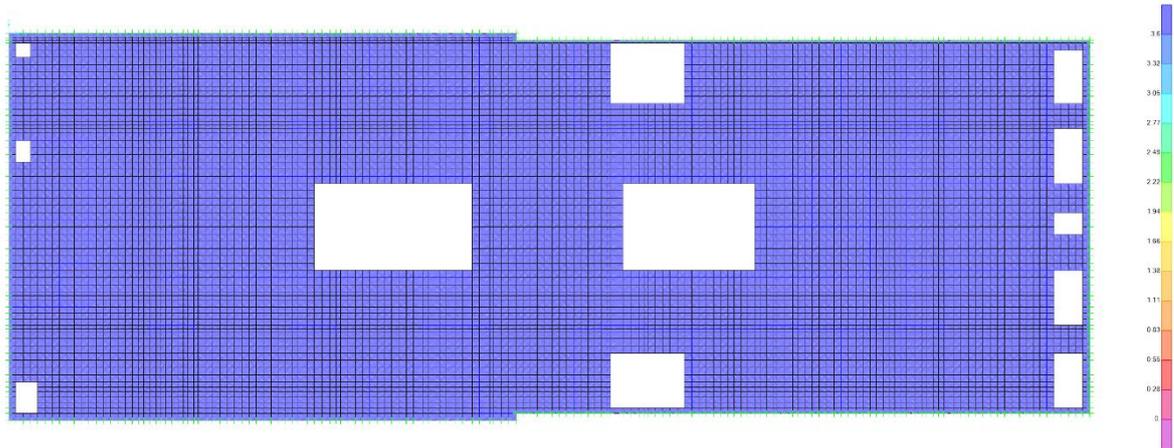
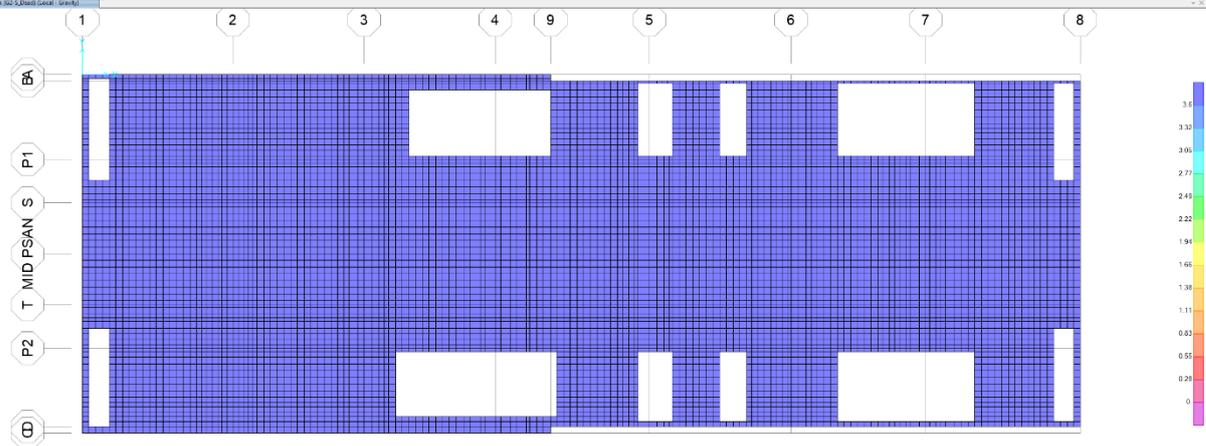


Figura 6.22 CARICHI PERMANENTI DA MASSETTO SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO

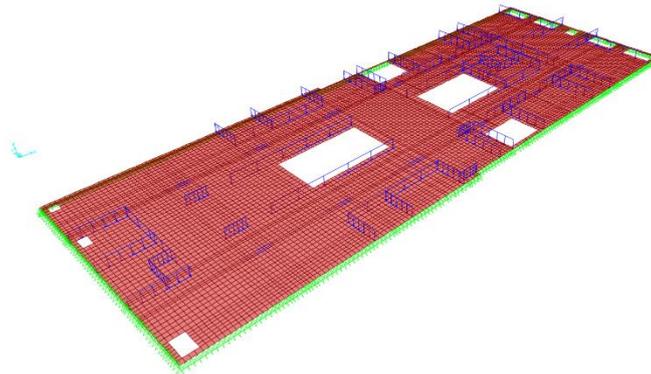


Divisori interni =  $P \times H$  (kN/m) =  $3,30 \text{ kN/m}^2 \times 5,05 \text{ m} = 16,70 \text{ kN/m}$  ( $G_2\text{-S\_Dead}$ )

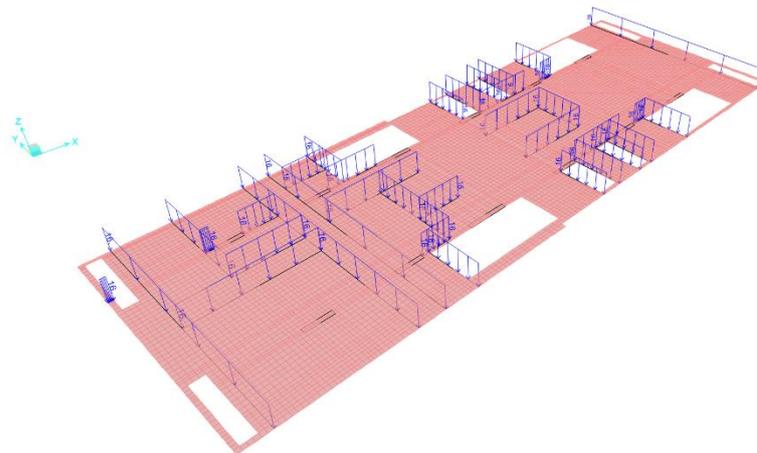
Peso tramezzi e della struttura di supporto  $P = 3,30 \text{ kN/m}^2$

Altezza libera dei divisori interni  $H$  (m) = variabili in funzione del piano tra 4,80 e 5,05 m.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



**Figura 6.24 CARICHI PERMANENTI DA PARETI DIVISORIE SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO**



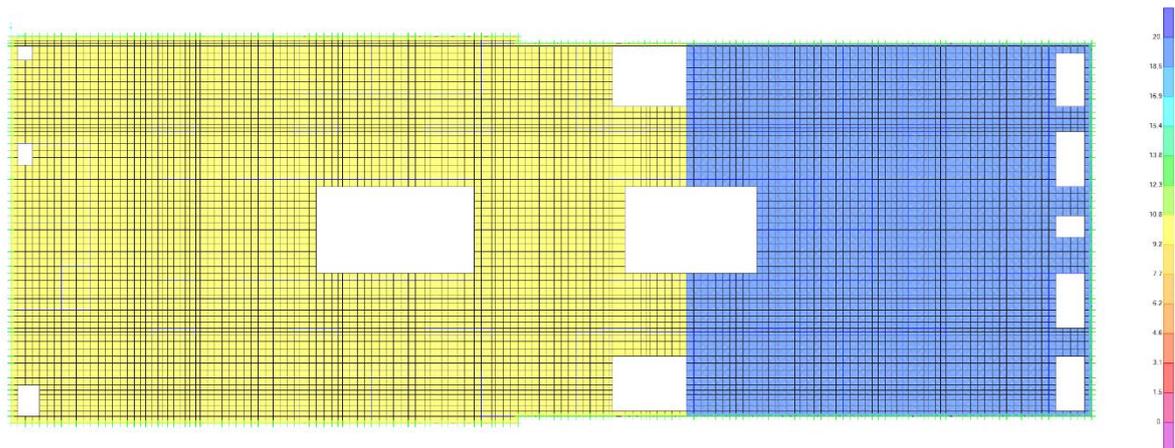
- Carichi variabili: ( $Q_1$ -Live)

Sovraccarichi nelle aree pubbliche = 5,0 kN/m<sup>2</sup>

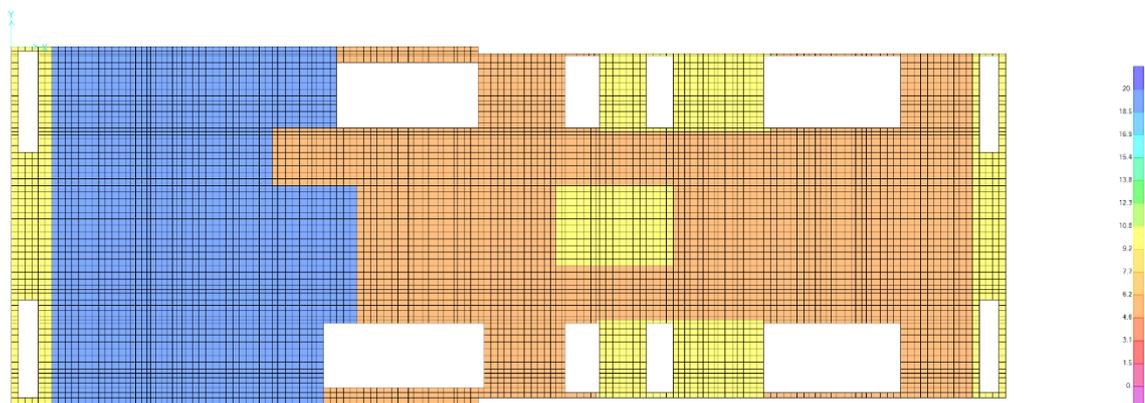
Sovraccarichi aree tecniche (non sistema) = 10,0 kN/m<sup>2</sup>

Sovraccarichi aree tecniche (sistema) = 20,0 kN/m<sup>2</sup>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



**Figura 6.26 CARICHI VARIABILI SULLA SOLETTA DEL MEZZANINO**



Soletta di banchina:

- Carichi permanenti:

Peso proprio (calcolato automaticamente)  $1,00 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^2$  ( $G_1$ -Dead)

Pavimentazione =  $0,15\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$  ( $G_2$ -S\_Dead)

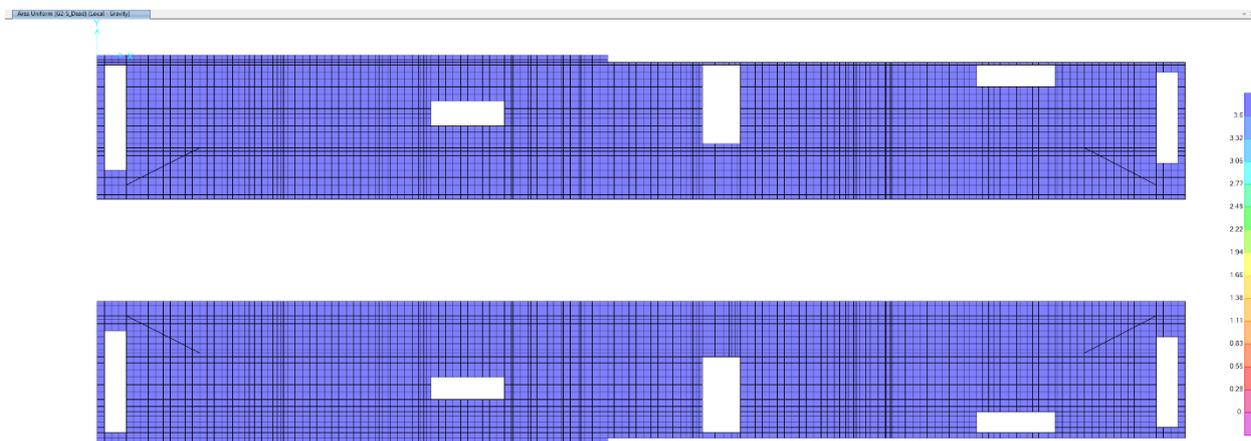
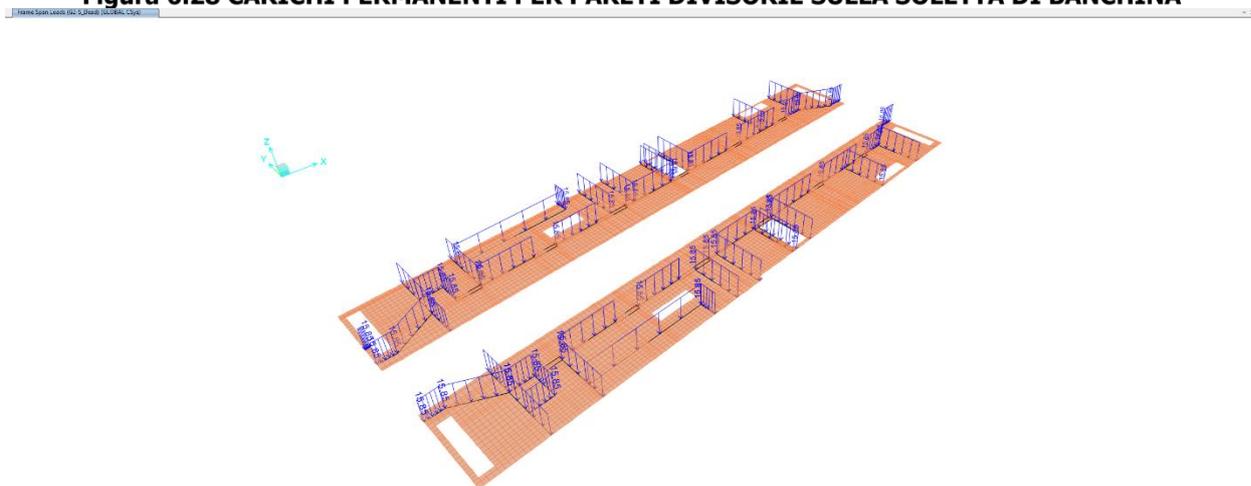


Figura 6.28 CARICHI PERMANENTI PER PARETI DIVISORIE SULLA SOLETTA DI BANCHINA



- Carichi variabili: ( $Q_1$ -Live)

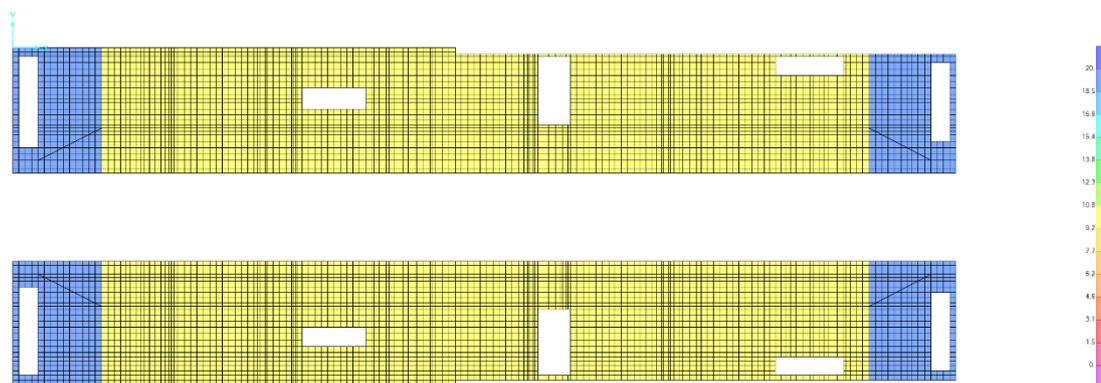
Sovraccarichi nelle aree pubbliche =  $5,0 \text{ kN/m}^2$

Sovraccarichi aree tecniche (non sistema) =  $10,0 \text{ kN/m}^2$

Sovraccarichi aree tecniche (sistema) =  $20,0 \text{ kN/m}^2$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

File: Statione (C:\Users\Giacca\Documents\Statione.dwg) - AutoCAD 2014



### Soletta di fondazione:

Il solettone di fondo è fondamentalmente soggetto a carichi normali al suo piano, rappresentati dai carichi gravitazionali provenienti dalla sovrastruttura e trasferiti come carichi concentrati sui pilastri e carichi distribuiti applicati al perimetro del modello, nonché carichi verticali associati alla sottopressione idrostatica dovuta al livello della falda.

- Carichi permanenti:

Peso proprio (calcolato automaticamente)  $1,00 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^2$  ( $G_1$ -Dead)

Sottospinta idraulica dovuta alla falda di massimo livello (-5 m da p.c.)

Per la verifica strutturale a lungo termine a SLU, il livello della falda è considerato 4,50 metri al di sopra del livello piezometrico di riferimento indicato nel profilo geotecnico, equivalente al livello a breve termine più 3,00 metri. Questo porta ad una sottopressione verticale che deve essere direttamente sopportata del solettone di fondo e che si somma alla reazione verticale del terreno trasmesse dai carichi gravitazionali della sovrastruttura.

Nel caso della stazione Verona (SVR), la quota piezometrica di riferimento è a -9,50m, per cui la quota a lungo termine sarà di -5,00m, che rappresenta un dislivello laterale/centrale di  $\Delta H = 18,63/20,58\text{m}$  rispetto alla quota dell'intradosso del solettone di fondo posto a quota -23,63m/-25,58m.

$$\text{Sottopressione centrale} = \Delta H \times \gamma_w = 18,63\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 186 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sottopressione laterale} = \Delta H \times \gamma_w = 20,58\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 258 \text{ kN/m}^2$$

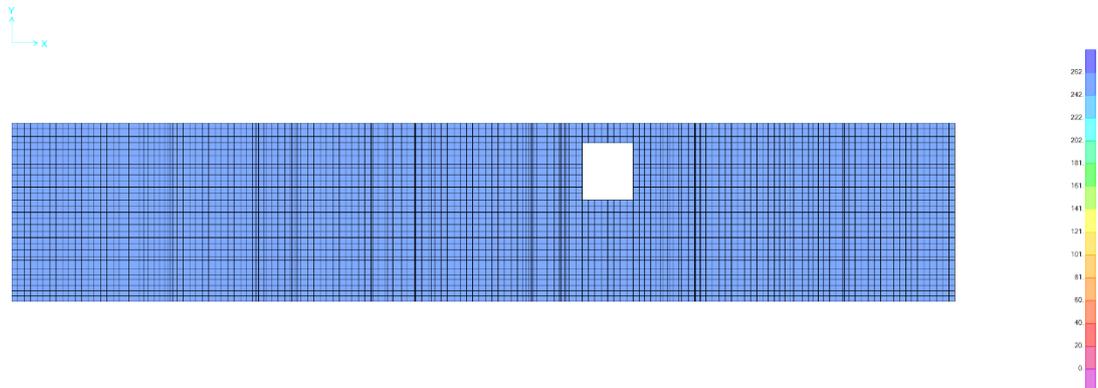
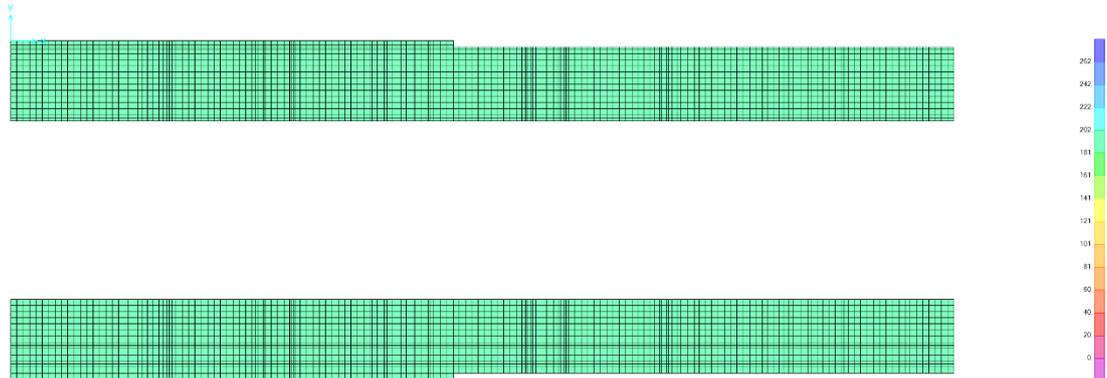


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Nota 1: Per l'applicazione dei carichi lineari, sono stati incorporati elementi virtuali del tipo frame (section none) in corrispondenza della loro posizione sul solaio, e i carichi applicati agli elementi come carichi distribuiti calcolato come  $P \times H$ , in modo che il loro effetto si traduca in carichi puntuali sui nodi di meshing.

Per la verifica strutturale degli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE), vengono utilizzati i fattori e le combinazioni indicate nelle NTC2018.

SLU:  $1,30G1+1,50G2+1,50G3+1,50Q1$

SLE:  $G1+G2+G3+\Psi_{2,1}Q1$  dove  $\Psi_{2,1}= 1,00$  conservativamente combinazione quasi permanente a lungo termine.

I coefficienti parziali di sicurezza dei materiali sono:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Calcestruzzo:  $\gamma_c=1,50$

Acciaio di rinforzo:  $\gamma_s=1,15$

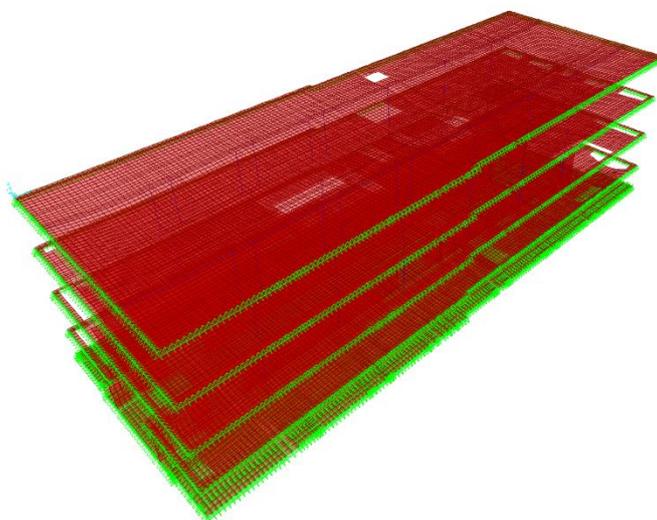
### 6.1.5 Risultati e verifiche strutturali

Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati della combinazione SLE e gli involuppi delle combinazioni SLU.

I risultati della combinazione SLE sono stati utilizzati per la verifica delle tensioni in esercizio, controllo della fessurazione e deformazione.

Gli involuppi della combinazione SLU sono stati utilizzati per le verifiche a flessione e a taglio della sezione in c.a.

**FIGURA 6.31 IMMAGINE DELLA DEFORMATA DELLA STRUTTURA IN COMBINAZIONE SLE**



La Figura 7.29 mostra una vista della deformazione della struttura in combinazione SLE.

Ai fini delle verifiche verranno sia visualizzate le risultanze del software di calcolo SAP2000, introducendo le aree di armatura resistenti, sia impiegando il software RC-SEC 2022 di Geostru S.r.l.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.5.1 Soletta di copertura

- Verifiche SLU – Soletta di copertura (livello strada)

#### Verifica a flessione:

spessore di soletta = 0,80 m

separazione di barra = 200/100 mm

armatura minima: NTC 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

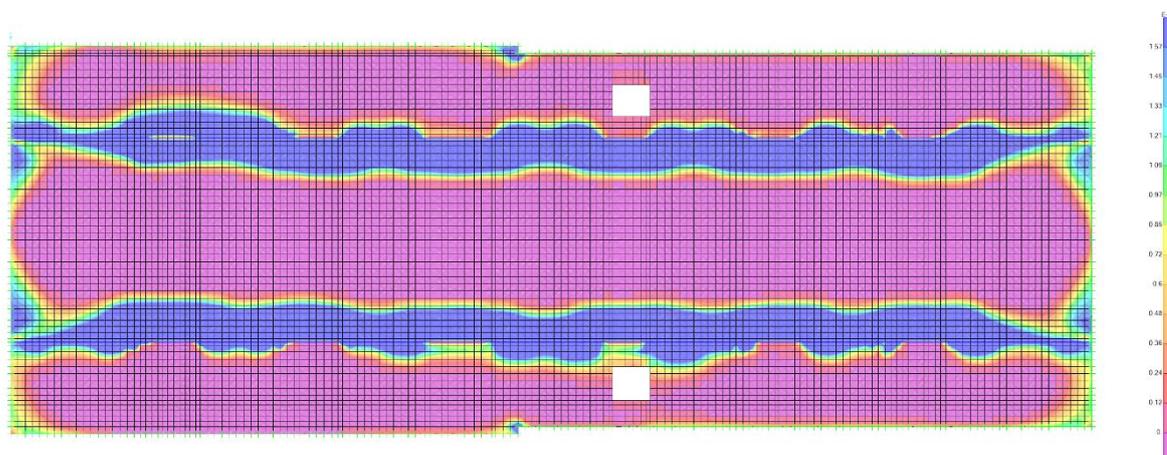
$$A_{s,min} = 0,26 (2.90/450) 100 \times 75 = 12.56 \text{ cm}^2/\text{m} < \Phi 20/200 \text{ mm} = 15.71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Di seguito vengono presentati graficamente i risultati dei requisiti delle armature di rinforzo su ciascuna faccia e in ciascuna direzione delle solette Ast (cm<sup>2</sup>/cm).

Assi locali: 1-Longitudinale 2-Trasversale 3-Verticale

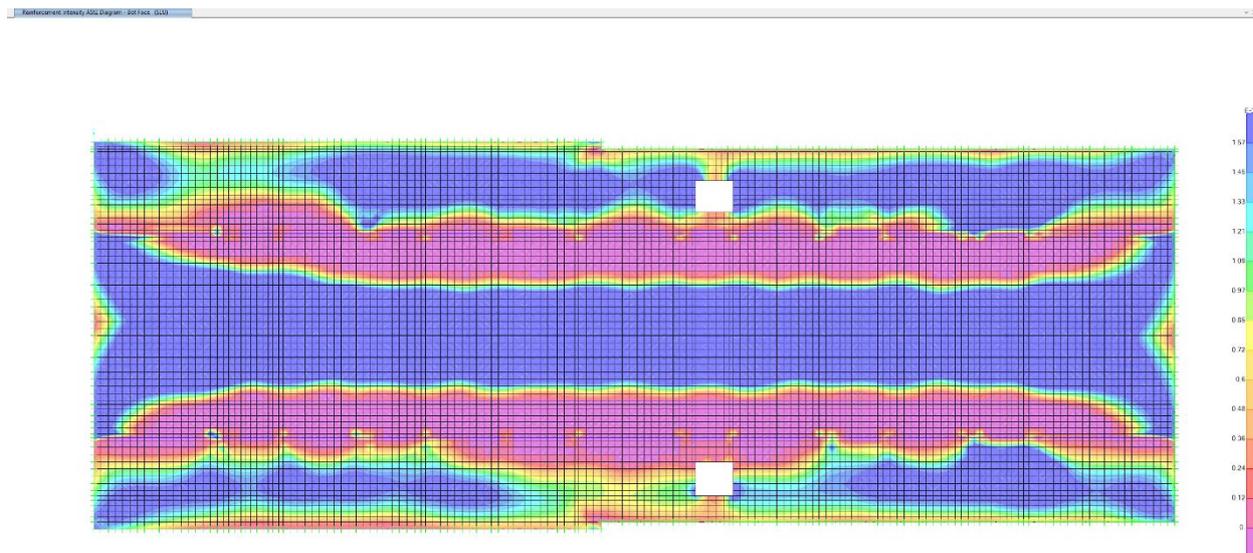
**FIGURA 6.32 ACCIAIO DI RINFORZO AS (CM<sup>2</sup>/CM) FACCIA SUPERIORE - DIREZIONE TRASVERSALE**

Reinforcement intensity AS (cm²/cm) Diagram - Top Face - SLU



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.33 ACCIAIO DI RINFORZO AS (CM<sup>2</sup>/CM) FACCIA INFERIORE - DIREZIONE TRASVERSALE**



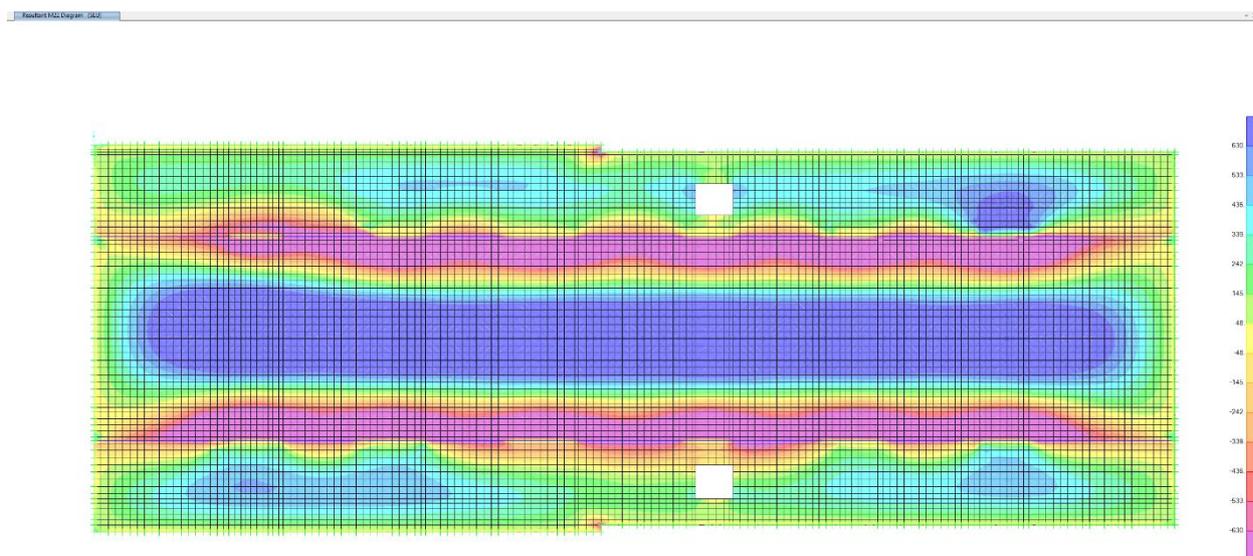
Le aree blu sono quelle che non soddisfano le verifiche. Ne risulta evidente la non verificabilità dell'armatura minima prevista da normativa.

**Tabella 6 Armature soletta di copertura**

Tra assi	Posizione	Tra assi AB	Assi B	Tra assi BC	Assi C	Tra assi CD
<b>1-8</b>	Trasv. Superiore	φ24/200	φ24/100	φ24/200	φ24/100	φ24/200
	Trasv. Inferiore	φ24/200	φ24/200	2φ24/100	φ24/200	φ24/200
	Long. Superiore	φ20/200	φ20/200	φ20/200	φ20/200	φ20/200
	Long. Inferiore	φ20/200	φ20/200	φ20/200	φ20/200	φ20/200

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

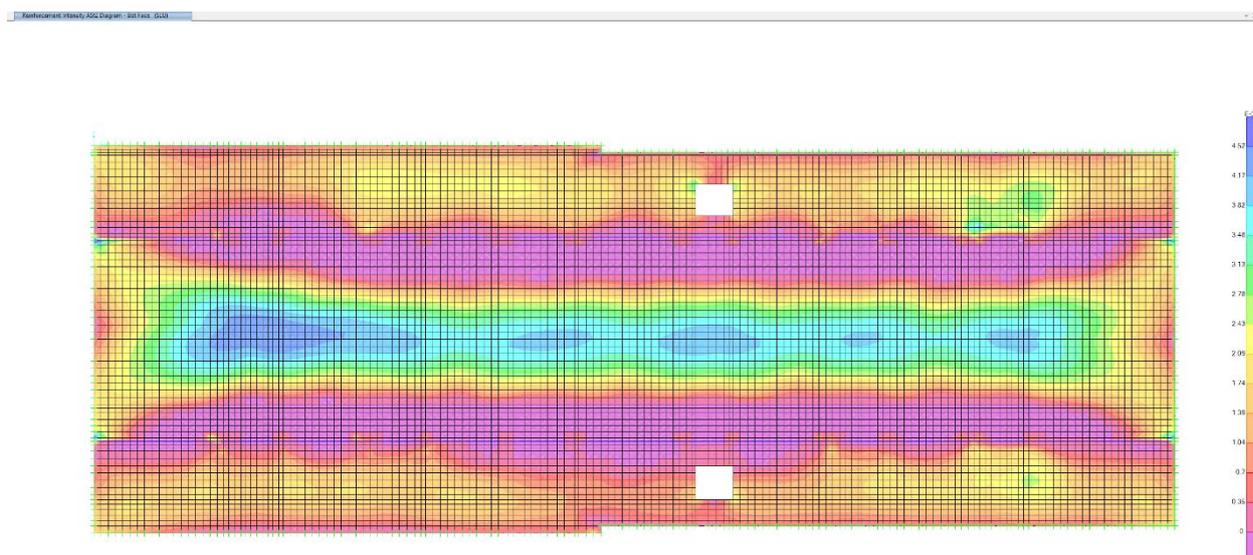
**Figura 6.34 Diagramma momento flettente M22**



Saranno pertanto necessari raffittimenti (aree blu in intradosso, aree magenta in estradosso).  
 Armatura integrativa prevista ad intradosso:  $\Phi 24/200\text{mm}$  (complessivo  $\Phi 24/100\text{mm}$  ad intradosso per un'area complessiva di  $0.00452 \text{ mq/m}$ )

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.35 Acciaio di rinforzo  $A_s$  (cm<sup>2</sup>/cm) faccia inferiore - direzione trasversale**



Le sollecitazioni in estradosso invece sono verificate non solamente dalla soletta ma anche dal ringrosso inferiore, che porta la sezione ad una altezza complessiva di 160 cm, per una larghezza di 200 cm. Si prevede un raffittimento superiore con barre integrative di diametro 24 mm e passo 200 mm, in corrispondenza della trave, oltre ad adeguati ancoraggi. Il risultato, nella direzione trasversale, è rappresentato nell'immagine seguente.

Armatura integrativa prevista ad estradosso:  $\Phi 24/200\text{mm}$  (complessivo  $\Phi 24/100\text{mm}$  ad intradosso per un'area complessiva di 0.00452 mq/m)

Il momento resistente in tale configurazione è pari a 2640 kNm. Il tabulato di verifica è riportato in Allegato A.

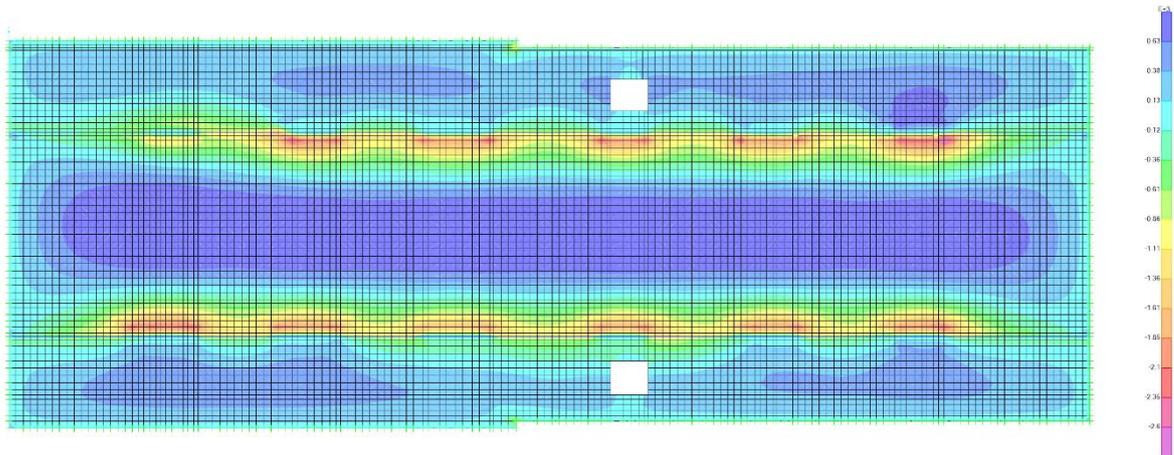


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

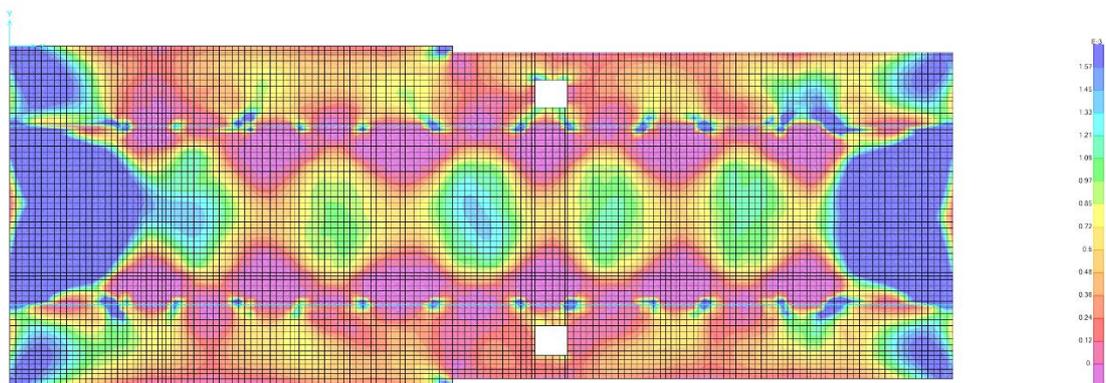
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



### Armatura longitudinale.

In direzione longitudinale si prevedono armature standard di diametro  $\Phi 20/200\text{mm}$  0.00157 mq/m.

In intradosso le armature presentano le seguenti aree di superamento (colore blu).



Non risultano verificate le aree centrali di estremità, per le quali si prevede un raffittimento con armature pari a  $\Phi 24/200\text{mm}$  (per un complessivo di 0.00383 mq/m).

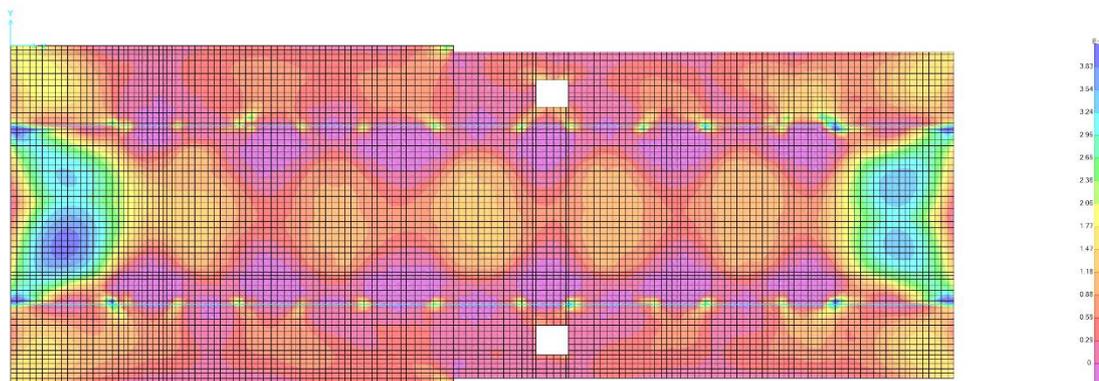


CITTA' DI TORINO

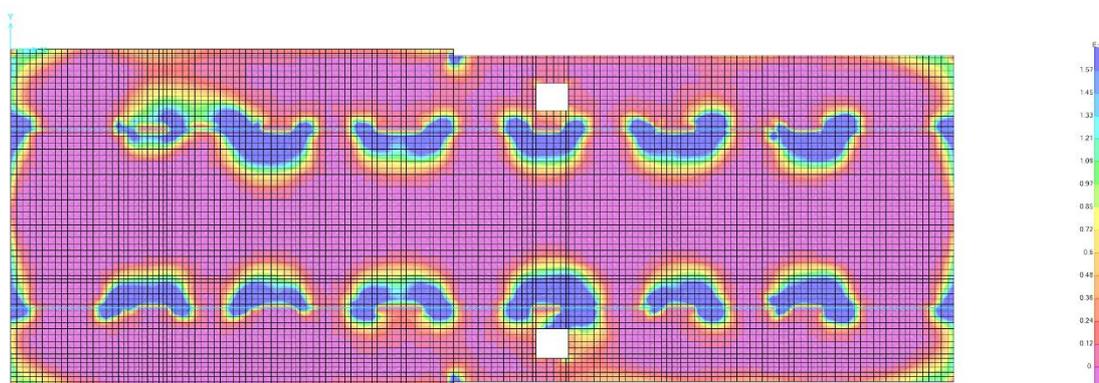
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Superiormente le armature standard determinano il seguente stato.



Le aree non verificate sono poste in corrispondenza di setti e pilastri, dove verrà proposto un rafforzimento con barre  $\Phi 24/200\text{mm}$  (per un complessivo di  $0.00383 \text{ mq/m}$ ).

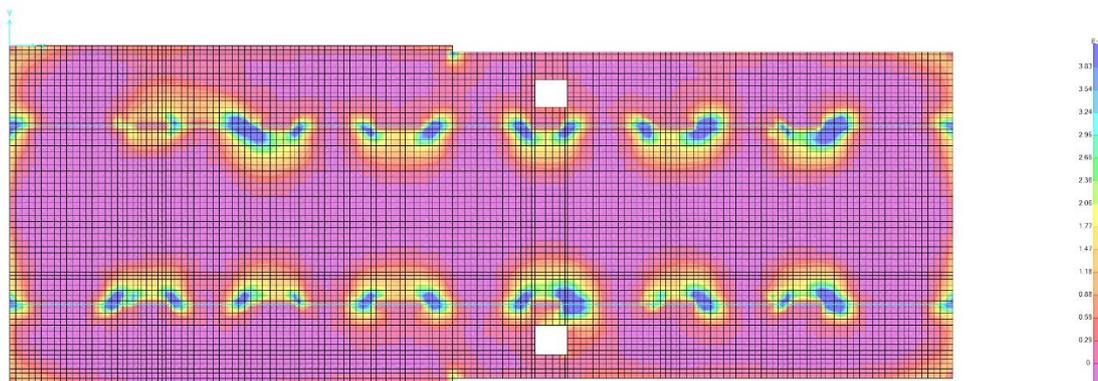


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



### Verifica a taglio

La sezione standard (spessore 80 cm) con armatura di 1+1  $\Phi 20/200$  mm determina la seguente resistenza a taglio, in assenza di armature specifiche (determinata con un foglio di calcolo Excel).

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$	=	30	Mpa	
$d$	=	720	mm	altezza utile
$A_{sl}$	=	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$	=	720000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$	=	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$	=	0.12		
$k_1$	=	0.15		
$k$	=	1.5270	≤	2
$\rho_1$	=	0.00314	≤	0.02
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	<	3.4000
$V_{min}$	=	0.3617		
$V_{Rd,c}$	=	278.64	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$	=	260.46	kN	valore minimo di resistenza

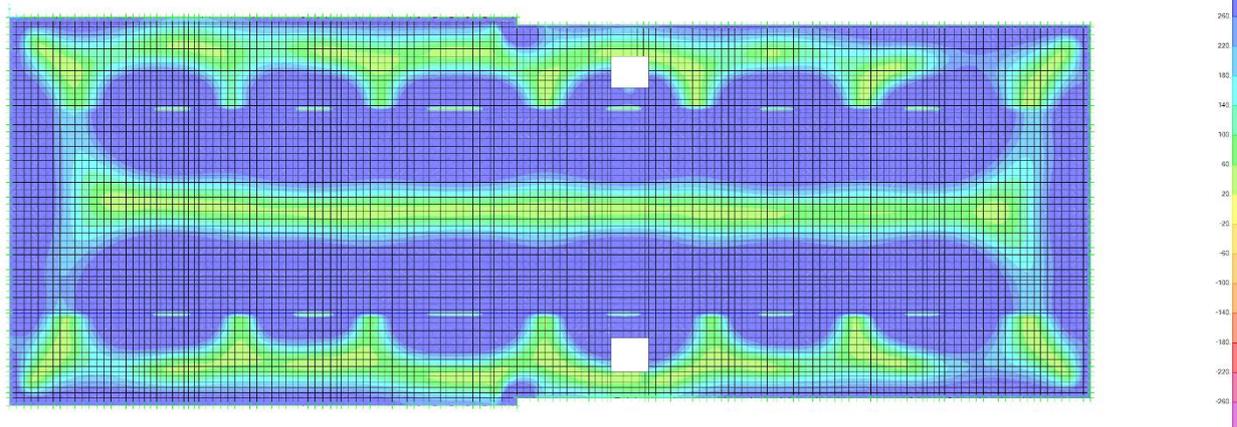


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Si prevede pertanto un'armatura a taglio standard con spilli di diametro 20mm e passo 40x40cm. Ne deriva il seguente valore di taglio resistente pari a circa 1200 kN/m.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$	=	30	Mpa	
$d$	=	720	mm	altezza utile
$A_{sl}$	=	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$	=	720000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$	=	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$	=	0.12		
$k_1$	=	0.15		
$k$	=	1.5270	≤	2
$\rho_1$	=	0.00314	≤	0.02
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	<	3.4000
$V_{min}$	=	0.3617		
$V_{Rd,c}$	=	278.64	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$	=	260.46	kN	valore minimo di resistenza

#### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	no			
$\sigma_{cp}$	=	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha$	=	90	°	1.57 radianti
$\theta$	=	21.8	°	0.38 radianti
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione



CITTA' DI TORINO

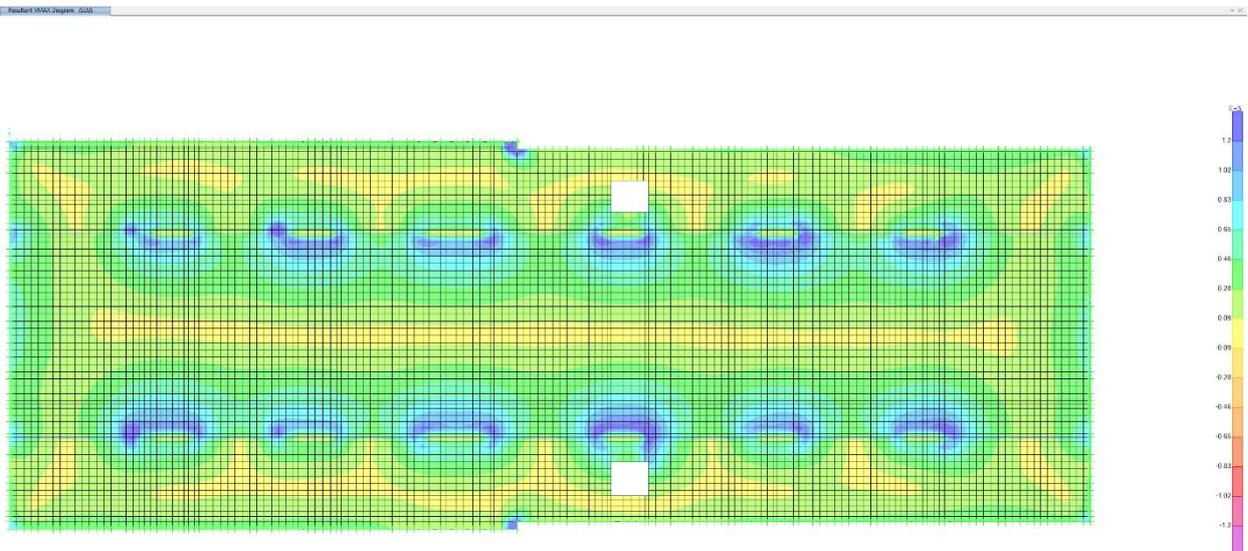
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$d =$	720	mm	altezza utile		
$z =$	648	mm	braccio della coppia interna		
$A_{sw} =$	<b>785</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio		
$s =$	<b>400</b>	mm	passo staffe		
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio		
$\alpha_{cw} =$	1.0000				
$V_1 =$	0.528			2.50017836	1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa			
$V_{Rd,s} =$	1244.14	kN	resistenza lato acciaio		
$V_{Rd,max} =$	2005.57	kN	resistenza lato calcestruzzo		
	0.768	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio	

Il diagramma cromatico che mostra il valore resistente è il seguente.



Intorno a ciascun pilastro/setto viene previsto un raffittimento con un complessivo di spilli di diametro 20mm con passo 200x200 mm, il che determina il seguente valore resistente.

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	30	Mpa			
$d =$	<b>720</b>	mm	altezza utile		
$A_{sl} =$	<b>2260.8</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa		
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa		
$A_c =$	<b>720000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo		
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)		
$C_{rd,c} =$	0.12				
$k_1 =$	0.15				
$k =$	1.5270	≤	2		



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$$\begin{aligned} \rho_1 &= 0.00314 & \leq & 0.02 \\ \sigma_{cp} &= 0.0000 & < & 3.4000 \\ v_{min} &= 0.3617 \end{aligned}$$

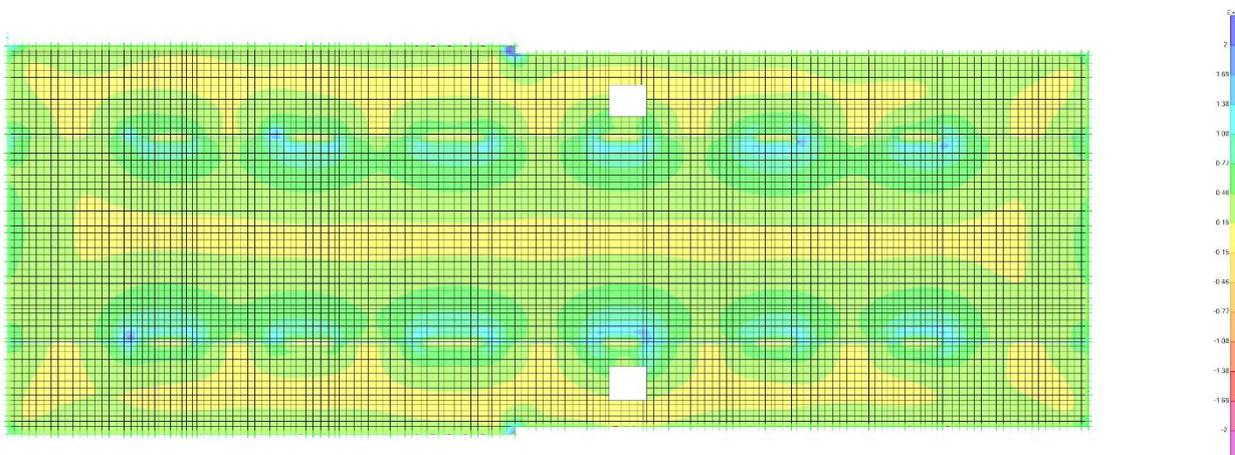
$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= 278.64 & \text{kN} & \text{ formula estesa} \\ V_{Rd,c} &= 260.46 & \text{kN} & \text{ valore minimo di resistenza} \end{aligned}$$

### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	<b>no</b>			
$\sigma_{cp}$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)	
$\alpha$	<b>90</b>	°	1.57	radianti
$\theta$	<b>21.8</b>	°	0.38	radianti
$b_w$	1000	mm	larghezza minima della sezione	
$d$	720	mm	altezza utile	
$z$	648	mm	braccio della coppia interna	
$A_{sw}$	<b>1570</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio	
$s$	<b>200</b>	mm	passo staffe	
$f_{ywd}$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio	
$\alpha_{cw}$	1.0000			
$v_1$	0.528		2.50017836	1.250089181
$f_{cd}$	17.00	Mpa		
$V_{Rd,s}$	4976.57	kN	resistenza lato acciaio	
$V_{Rd,max}$	2005.57	kN	resistenza lato calcestruzzo	
	3.072	$\leq$	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio

Finalità VMA program (0.0)

1/25



La sezione risulta verificata.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

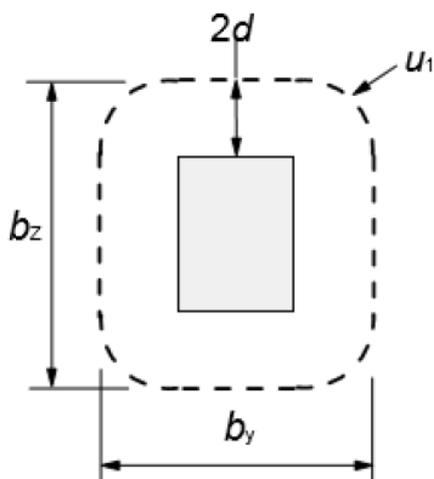
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### Verifica al punzonamento

NTC 4.1.2.3.5.4/Eurocode 2 par. 6.4

Barrette 3,00x0,50 m  $N_{Ed} = 13500$  kN



### Soletta di copertura:

$V_{Ed} =$	<b>13500</b>	kN	
$u =$	<b>18200</b>	mm	perimetro di verifica
$d =$	<b>720</b>	mm	altezza utile
$V_{Ed} =$	1.030	Mpa	tensione di progetto agente

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$b_{w,y} =$	<b>4700</b>	mm	larghezza della sezione in zona tesa direzione y
$b_{w,z} =$	<b>2900</b>	mm	larghezza della sezione in zona tesa direzione z
$A_{sly} =$	<b>21261.672</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa direzione y
$A_{slz} =$	<b>13118.904</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa direzione z
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.1		
$k =$	1.5270	$\leq$	2
$\rho_{l,y} =$	0.006283		
$\rho_{l,z} =$	0.006283		
$\rho_l =$	0.006283	$\leq$	0.02
$V_{min} =$	0.362		
$V_{Rd,c} =$	0.488	Mpa	tensione di progetto resistente

Il valore resistente non supporta l'azione agente. Si prevedono pertanto spilli di diametro 20mm con passo radiale 400 mm in numero di 15 per ciascun lato lungo del setto (passo 20cm).



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Il valore resistente che ne deriva è il seguente.

**Elementi che richiedono armatura a taglio**

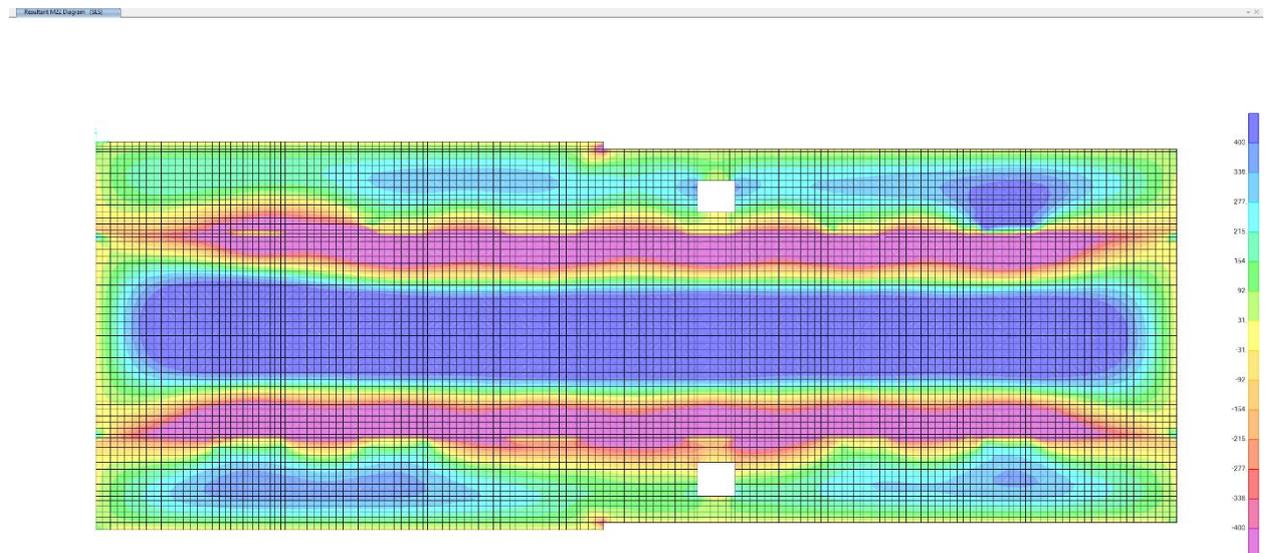
$A_{sly} =$	<b>9420</b>	mm <sup>2</sup>	armatura a taglio situata sul perimetro intorno al pilastro
$s_r =$	<b>400</b>	mm	passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio
$f_{ywd,ef} =$	391.30	Mpa	resistenza di progetto
$\alpha =$	<b>90</b>	°	1.57 radianti
$V_{Rd,cs} =$	1.13	Mpa	tensione di progetto resistente

Verifiche SLE – Soletta di copertura

Le verifiche tensionali e fessurative sono state realizzate mediante il software RC-SEC, applicando in tutti i casi la sollecitazione SLE-R, cautelativa.

Le sollecitazioni massime si rinvencono, come per il caso SLU, in mezzeria e sui pilastri, ove le armature sono raffittite a passo 10 cm, in zona tesa.

Di seguito viene mostrato il grafico cromatico.



Il valore massimo ottenuto è pari a intradosso è pari a 800 kN, come mostrato di seguito.

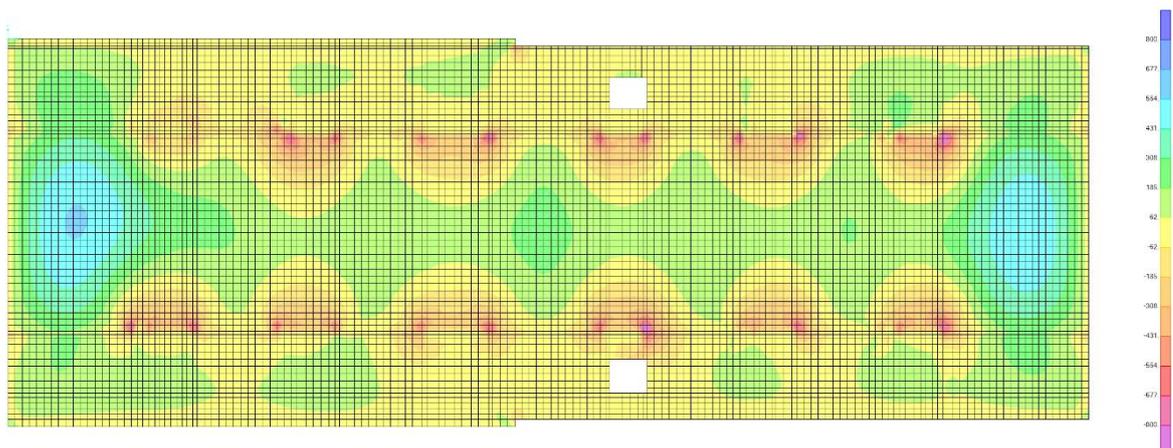
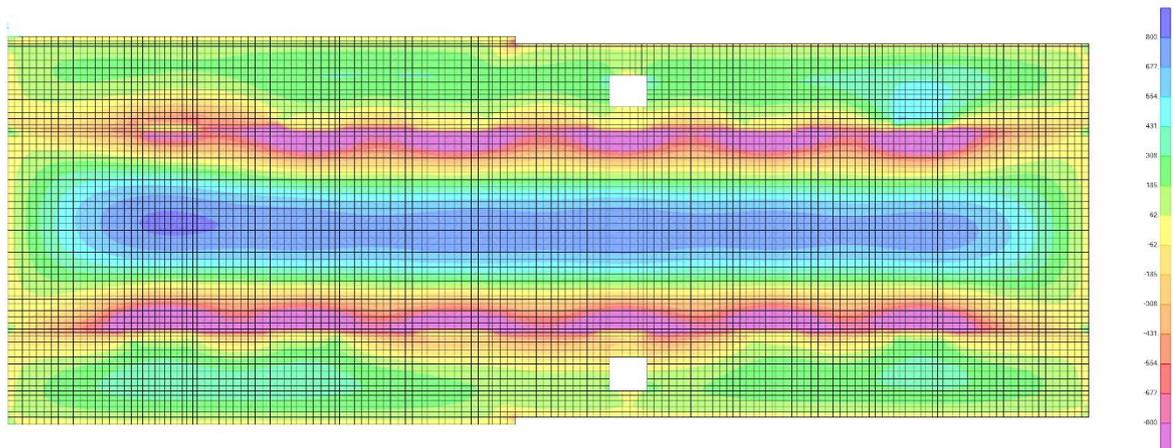


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



I risultati delle verifiche SLE sono riportate in Allegato A.

Rispetto la trazione in estradosso la sezione maggiormente sollecitata è in corrispondenza dell'asse dei pilastri, come per il caso SLU.

Il valore di azione massima SLE agente è pari a 1400 kNm in corrispondenza della sezione ribassata ha dimensione di 2,00x1,60 m.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### Verifica fessurazione e tensioni

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$$M_{0.30} = M_{max} \text{ per una fessura limite } w_2 = 0,30\text{mm} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.4.}$$

$$M_{\sigma_c} = M_{max} \text{ per } \sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.5.1.}$$

$$M_{\sigma_s} = M_{max} \text{ per } \sigma_{s, max} = 0,80 f_{yk} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.5.2.}$$

**Tabella 7 Capacità delle sezioni tipologiche**

<b>H (cm)</b>	<b>d (cm)</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>/m)</b>	<b>As' (cm<sup>2</sup>/m)</b>	<b>M<sub>lim</sub> (kN.m/m)</b>	<b>M<sub>Rd</sub> (kN.m/m)</b>
80	72.5	2φ24/100	φ24/200	1400	2230
80	72.5	φ24/100	φ24/200	525	1205
80	72.5	φ24/200	φ24/200	190	626
80	70	φ20/100	φ20/200	300	816
80	70	φ20/200	φ20/200	100	440

Dal confronto dei momenti flettenti massimi  $M_{max}$  per SLE con i momenti limite  $M_{lim}$  di ciascuna sezione tipologica utilizzata, si verifica che  $M_{max} < M_{lim}$

L'allegato A include come riferimento un esempio di calcolo dei momenti flettenti  $M_{lim}$  e  $M_{Rd}$  ottenuto tramite il software RC-SEC

### Verifica deformazione

NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti = luce/250. L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

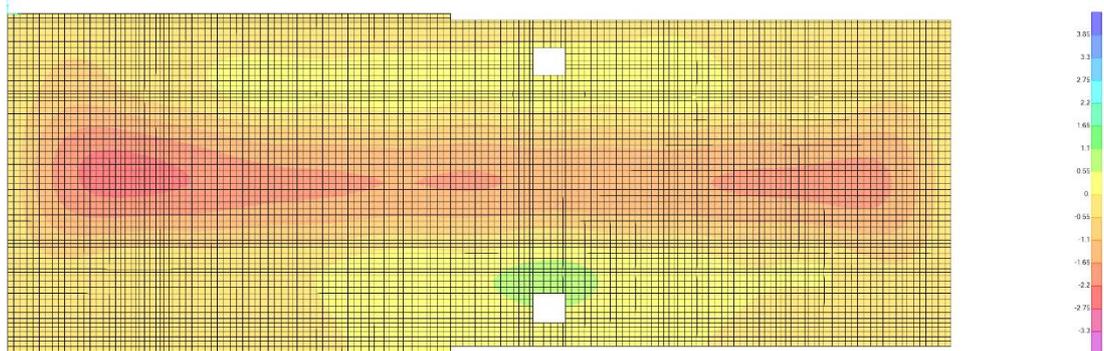


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Il valore massimo ottenuto è pari a 3,85 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 14,10 m (asse allineamenti pilastri).

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 5,64$  cm.

#### 6.1.5.2 Soletta intermedia – Atrio

L'ALLEGATO B presenta i tabulati di verifica relativi alla soletta intermedia di atrio.

- Verifiche SLU – Soletta intermedia (livello Atrio)

#### Verifica a flessione

Spessore di soletta = 100 cm

Separazione di barra = 200/100 mm

Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

$A_{smin} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 95 = 15.90$  cmq/m ---  $\Phi 24/200$ mm



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

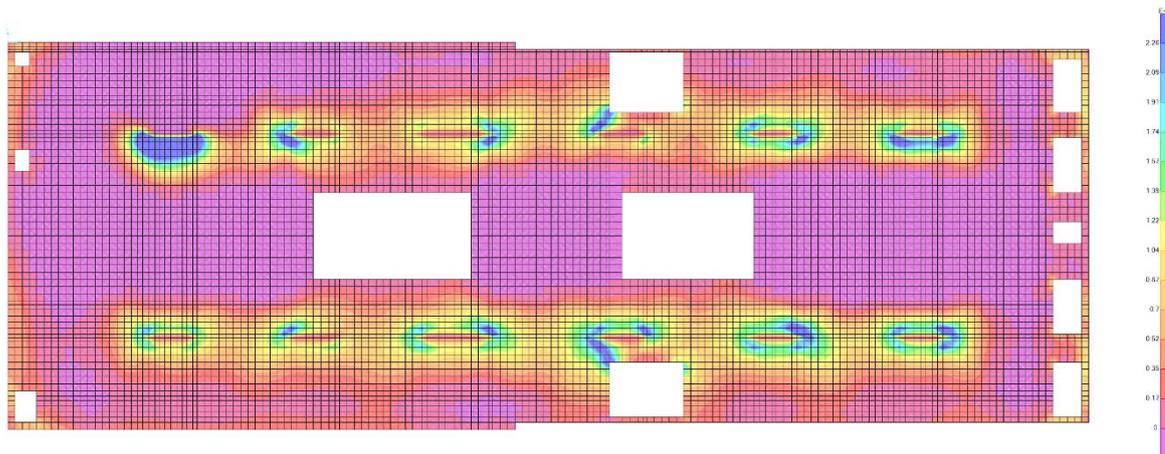


Figura 6.37 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) faccia inferiore – direzione trasversale

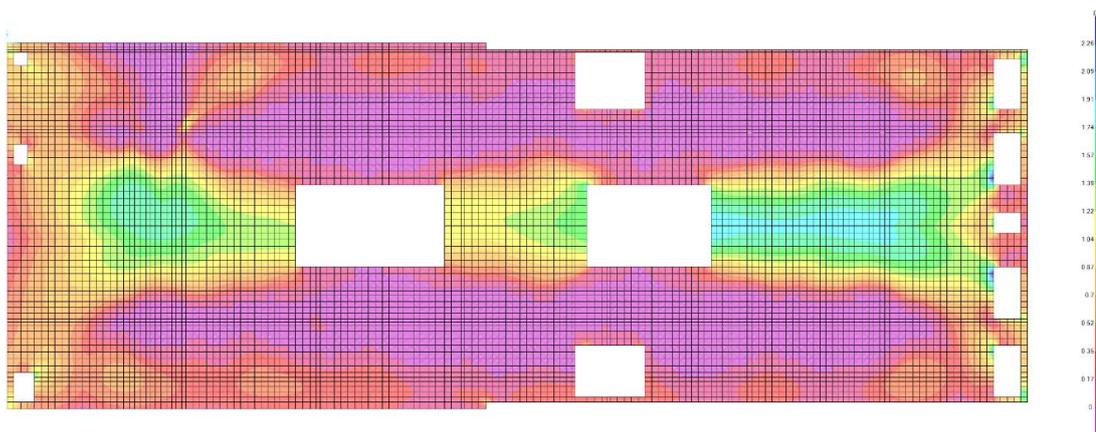


Figura 6.38 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) faccia superiore – direzione longitudinale



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

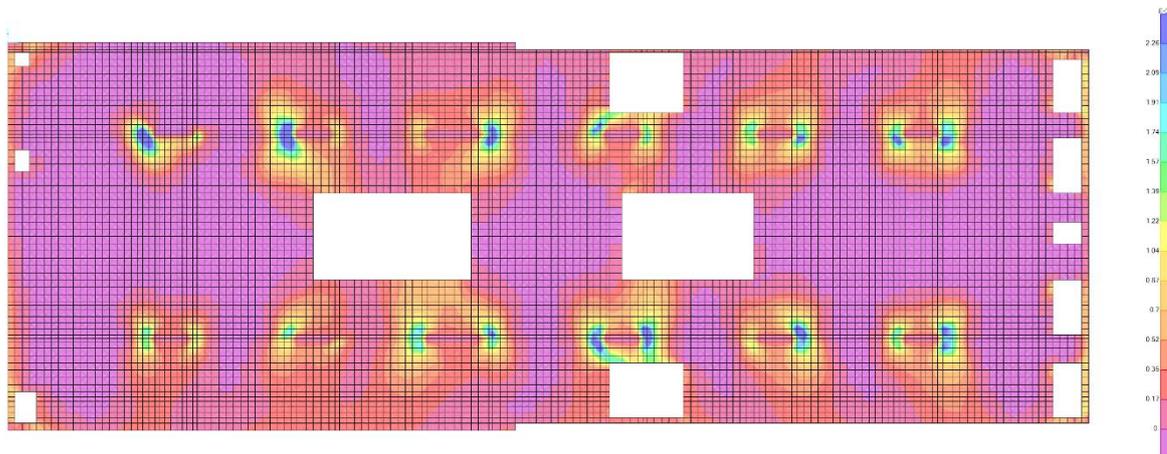
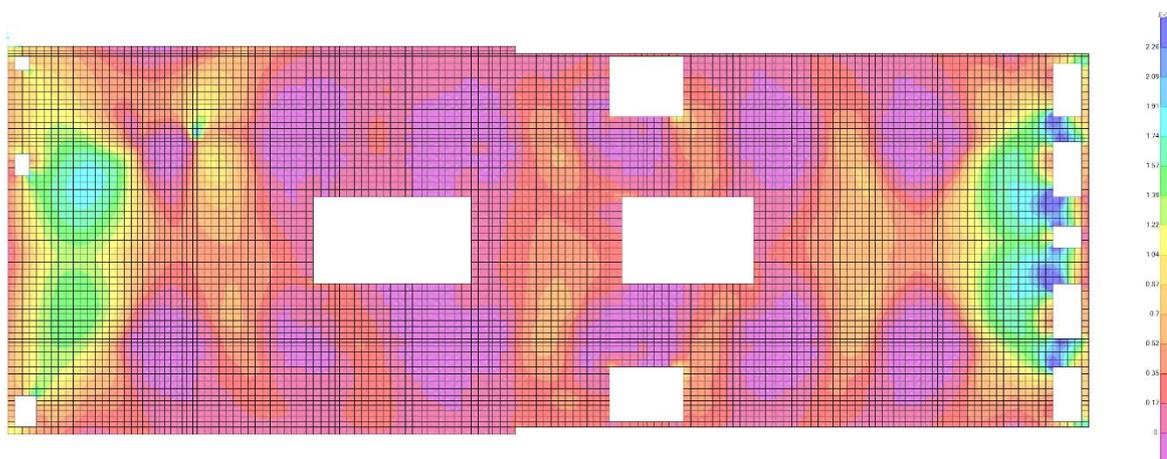


Figura 6.39 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) faccia inferiore – direzione longitudinale



Tra assi	Posizione	Tra assi AB	Assi B	Tra assi BC	Assi C	Tra assi CD
<b>1-8</b>	Trasv. Superiore	$\phi 24/200$	$\phi 24/100$	$\phi 24/200$	$\phi 24/100$	$\phi 24/200$
	Trasv. Inferiore	$\phi 24/200$	$\phi 24/200$	$\phi 24/100$	$\phi 24/200$	$\phi 24/200$
	Long. Superiore	$\phi 24/250$	$\phi 24/125$	$\phi 24/250$	$\phi 24/125$	$\phi 24/250$



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

	Long. Inferiore	φ24/250	φ24/125	φ24/250	φ24/125	φ24/250
--	-----------------	---------	---------	---------	---------	---------

### Verifica a taglio

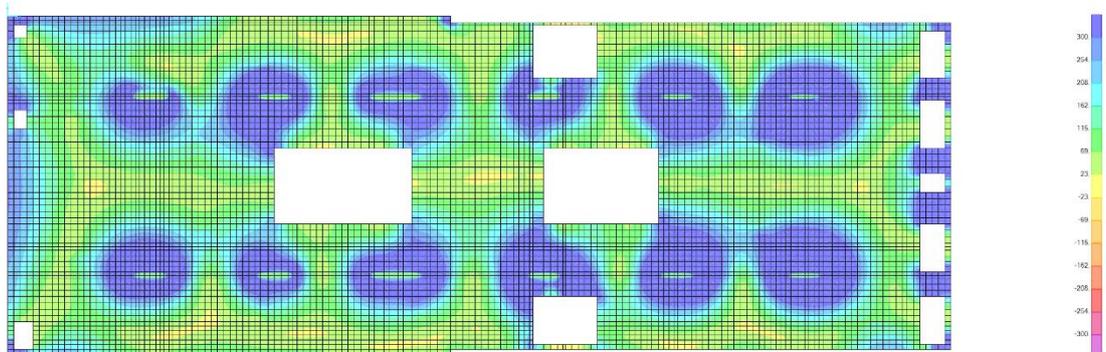
La resistenza a taglio della sezione standard sp.100 cm con armatura minima di 1+1 Φ24/20cm in entrambe le direzioni, è pari a circa 300 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$ =	30	Mpa	
$d$ =	900	mm	altezza utile
$A_{sl}$ =	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$ =	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$ =	900000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$ =	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$ =	0.12		
$k_1$ =	0.15		
$k$ =	1.4714	≤	2
$\rho_1$ =	0.002512	≤	0.02
$\sigma_{cp}$ =	0.0000	<	3.4000
$v_{min}$ =	0.3422		
$V_{Rd,c}$ =	311.56	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$ =	307.94	kN	valore minimo di resistenza

Introducendo tale valore massimo nel diagramma cromatico si ottiene il seguente risultato.

Finestra: VBA3 Diagram\_303



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Si prevede un'armatura diffusa su tutta la soletta con spilli di diametro 20 mm a passo 40 x 50 cm. Ne deriva il seguente valore resistente.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

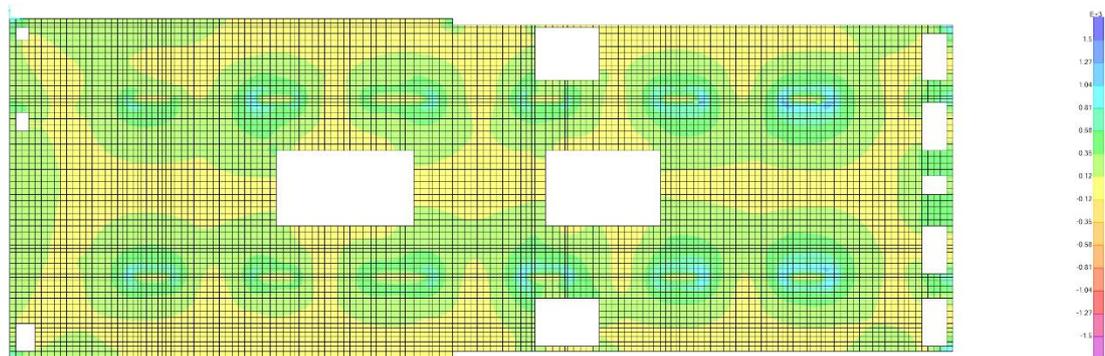
$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	900	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	900000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,e} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.4714	≤	2
$\rho_1 =$	0.002512	≤	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	<	3.4000
$v_{min} =$	0.3422		
$V_{Rd,e} =$	311.56	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	307.94	kN	valore minimo di resistenza

#### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	no		
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha =$	90	°	1.57 radianti
$\theta =$	21.8	°	0.38 radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione
$d =$	900	mm	altezza utile
$z =$	810	mm	braccio della coppia interna
$A_{sw} =$	785	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s =$	500	mm	passo staffe
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw} =$	1.0000		
$v_1 =$	0.528		2.50017836 1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa	
$V_{Rd,s} =$	1555.18	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max} =$	2506.96	kN	resistenza lato calcestruzzo
0.768	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio

Inserendo il valore resistente di 1500 kN nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Tutta la soletta risulta verificata.

#### Verifica al punzonamento

NTC par.4.1.2.3.5.4/Eurocode 2 par. 6.4

$$\text{Barrette } 3,00 \times 0,50 \text{ m } V_{Ed} = N_{Ed\_sup} - N_{Ed\_inf} = -11000 - (-20500) = 9500 \text{ kN}$$



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
 Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
 Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

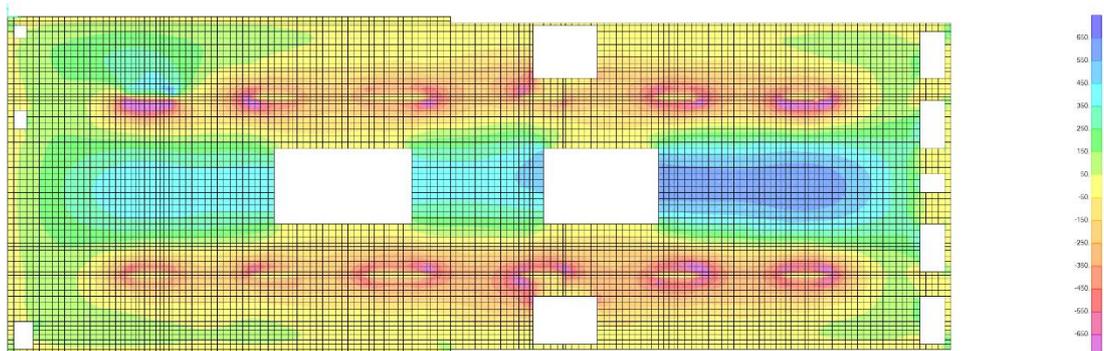
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$V_{Ed}$ (kN)	9500			
$b$ (m)	3.0			
$h$ (m)	0.5			
$d$ (m)	0.9			
$u_1$ (m)	18.3			
$\beta$	1.5			
$v_{Ed}$ (MPa)	0.86	$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / d u_1$		
$f_{ck}$ (MPa)	30			
$f_{yk}$ (MPa)	450			
$k =$	1.471			
$v_{Rd,c}$ (MPa)	0.34	$v_{Rd,c} = v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		
$\phi$ (mm)	20.00	$A_b$ (cm <sup>2</sup> )	3.14	
$s_r$ (m)	0.20			
$u_d$ (m)	14.20			
$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	223.05			
$v_{Rd,cs}$ (MPa)	3.83 > $v_{Ed}$	$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$		

Verifica SLE – Soletta intermedia atrio:

File: [unreadable] Diagram - DUC



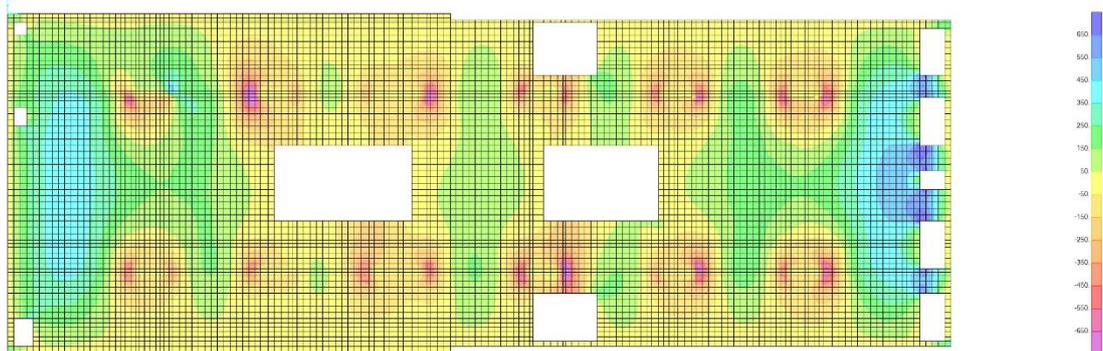


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

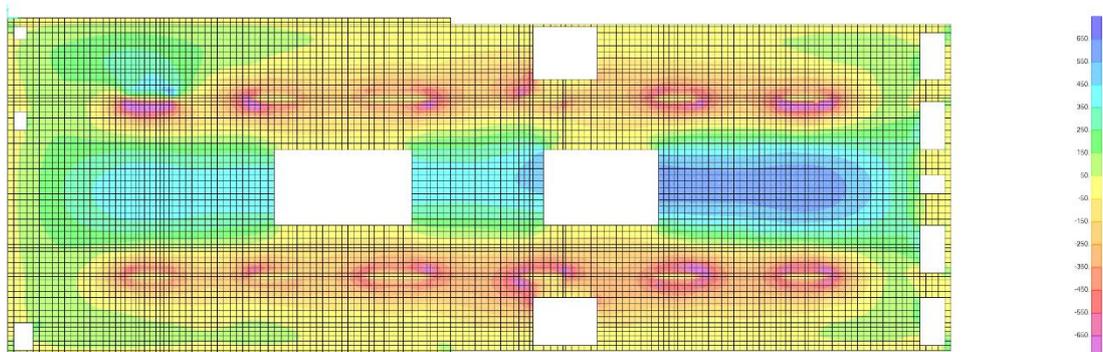
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



### Verifica fessurazione e tensioni:

Il diagramma di momento flettente massimo (M22) in combinazione SLE è riportato di seguito.



Il tabulato di verifica, ottenuto mediante il software RC-SEC, in corrispondenza della sezione maggiormente sollecitata (inferiormente e superiormente) è riportato nell'Allegato B.

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$M_{0.30}$  = Mmax per una fessura limite  $w_2 = 0,30\text{mm}$

NTC2018 §4.1.2.2.4.

$M_{\sigma_c}$  = Mmax per  $\sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck}$

NTC2018 §4.1.2.2.5.1.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$$M_{\sigma_s} = M_{\max} \text{ per } \sigma_{s, \max} = 0,80 f_{yk}$$

NTC2018 §4.1.2.2.5.2.

**Tabella 8 Capacità delle sezioni tipologiche**

Sezione	H (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	As' (cm <sup>2</sup> /m)	M <sub>lim</sub> (kN.m/m)	M <sub>r</sub> (kN.m/m)
T1	100	92.5	ϕ24/100	ϕ24/200	655	1550
T2	100	92.5	ϕ24/200	ϕ24/200	245	800
L1	100	90	ϕ24/125	ϕ24/125	385	1215
L2	100	90	ϕ24/250	ϕ24/250	120	640

Dal confronto dei momenti flettenti massimi  $M_{\max}$  per SLE con i momenti limite  $M_{\lim}$  di ciascuna sezione tipologica utilizzata, si verifica che  $M_{\max} < M_{\lim}$

#### Verifica deformazione soletta Atrio

NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti = luce/250. L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.



Il valore massimo ottenuto è pari a 1,65 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 14,10 m (asse allineamenti pilastri).

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 5,64$  cm.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.5.3 Soletta intermedia - Mezzanino

L'Allegato B presenta graficamente i risultati rilevanti della soletta intermedia.

- Verifiche SLU – Soletta intermedia (livello Mezzanino)

#### Verifica a flessione

Spessore di soletta = 100 cm

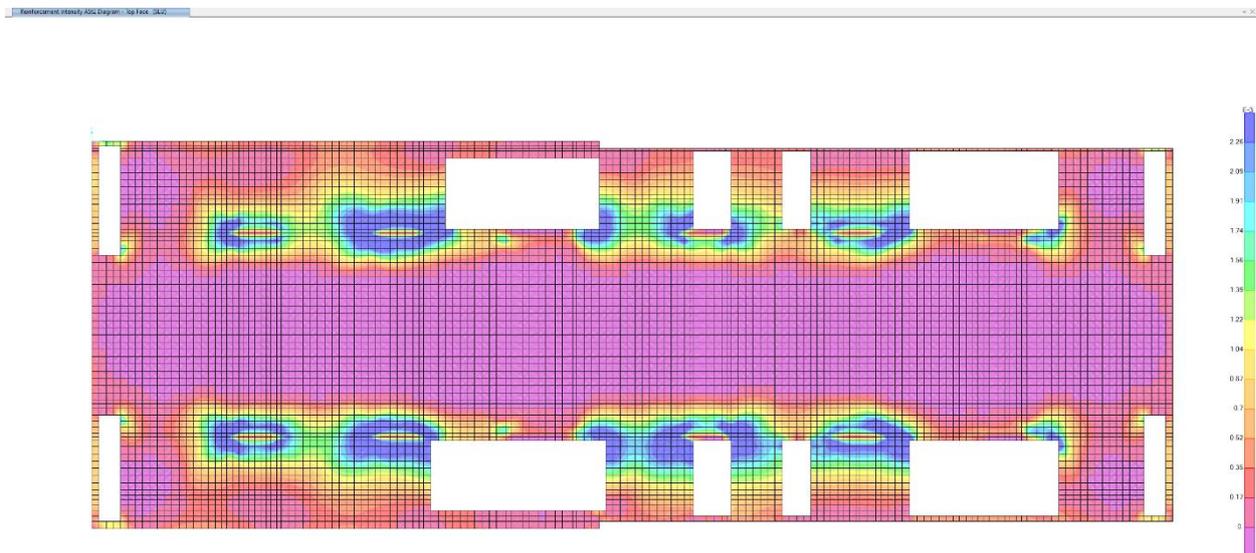
Separazione di barra = 200/100 mm

Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

Asmin = 0.26 (2.90/450) 100 x 95 = 15.90 cmq/m --- Φ24/200mm

**Figura 6.40 Acciaio di rinforzo As (cm<sup>2</sup>/cm) faccia superiore - direzione trasversale**





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

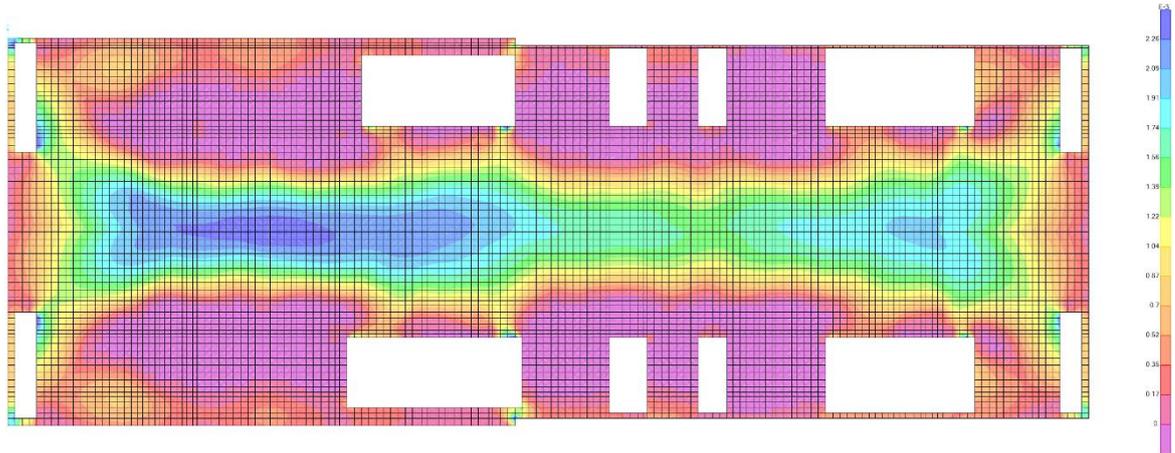
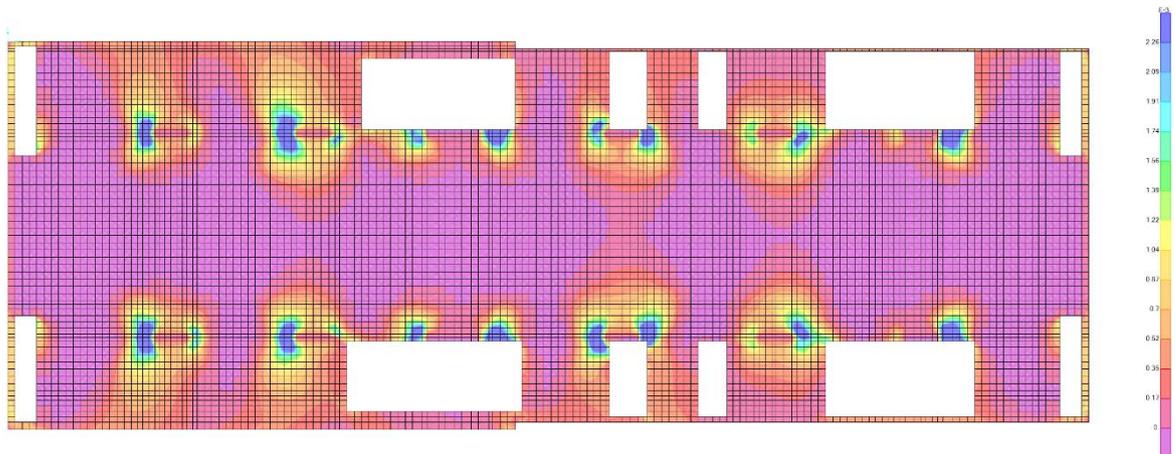


Figura 6.42 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) faccia superiore - direzione longitudinale



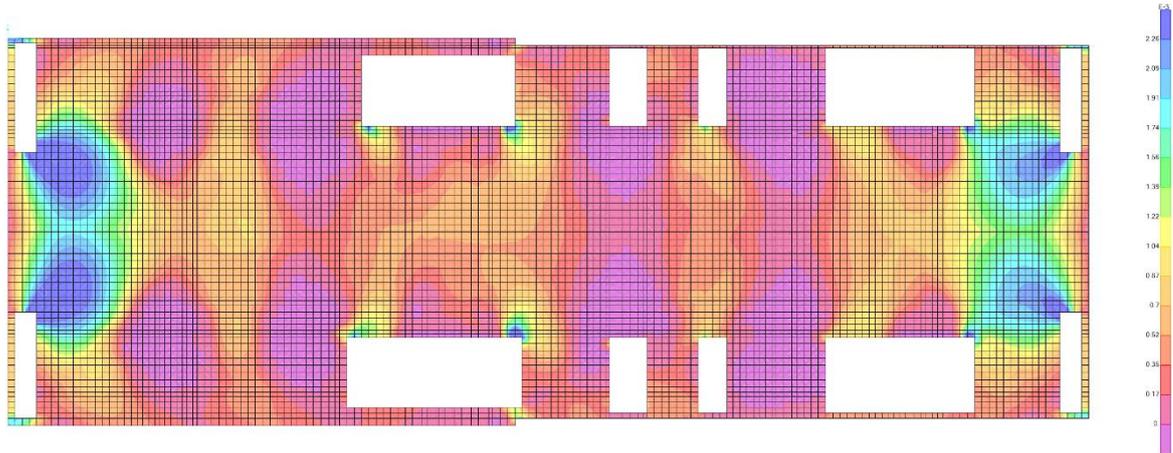


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Nella tabella seguente sono riepilogate le armature della soletta di banchina:

**Tabella 9 Armature della soletta intermedia (Mezzanino)**

Tra assi	Posizione	Tra assi AB	Assi B	Tra assi BC	Assi C	Tra assi CD
<b>1-8</b>	Trasv. Superiore	φ24/200	φ24/100	φ24/200	φ24/100	φ24/200
	Trasv. Inferiore	φ24/200	φ24/200	φ24/100	φ24/200	φ24/200
	Long. Superiore	φ24/250	φ24/125	φ24/250	φ24/125	φ24/250
	Long. Inferiore	φ24/250	φ24/125	φ24/250	φ24/125	φ24/250

### Verifica a taglio

La resistenza a taglio della sezione standard sp.100 cm con armatura minima di 1+1 φ24/20cm in entrambe le direzioni, è pari a circa 300 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$ =	30	Mpa	
$d$ =	900	mm	altezza utile
$A_{sl}$ =	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$ =	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$ =	900000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$ =	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$ =	0.12		



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

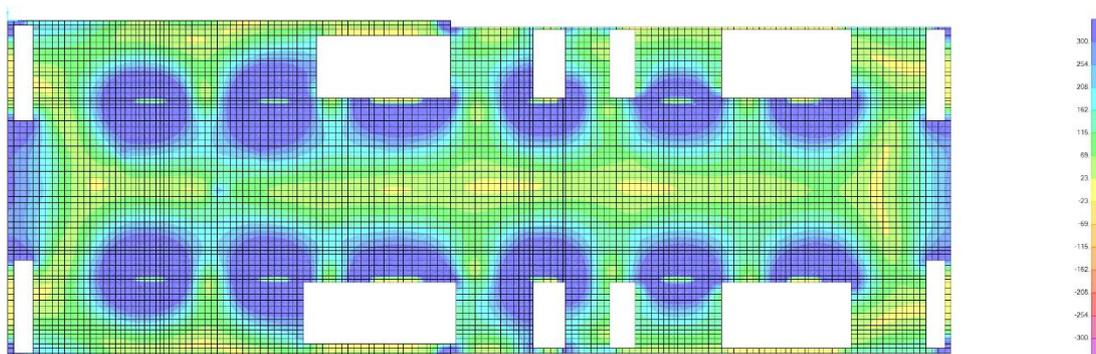
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.4714	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0.002512	$\leq$	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	$<$	3.4000
$v_{min} =$	0.3422		
$V_{Rd,c} =$	311.56	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	307.94	kN	valore minimo di resistenza

Introducendo tale valore massimo nel diagramma cromatico si ottiene il seguente risultato.

Resistant VBR Diagram - 2011



Si prevede un'armatura diffusa su tutta la soletta con spilli di diametro 20 mm a passo 40 x 50 cm. Ne deriva il seguente valore resistente.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

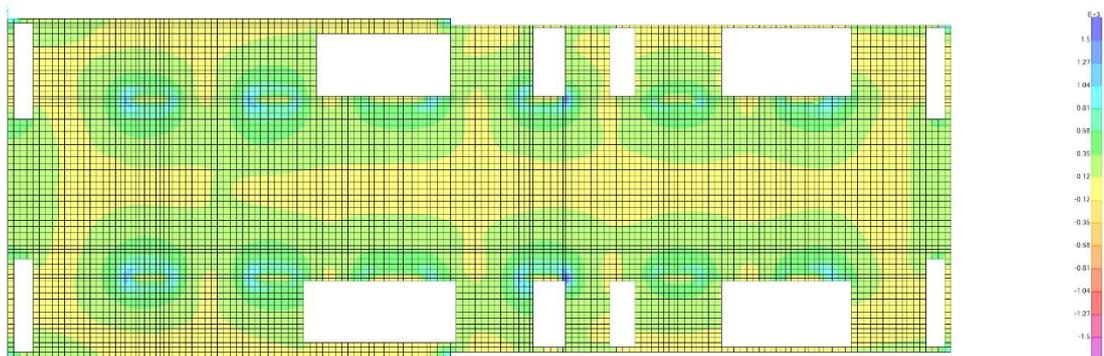
$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	900	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	2260.8	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	900000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.4714	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0.002512	$\leq$	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	$<$	3.4000
$v_{min} =$	0.3422		
$V_{Rd,c} =$	311.56	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	307.94	kN	valore minimo di resistenza

**Elementi che richiedono armatura a taglio**

precompresso?	<b>no</b>			
$\sigma_{cp}$ =	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)	
$\alpha$ =	<b>90</b>	°	1.57	radianti
$\theta$ =	<b>21.8</b>	°	0.38	radianti
$b_w$ =	1000	mm	larghezza minima della sezione	
$d$ =	900	mm	altezza utile	
$z$ =	810	mm	braccio della coppia interna	
$A_{sw}$ =	<b>785</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio	
$s$ =	<b>500</b>	mm	passo staffe	
$f_{ywd}$ =	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio	
$\alpha_{cw}$ =	1.0000			
$v_1$ =	0.528		2.50017836	1.250089181
$f_{cd}$ =	17.00	Mpa		
$V_{Rd,s}$ =	1555.18	kN	resistenza lato acciaio	
$V_{Rd,max}$ =	2506.96	kN	resistenza lato calcestruzzo	
0.768	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio	

Inserendo il valore resistente di 1500 kN nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati.

Result VM (kN) Diagram - SLS



Tutta la soletta risulta verificata.

Verifica al punzonamento

NTC par.4.1.2.3.5.4/Eurocode 2 par. 6.4

Barrette 3,00x0,50 m  $V_{Ed} = N_{Ed\_sup} - N_{Ed\_inf} = -20000 - (-28000) = 8000$  kN

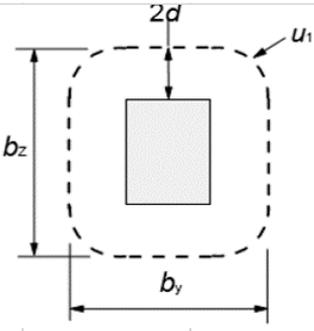


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

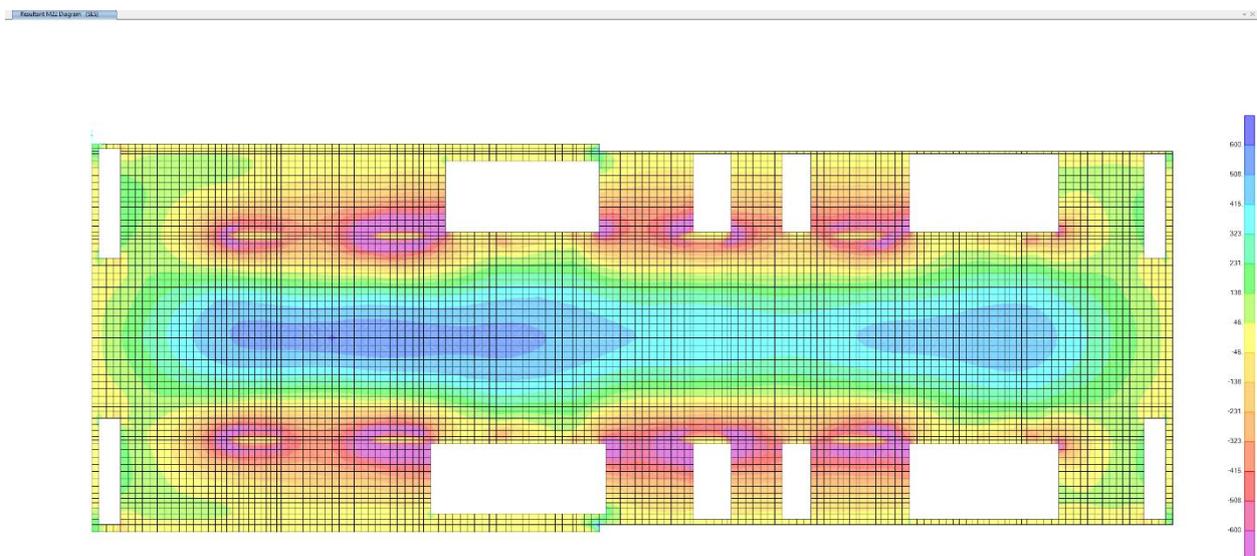
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$V_{Ed}$ (kN)	8000				
$b$ (m)	3.0				
$h$ (m)	0.5				
$d$ (m)	0.9				
$u_1$ (m)	18.3				
$\beta$	1.5				
$v_{Ed}$ (MPa)	0.73		$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / d u_1$		
$f_{ck}$ (MPa)	30				
$f_{yk}$ (MPa)	450				
$k =$	1.471				
$v_{Rd,c}$ (MPa)	0.34	$v_{Rd,c} = v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			
$\phi$ (mm)	20.00	$A_b$ (cm <sup>2</sup> )	3.14		
$s_r$ (m)	0.20				
$u_d$ (m)	14.20				
$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	223.05				
$v_{Rd,cs}$ (MPa)	3.83 > $v_{Ed}$	$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$			

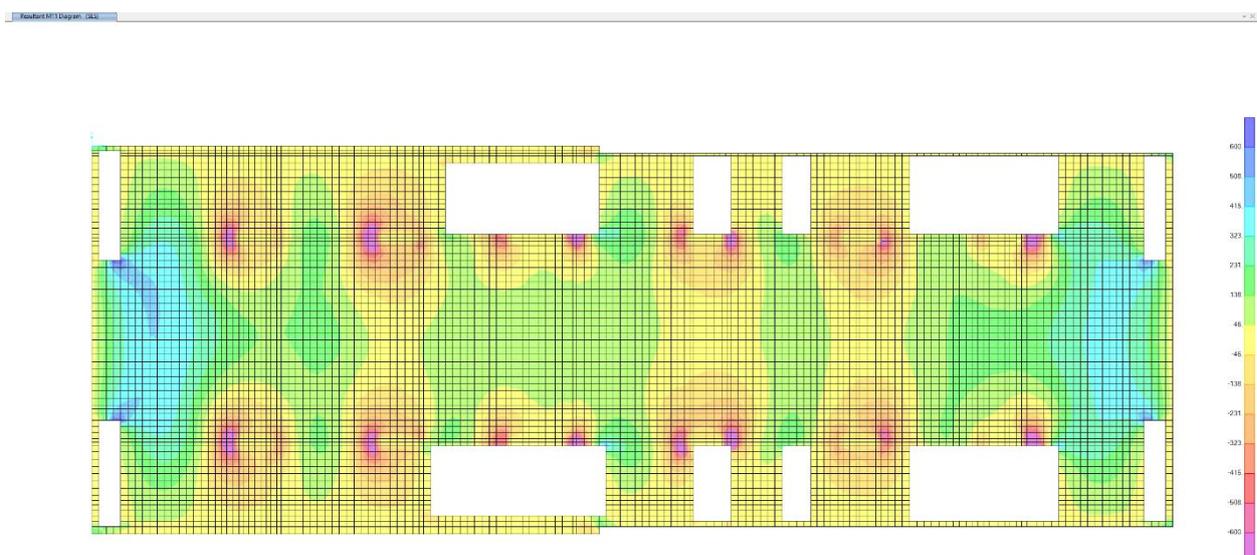
Verifica SLE – Soletta intermedia:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.44 Momento flettente M22 (direzione trasversale) – SLE**



**Figura 6.45 Momento flettente M11 (direzione longitudinale) – SLE**



i) Verifica fessurazione e tensioni

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$$M_{0.30} = M_{max} \text{ per una fessura limite } w_2 = 0,30\text{mm} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.4.}$$

$$M_{\sigma_c} = M_{max} \text{ per } \sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.5.1.}$$

$$M_{\sigma_s} = M_{max} \text{ per } \sigma_{s, max} = 0,80 f_{yk} \quad \text{NTC2018 §4.1.2.2.5.2.}$$

**Tabella 10 Capacità delle sezioni tipologiche**

Sezione	H (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	As' (cm <sup>2</sup> /m)	M <sub>lim</sub> (kN.m/m)	M <sub>r</sub> (kN.m/m)
T1	100	92.5	φ24/100	φ24/200	655	1550
T2	100	92.5	φ24/200	φ24/200	245	800
L1	100	90	φ24/125	φ24/125	385	1215
L2	100	90	φ24/250	φ24/250	120	640

Dal confronto dei momenti flettenti massimi  $M_{max}$  per SLE con i momenti limite  $M_{lim}$  di ciascuna sezione tipologica utilizzata, si verifica che  $M_{max} < M_{lim}$

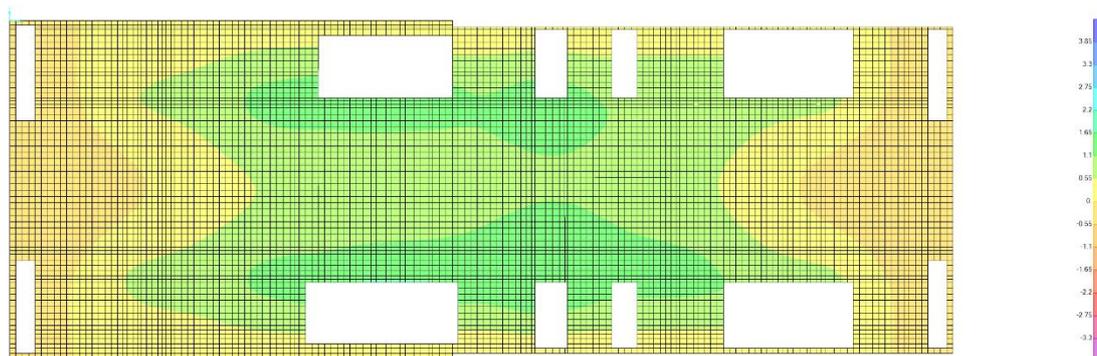
#### Verifica deformazione soletta Mezzanino

NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti = luce/250. L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Il valore massimo ottenuto è pari a 1,65 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 14,10 m (asse allineamenti pilastri).

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 5,64$  cm.

Gli spostamenti in corrispondenza dei fori non sono significativi in quanto adiacenti all'allineamento dei setti, che si deformano di una quantità analoga. Il differenziale risulta minimo.

#### 6.1.5.4 Travi nella soletta di copertura

- Verifiche SLU

i) Verifica a flessione e taglio:

**Figura 6.46 Numerazione delle travi**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Di seguito vengono presentati i risultati dei requisiti degli acciai per armatura longitudinale  $A$  ( $\text{cm}^2$ ) e trasversale  $A_{sv}$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) per le travi.

**Figura 6.47 Rinforzo longitudinale ( $\text{cm}^2$ )**



**Figura 6.48 Rinforzo trasversale ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ )**



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Shear Reinforcing Area Per Unit Length (Eurocode 2-2004)



0.29 0.136 0.136 0.638636 0.322 0.136 0.136 0.638636 0.368 0.136 0.136 0.638636 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.258

0.255 0.136 0.195 0.638636 0.381 0.136 0.136 0.638636 0.362 0.136 0.136 0.638636 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.136 0.266

f Plane @ Z=40

X4652.52 Y:2932.76 Z:40

GLOBAL

KN

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle travi:

**Tabella 11 Armature trave longitudinale (assi B e C)**

assi	Largo [cm]	Alto [cm]	Armatura superiore	Armatura inferiore	Armatura a taglio
Asse 1	200	160	17 $\phi$ 32	11 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 1-2	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 2	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 2-3	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 3	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 3-4	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 4	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 4-5	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 5	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 5-6	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 6	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 6-7	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 7	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Tra 7-8	200	160	17 $\phi$ 32	17 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20
Asse 8	200	160	22 $\phi$ 32	11 $\phi$ 32	6 $\phi$ 16/20

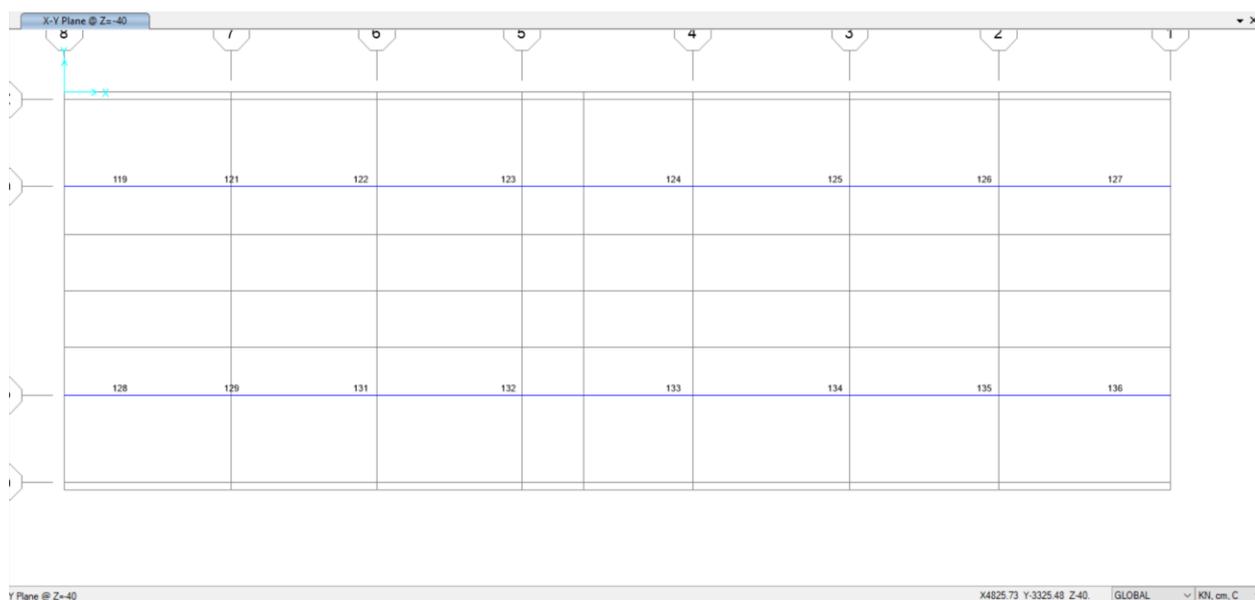
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

#### 6.1.5.5 Verifica Travi nella soletta di copertura in fase costruttiva

- Verifiche SLU

ii) Verifica a flessione e taglio:

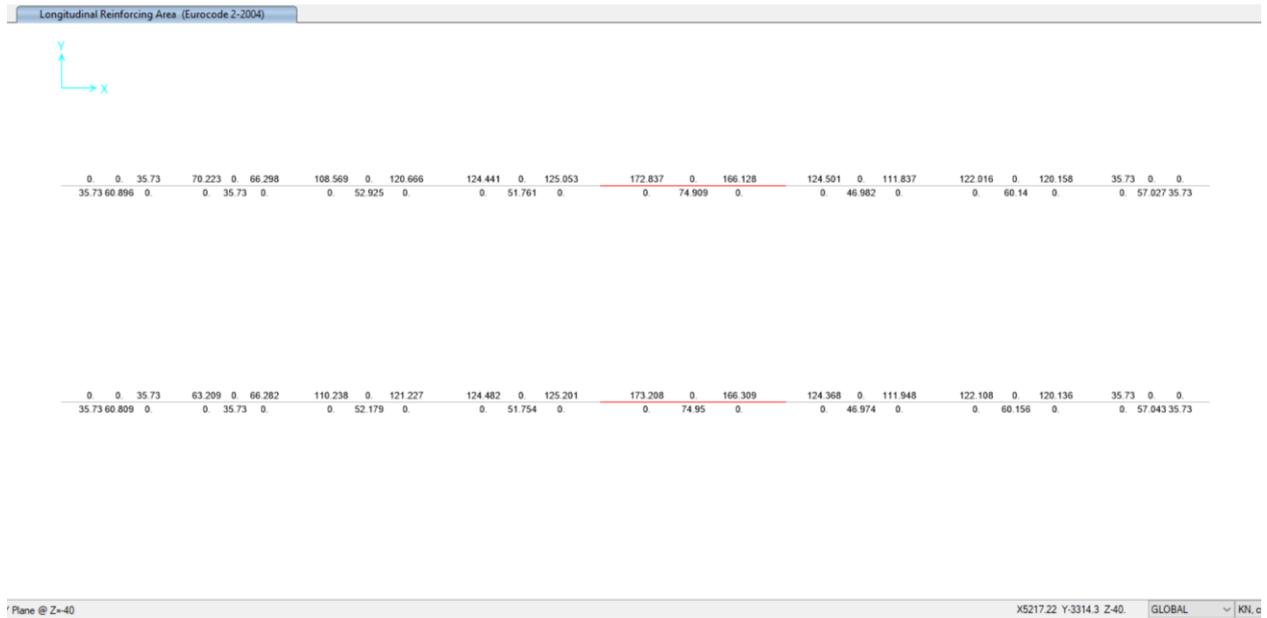
**Figura 6.49 Numerazione delle travi**



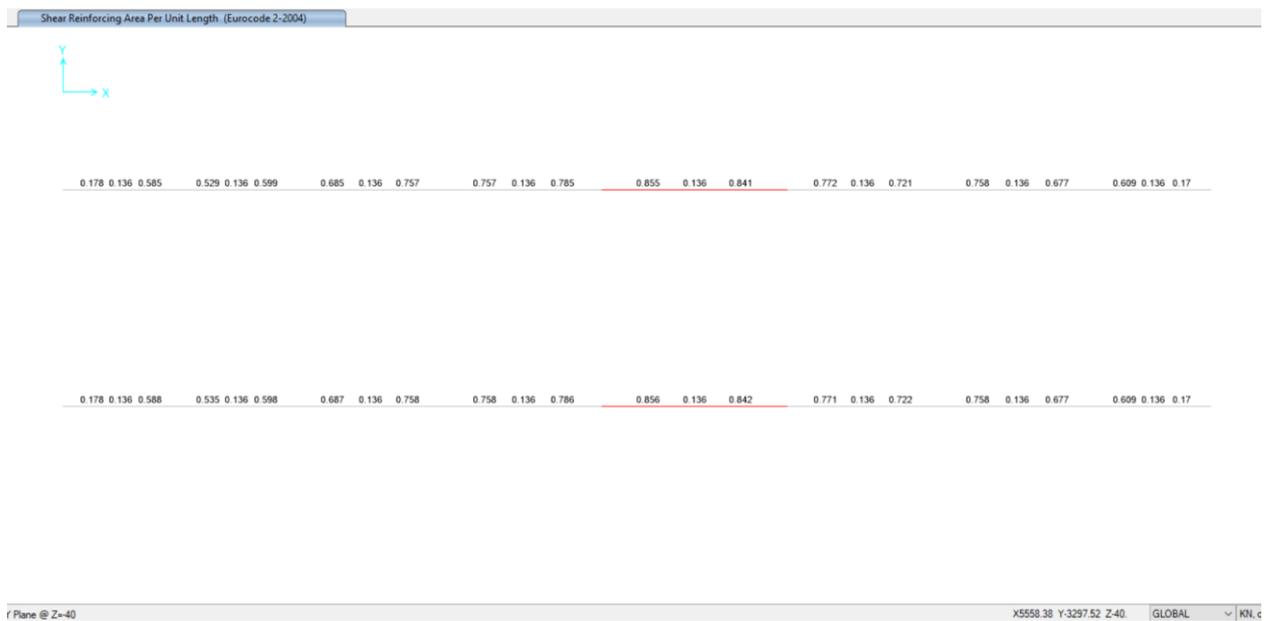
Di seguito vengono presentati i risultati dei requisiti degli acciai per armatura longitudinale  $A$  ( $\text{cm}^2$ ) e trasversale  $A_{sv}$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) per le travi.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Figura 6.50 Rinforzo longitudinale (cm<sup>2</sup>)**



**Figura 6.51 Rinforzo trasversale (cm<sup>2</sup>/cm)**



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.5.6 Soletta di banchina sp.30cm

I tabulati di verifica sono riportati nell'ALLEGATO C.

- Verifiche SLU – Soletta di banchina

#### Verifica a flessione

Spessore di soletta = 30 cm

Separazione di barra = 200/100 mm

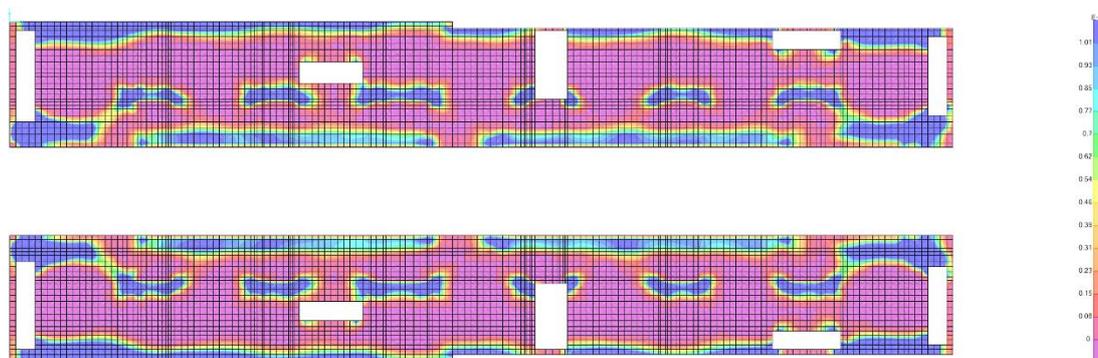
Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

$A_{smin} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 27 = 4.52 \text{ cmq/m} \text{ --- } \Phi 14/200\text{mm}$

In direzione trasversale si prevede comunque un'armatura standard pari a 1+1Φ16/200mm.

Reinforcement Interplay 2022 Diagram - Top View - 2022



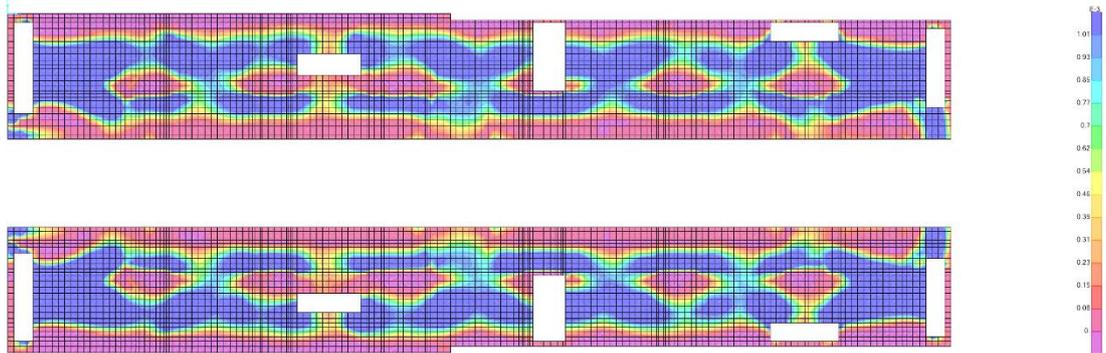


CITTA' DI TORINO

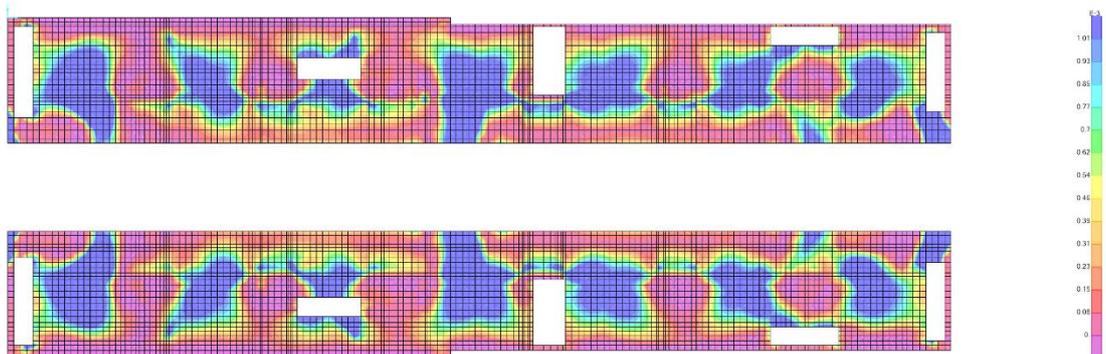
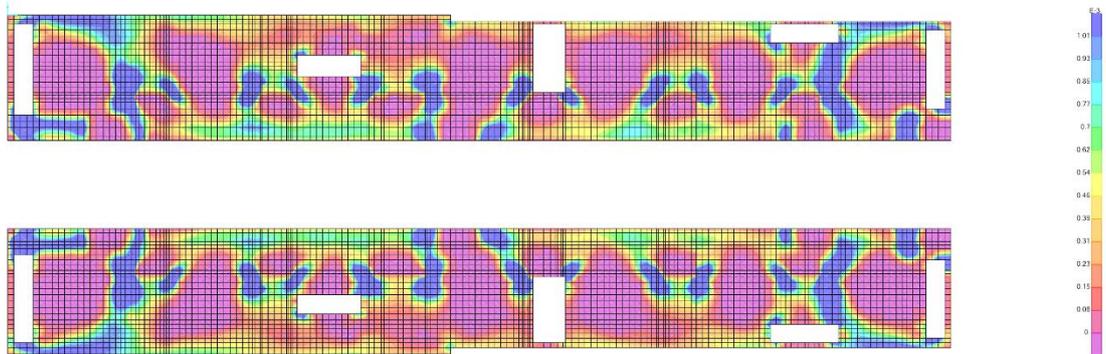
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



In direzione longitudinale si prevede un'armatura standard pari a  $1+1\Phi 16/200\text{mm}$ .





CITTA' DI TORINO

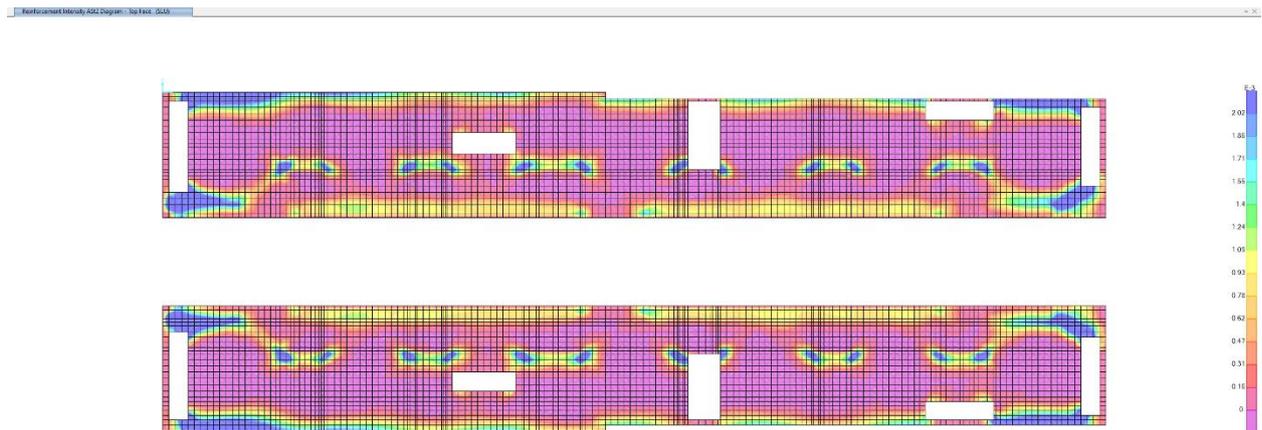
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

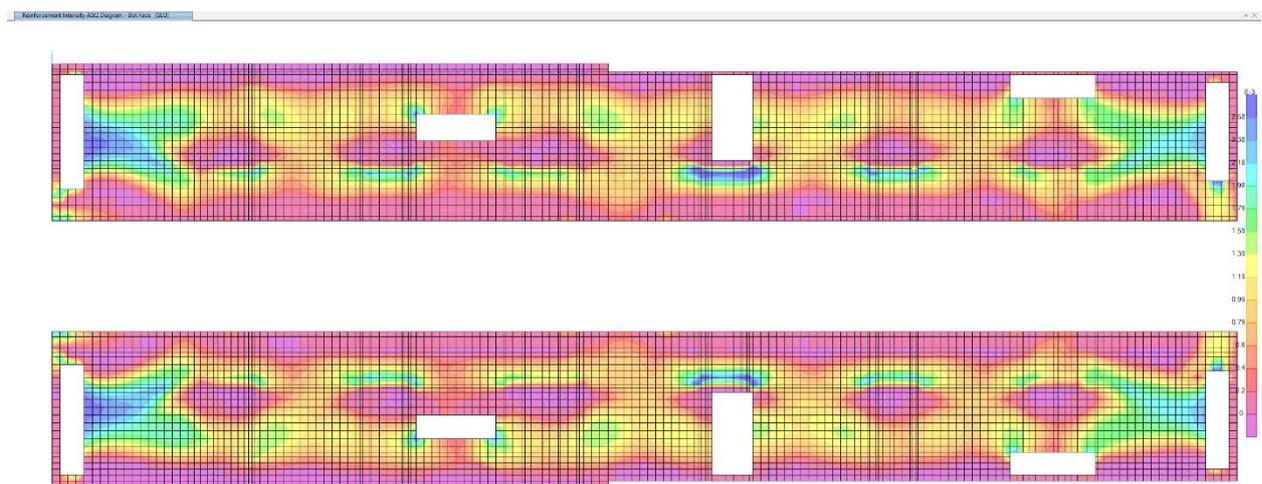
Sono previsti i seguenti raffittimenti trasversali:

- Armature superiori localizzate con barre integrative  $\Phi 16/20\text{cm}$



Le aree superiori adiacenti alle fodere ne sono comprese all'interno dello spessore, essendo stata modellata la superficie di banchina fino al filo esterno. Stesso discorso vale per i picchi locali in corrispondenza dei setti verticali. Verranno invece previste armature specifiche di confinamento dei fori, che ne assorbiranno le sollecitazioni.

- Armature inferiori localizzate con barre integrative  $\Phi 20/20\text{cm}$



Sono previsti i seguenti raffittimenti longitudinali:

- Armature superiori localizzate con barre integrative  $\Phi 16/20\text{cm}$

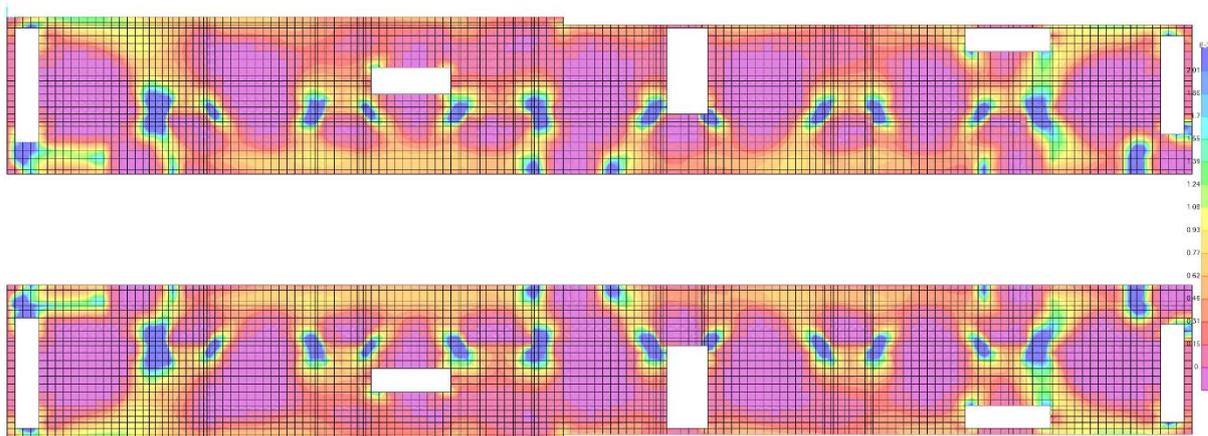


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

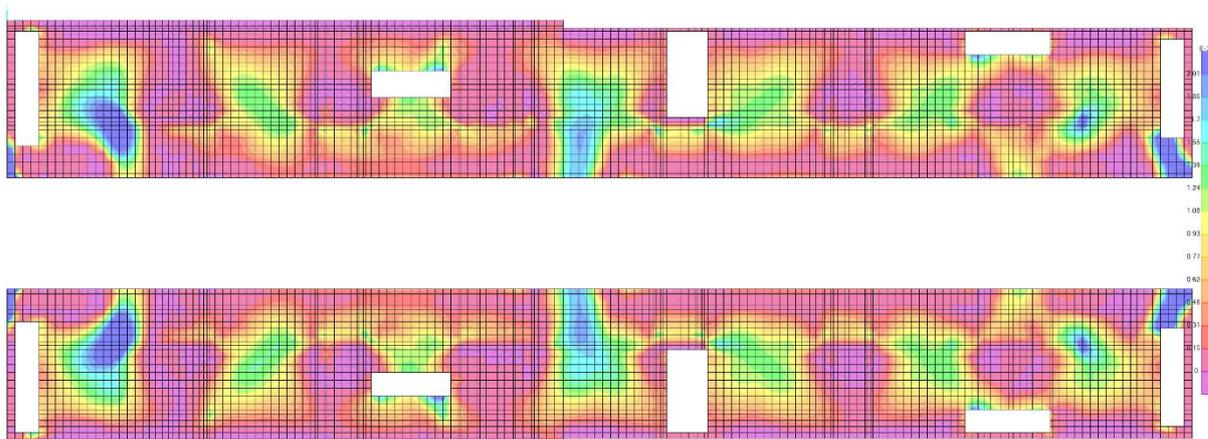
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Le aree localmente superiori sono in corrispondenza di pilastri e forometrie. Le sollecitazioni eccedenti verranno assorbite da armature di rinforzo locale.

- Armature inferiori localizzate con barre integrative  $\Phi 16/20\text{cm}$



Sono presenti alcuni eccessi localizzati che verranno assorbiti da armature specifiche.

### Verifica a taglio

La resistenza a taglio della sezione standard sp.30 cm con armatura minima di 1+1  $\Phi 16/20\text{cm}$  in entrambe le direzioni, è pari a circa 130 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$ =	30	Mpa
$d$ =	270	mm altezza utile



CITTA' DI TORINO

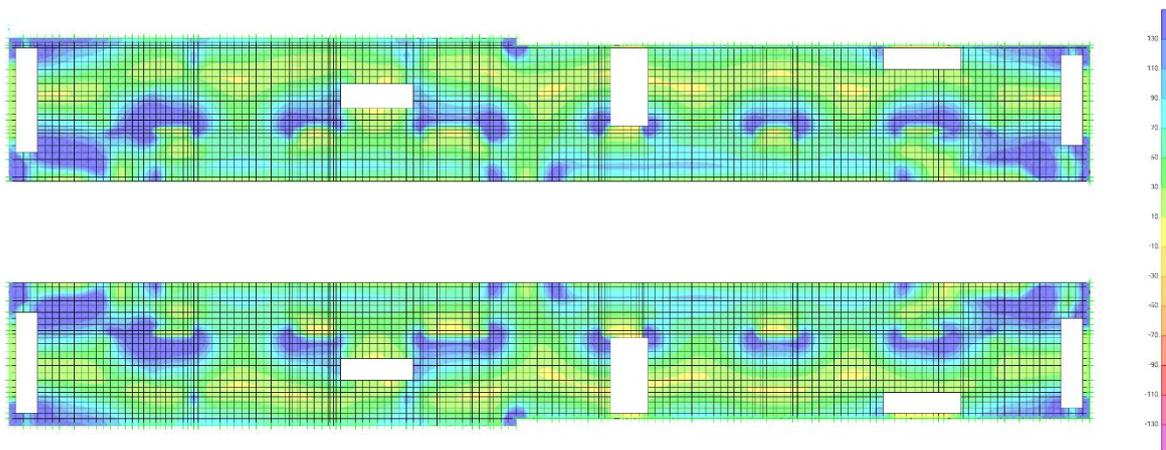
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$A_{sl} =$	<b>1004.8</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>270000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.8607	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0.003721481	$\leq$	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	$<$	3.4000
$v_{min} =$	0.4866		
$V_{Rd,c} =$	134.74	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	131.37	kN	valore minimo di resistenza

Introducendo tale valore massimo nel diagramma cromatico si ottiene il seguente risultato.



Si prevede un'armatura diffusa su tutta la soletta con spilli di diametro 12 mm a passo 40 x 40 cm. Ne deriva il seguente valore resistente.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	<b>270</b>	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	<b>1004.8</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>270000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.8607	≤	2
$\rho_1 =$	0.003721481	≤	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	<	3.4000
$V_{min} =$	0.4866		
$V_{Rd,c} =$	134.74	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	131.37	kN	valore minimo di resistenza

#### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	<b>no</b>			
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)	
$\alpha =$	<b>90</b>	°	1.57	radianti
$\theta =$	<b>21.8</b>	°	0.38	radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione	
$d =$	270	mm	altezza utile	
$z =$	243	mm	braccio della coppia interna	
$A_{sw} =$	<b>384.65</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio	
$s =$	<b>400</b>	mm	passo staffe	
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio	
$\alpha_{cw} =$	1.0000			
$v_1 =$	0.528		2.50017836	1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa		
$V_{Rd,s} =$	228.61	kN	resistenza lato acciaio	
$V_{Rd,max} =$	752.09	kN	resistenza lato calcestruzzo	
0.376	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio	

Inserendo il valore resistente di 230 kN nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati.

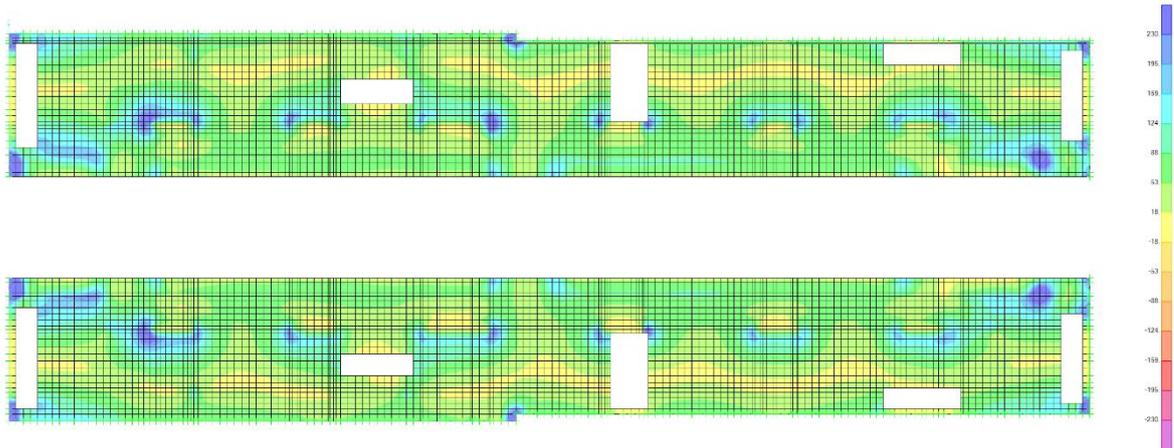


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Tutta la soletta risulta verificata, ad eccezione delle aree in adiacenza ai fori ed ai setti per i quali il passo degli spilli diverrà 20 x 20 cm.

#### Verifica al punzonamento

NTC par.4.1.2.3.5.4/Eurocode 2 par. 6.4

Barrette 3,00x0,50 m  $V_{Ed} = N_{Ed\_sup} - N_{Ed\_inf} = -30000 - (-27000) = -3000$  kN



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$V_{Ed}$ (kN)	3000				
$b$ (m)	3.0				
$h$ (m)	0.5				
$d$ (m)	0.9				
$u_1$ (m)	18.3				
$\beta$	1.5				
$v_{Ed}$ (MPa)	0.27				
$f_{ck}$ (MPa)	30				
$f_{yk}$ (MPa)	450				
$k =$	1.471				
$v_{Rd,c}$ (MPa)	0.34				
$\phi$ (mm)	20.00	$A_b$ (cm <sup>2</sup> )	3.14		
$s_r$ (m)	0.20				
$u_d$ (m)	14.20				
$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	223.05				
$v_{Rd,cs}$ (MPa)	3.83 > $v_{Ed}$				

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / d u_1$$

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

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

### Verifica SLE – Soletta banchina

I tabulati di verifica ottenuti con il software RC-SEC di Geostru sono riportati nell'ALLEGATO C.

I risultati della combinazione SLE sono stati utilizzati per la verifica delle tensioni in esercizio, controllo della fessurazione e deformazione.

### Verifica deformazione soletta Banchina

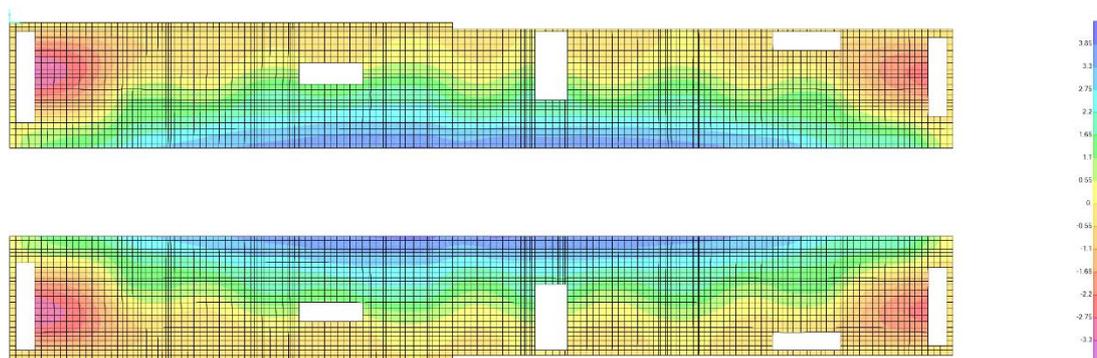
NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti = luce/250. L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Informazioni: C:\A1 - Controlli 10/16



Il valore massimo ottenuto è pari a 3,85 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 3,70 m (asse allineamenti pilastri).

In corrispondenza dell'appoggio lo spostamento massimo è pari a 3 cm. Il differenziale è pari a 0,85 cm.

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 1,48$  cm.

In adiacenza al foro laterale lo spostamento massimo è pari a 3,30cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 7,70m.

In corrispondenza del setto di appoggio lo spostamento è pari a 0,50 cm. Il differenziale è pari a 2,80 cm.

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 3,08$  cm.

#### 6.1.5.7 Soletta di fondazione sp.130-240 cm

La soletta di fondazione presenta due porzioni laterali ad altezza maggiore e una parte centrale ribassata, sulla quale passeranno i convogli metropolitani. Le parti laterali hanno una geometria a spessore variabile con un minimo di 130 cm in corrispondenza dei diaframmi, aumentando gradualmente fino a raggiungere lo spessore massimo di oltre 2 m in corrispondenza del ribasso centrale. Nelle verifiche verrà impiegato uno spessore medio cautelativo pari a 160 cm.

- Verifica SLU

#### Verifica a flessione

Spessore di soletta = 160 cm

Separazione di barra = 200/100 mm



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

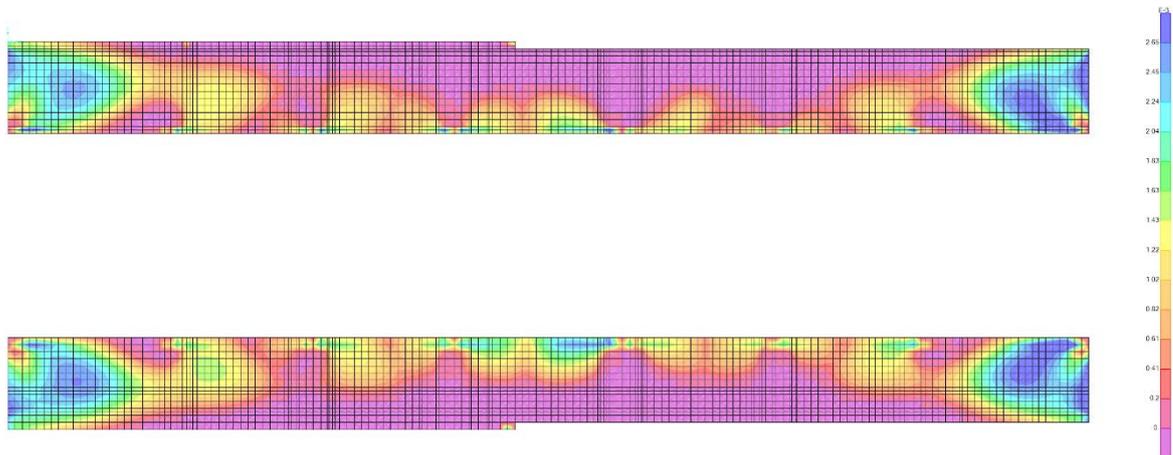
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

Asmin = 0.26 (2.90/450) 100 x 145 = 24.30 cmq/m ---  $\Phi 26/200$ mm

- Armature longitudinali superiori e inferiori





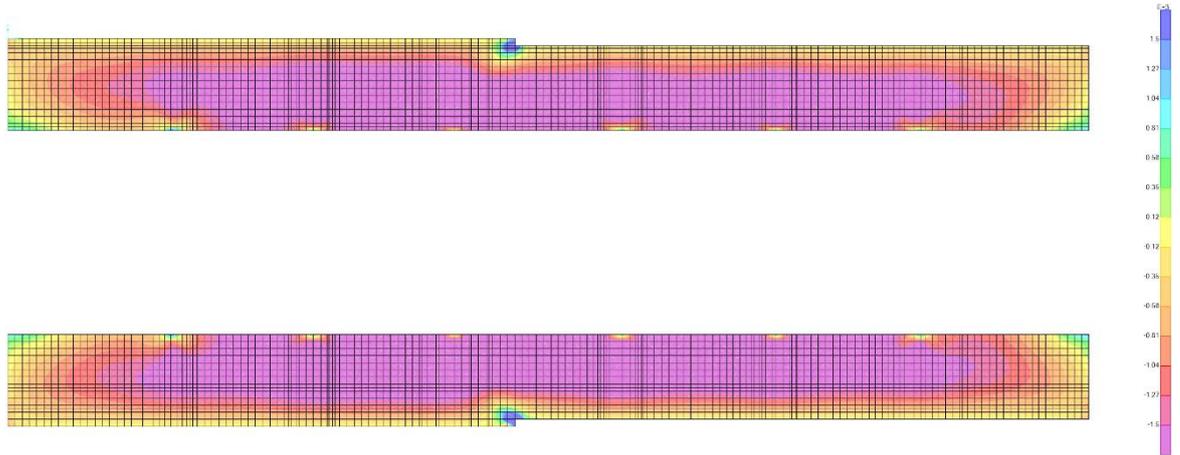
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

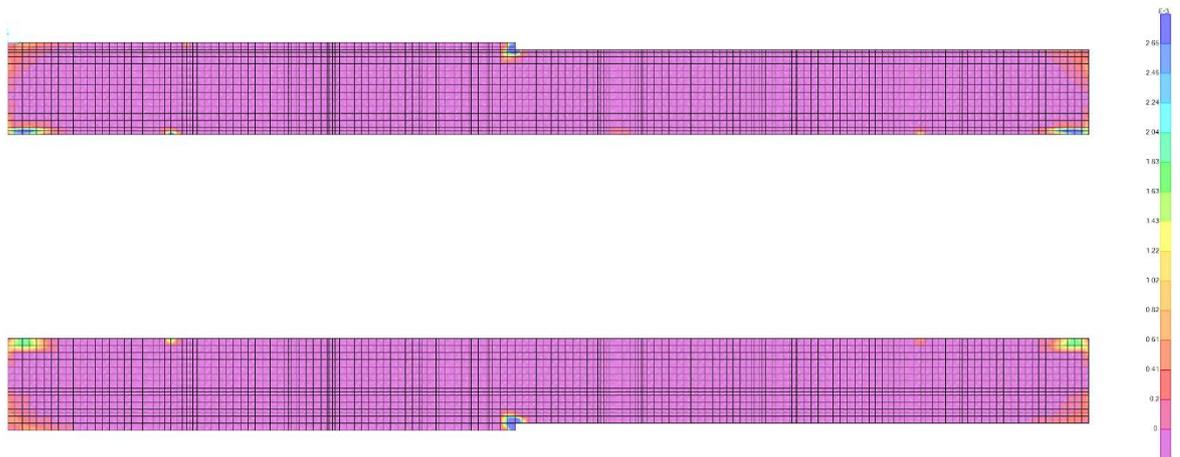
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Rebar Plot Diagram - 1/20



- Armature trasversali superiori e inferiori

Reinforcement Intensity ADI Diagram - 1/20



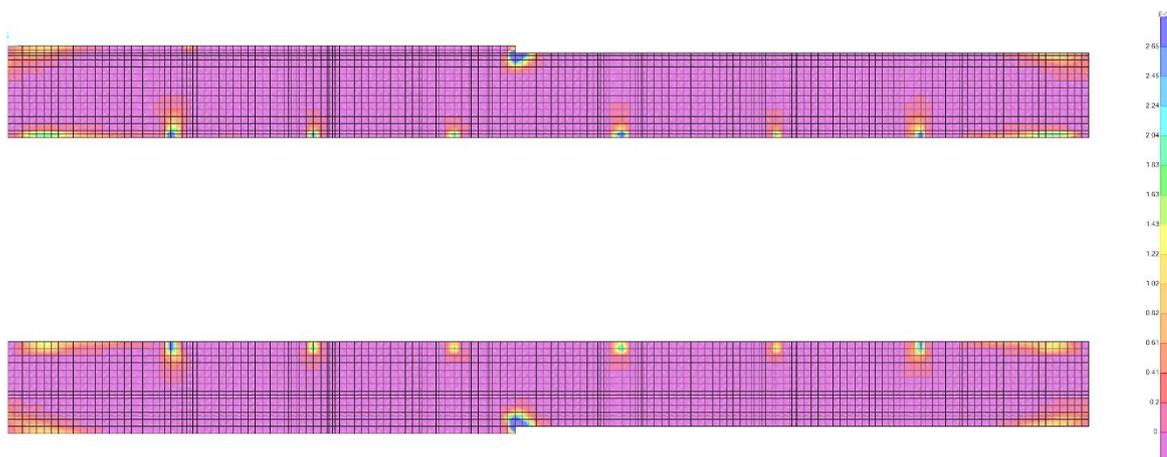
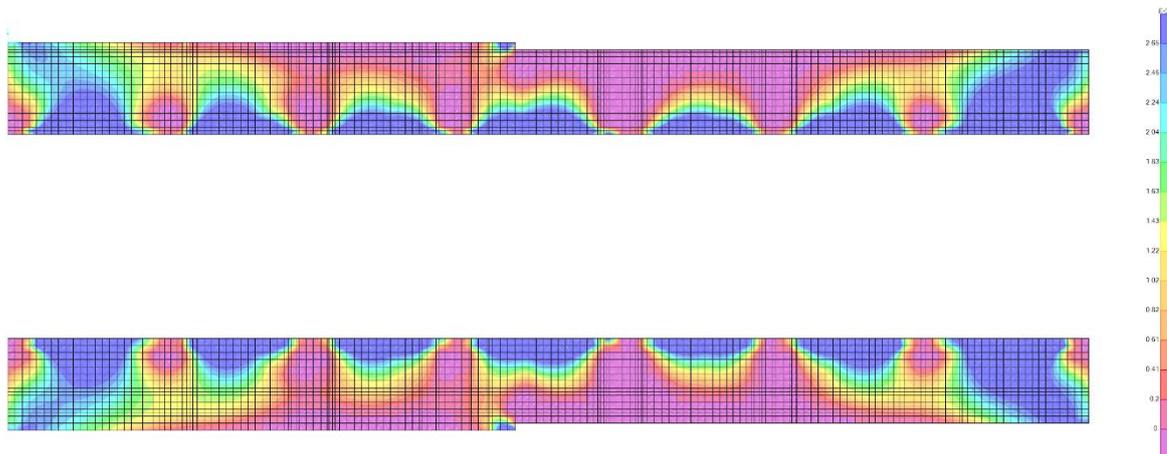


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Secondo gli schemi grafici si prevedono ovunque barre 1+1  $\Phi 26/20\text{cm}$  in entrambe le direzioni, con i seguenti raffittimenti:

- Armatura trasversale superiore con barre integrative di diametro  $\Phi 26/20\text{cm}$  disposte ovunque.
- Armatura longitudinale superiore con barre integrative di diametro  $\Phi 26/20\text{cm}$  disposte ovunque.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

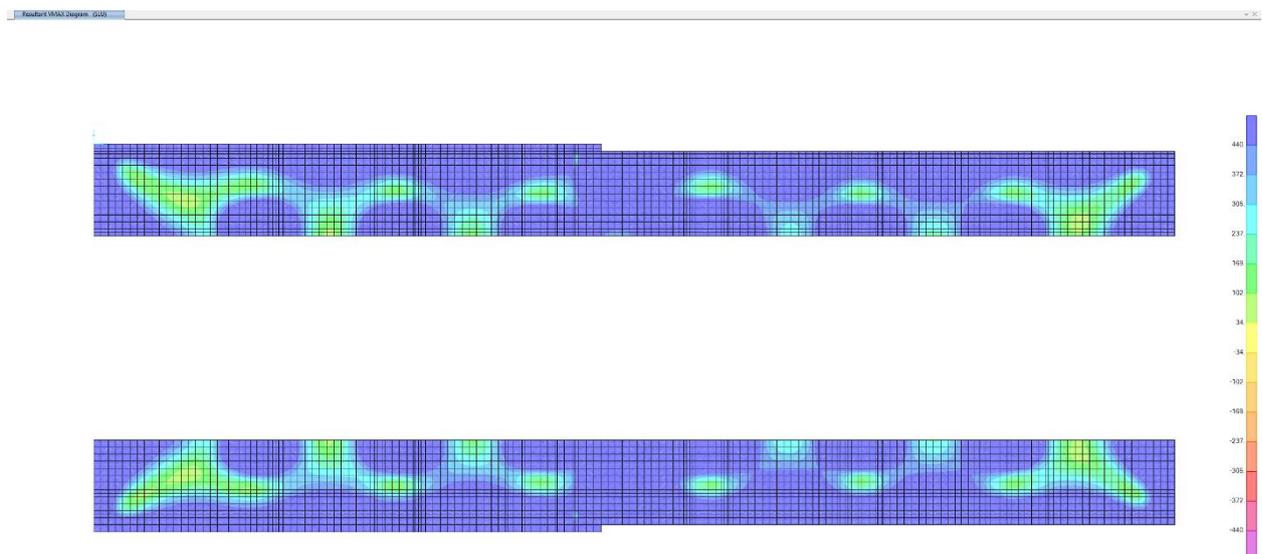
### Verifica a taglio

La resistenza a taglio della sezione standard sp.160 cm con armatura minima di 1+1  $\Phi 26/20$ cm in entrambe le direzioni, è pari a circa 440 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$ =	30	Mpa	
$d$ =	1440	mm	altezza utile
$A_{sl}$ =	2653.3	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$ =	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$ =	1440000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$ =	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$ =	0.12		
$k_1$ =	0.15		
$k$ =	1.3727	$\leq$	2
$\rho_1$ =	0.001842569	$\leq$	0.02
$\sigma_{cp}$ =	0.0000	$<$	3.4000
$v_{min}$ =	0.3083		
$V_{Rd,c}$ =	419.40	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$ =	443.96	kN	valore minimo di resistenza

Introducendo tale valore massimo nel diagramma cromatico si ottiene il seguente risultato.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Si prevede un'armatura diffusa su tutta la soletta con spilli di diametro 20 mm a passo 40 x 40 cm. Ne deriva il seguente valore resistente.

## VERIFICA TAGLIO

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	1440	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	2653.3	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	1440000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.3727	≤	2
$\rho_1 =$	0.001842569	≤	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	<	3.4000
$v_{min} =$	0.3083		
$V_{Rd,c} =$	419.40	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	443.96	kN	valore minimo di resistenza

### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	no		
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha =$	90	°	1.57 radianti
$\theta =$	21.8	°	0.38 radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione
$d =$	1440	mm	altezza utile
$z =$	1296	mm	braccio della coppia interna
$A_{sw} =$	785	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s =$	400	mm	passo staffe
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw} =$	1.0000		
$v_1 =$	0.528		2.50017836 1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa	
$V_{Rd,s} =$	2488.29	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max} =$	4011.14	kN	resistenza lato calcestruzzo
0.768	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio

Inserendo il valore resistente di 2490 kN nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati.

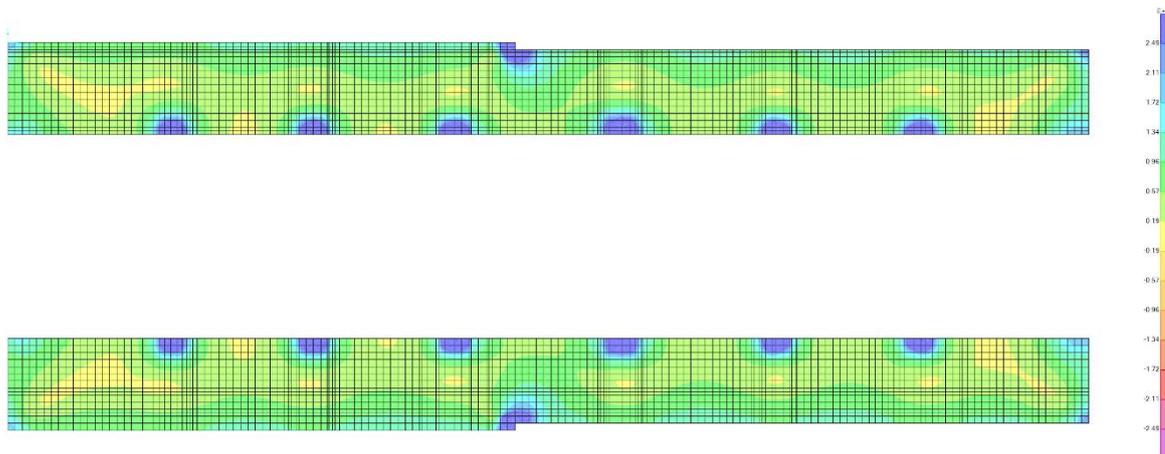


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Tutta la soletta risulta verificata ad eccezione dei punti di arrivo dei setti/pilastrì, intorno ai quali si prevede quindi un raffittimento degli spilli con passo 20 x 20 cm.

## VERIFICA TAGLIO

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$	=	30	Mpa	
$d$	=	1440	mm	altezza utile
$A_{sl}$	=	2653.3	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$	=	1440000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$	=	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$	=	0.12		
$k_1$	=	0.15		
$k$	=	1.3727	≤	2
$\rho_1$	=	0.001842569	≤	0.02
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	<	3.4000
$v_{min}$	=	0.3083		
$V_{Rd,c}$	=	419.40	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$	=	443.96	kN	valore minimo di resistenza

### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	=	no		
$\sigma_{cp}$	=	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)



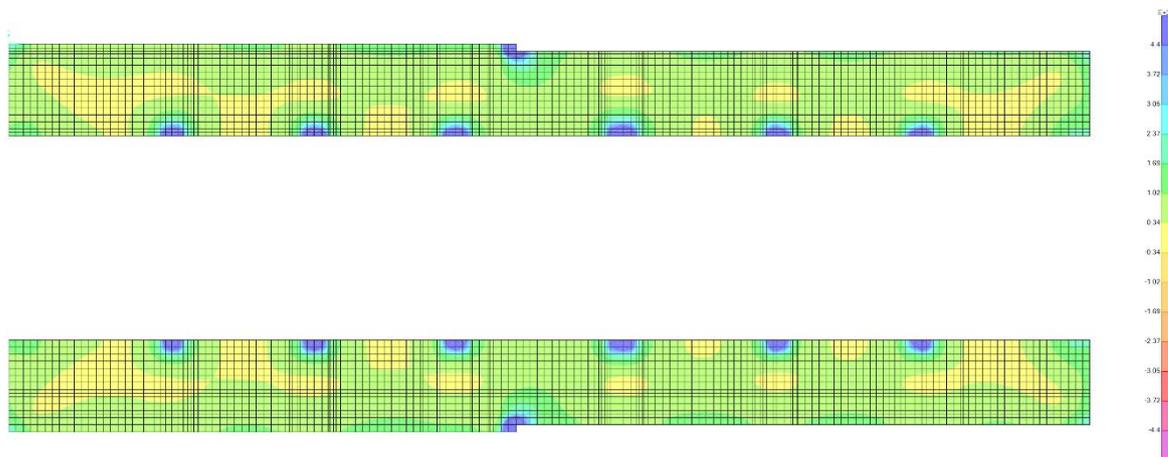
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$\alpha =$	<b>90</b>	°	1.57	radianti		
$\theta =$	<b>21.8</b>	°	0.38	radianti		
$b_w =$	1000	mm		larghezza minima della sezione		
$d =$	1440	mm		altezza utile		
$z =$	1296	mm		braccio della coppia interna		
$A_{sw} =$	<b>1570</b>	mm <sup>2</sup>		area sezione trasversale armatura a taglio		
$s =$	<b>200</b>	mm		passo staffe		
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa		tensione di progetto delle armature a taglio		
$\alpha_{cw} =$	1.0000					
$v_1 =$	0.528				2.50017836	1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa				
$V_{Rd,s} =$	9953.14	kN		resistenza lato acciaio		
$V_{Rd,max} =$	4011.14	kN		resistenza lato calcestruzzo		
3.072	≤	4.488		verifica di duttilità per rottura lato acciaio		

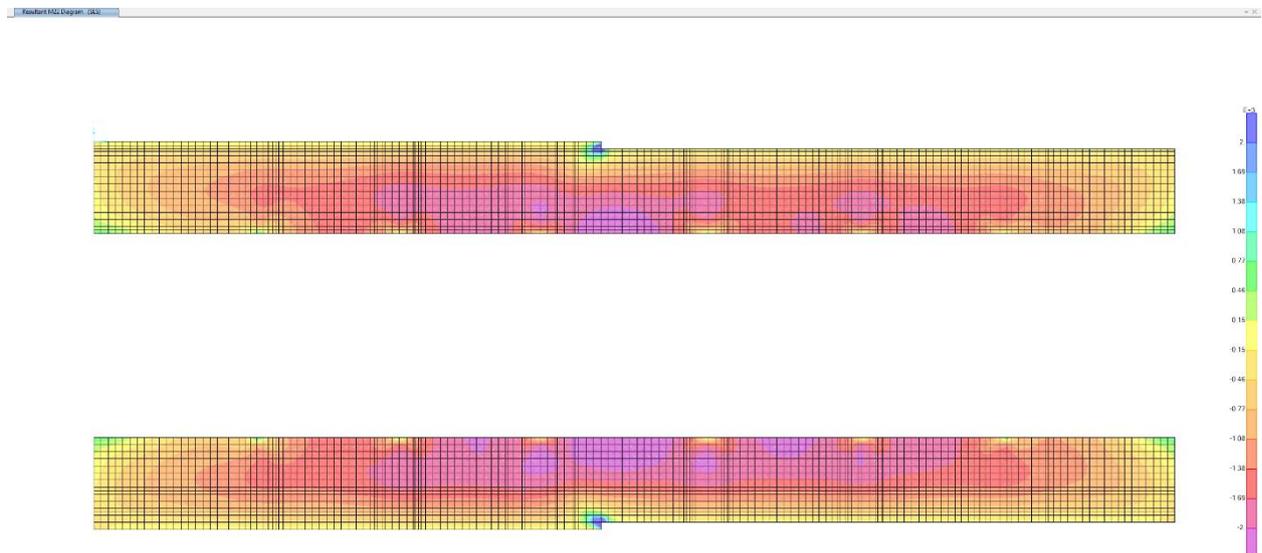


Gli eccessi locali sono contenuti all'interno dello spessore dei setti/pilastrì, pertanto non verranno considerati come dimensionanti.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Verifica SLE – Soletta di fondazione sp.160cm

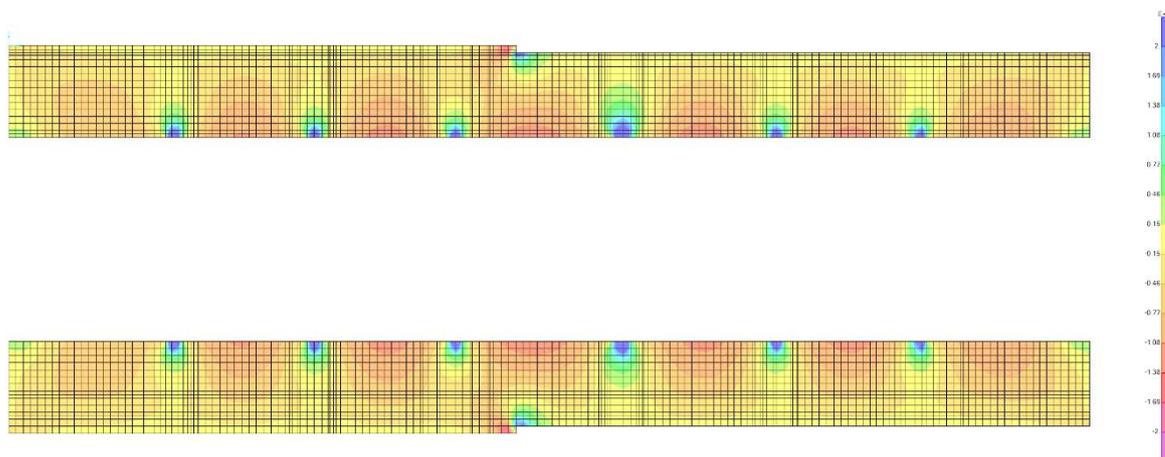
- Diagramma momento flettente trasversale M22



- Diagramma momento flettente longitudinale M11

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Microsoft Word 2010 - Diagramma - 1/1



L'ALLEGATO D riportai tabulati di verifica di fessurazione e tensione nei confronti degli stati limite di esercizio.

#### Verifica deformazione soletta fondazione sp.160 cm

NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti =  $l_{uce}/250$ . L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

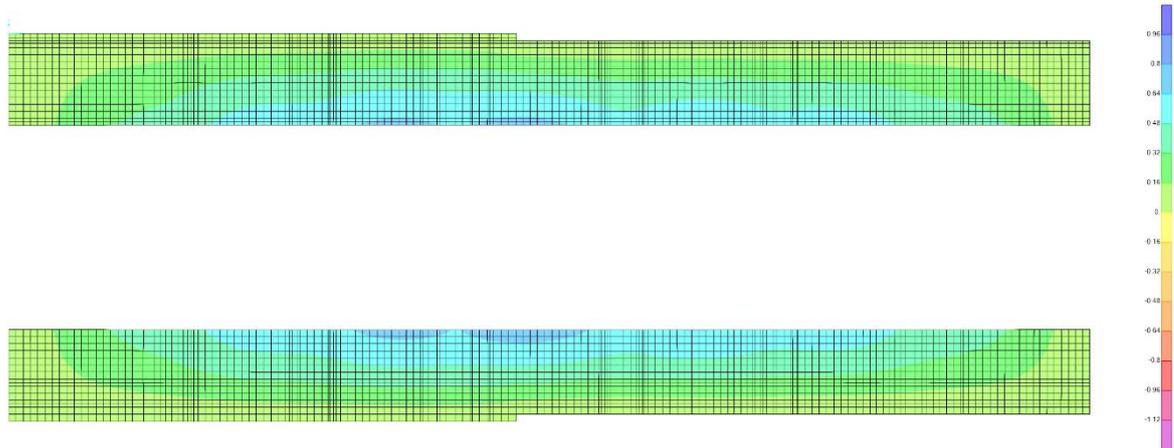


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Il valore massimo ottenuto è pari a 1,30 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 7,10 m.

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 2,84$  cm.

#### 6.1.5.8 Soletta di fondazione sp.180 cm

- Verifica SLU

#### Verifica a flessione

Spessore di soletta = 180 cm

Separazione di barra = 200/100 mm

Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

Asmin = 0.26 (2.90/450) 100 x 170 = 28.48 cmq/m ---  $\Phi 26/100$ mm

- Armatura in direzione trasversale superiore e inferiore



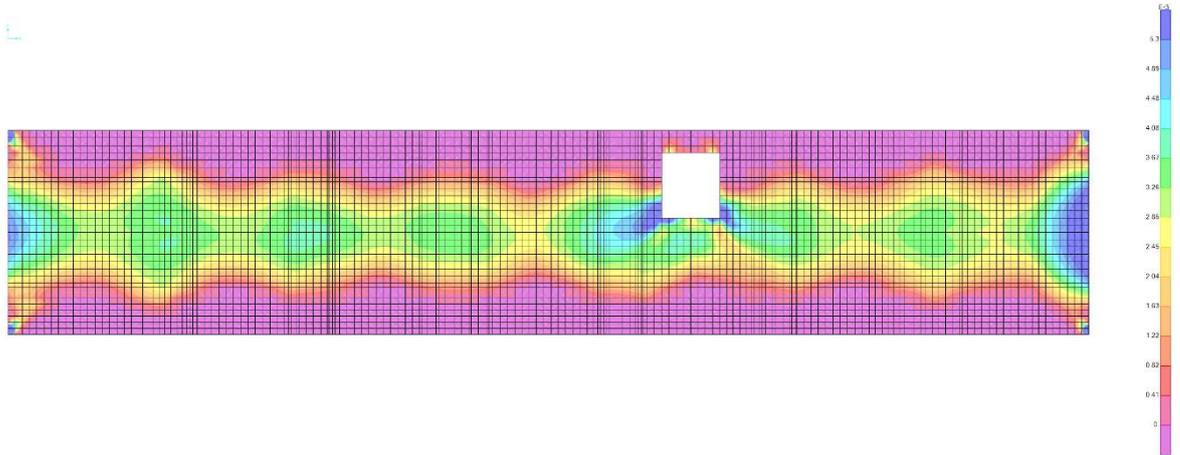
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

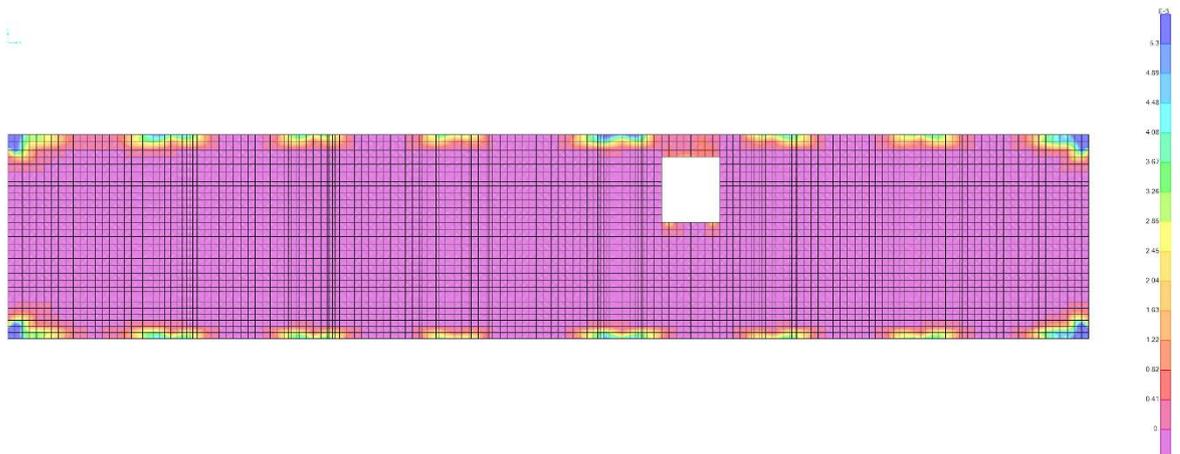
Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Reinforcement intensity A04 Diagram - Top Face - A04



Reinforcement intensity A04 Diagram - Bottom Face - A04



- Armatura in direzione longitudinale superiore e inferiore

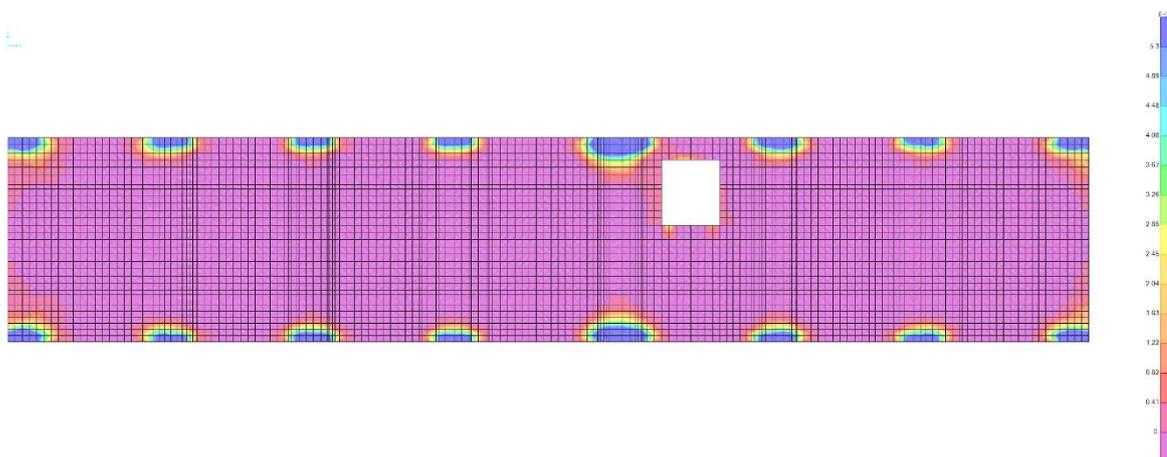
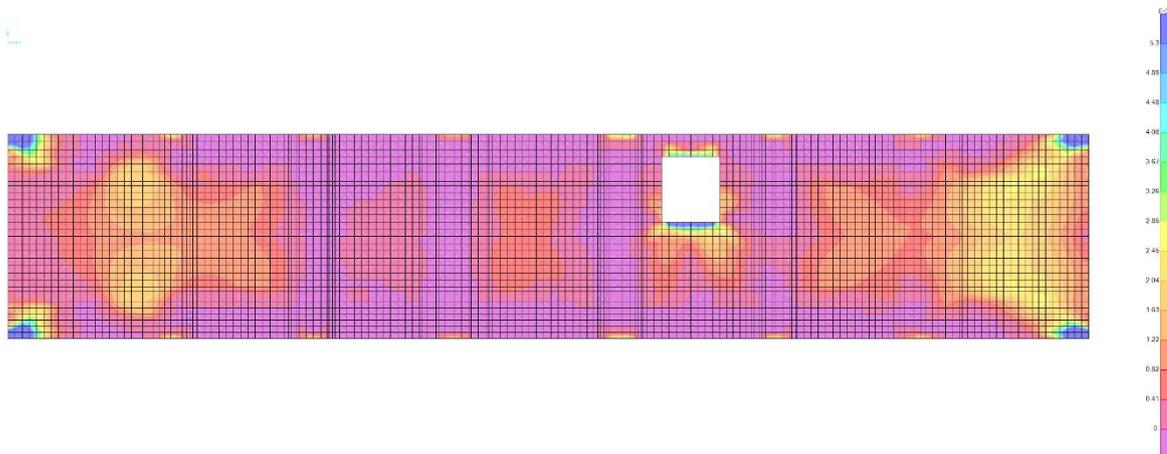


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Secondo gli schemi grafici si prevedono ovunque barre 1+1  $\Phi 26/10\text{cm}$  in entrambe le direzioni, con i seguenti raffittimenti:

- Armatura trasversale superiore con barre di diametro  $\Phi 26/20\text{cm}$  disposte in secondo strato all'interno degli allineamenti 1-2, 7-8, B-C e in adiacenza alle forometrie.
- Armatura longitudinale superiore con barre di diametro  $\Phi 26/20\text{cm}$  in secondo strato nelle aree di bordo estremo.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- Armatura longitudinale inferiore con barre di diametro  $\Phi 26/20\text{cm}$  in secondo strato in corrispondenza dei pilastri/setti.

### Verifica a taglio

La resistenza a taglio della sezione standard sp.180 cm con armatura minima di 1+1  $\Phi 26/10\text{cm}$  in entrambe le direzioni, è pari a circa 550 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	<b>1690</b>	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	<b>5306.6</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>1890000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.3253	$\leq$	2
$\rho_1 =$	0.002807725	$\leq$	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	$<$	3.4000
$v_{min} =$	0.2925		
$V_{Rd,c} =$	611.57	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	552.79	kN	valore minimo di resistenza

Introducendo tale valore massimo nel diagramma cromatico si ottiene il seguente risultato.

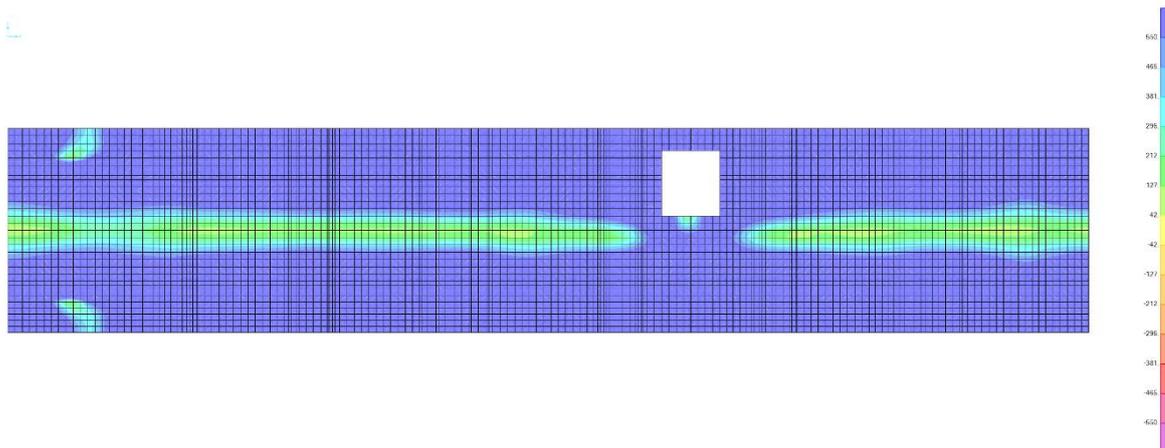


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Si prevede un'armatura diffusa su tutta la soletta con spilli di diametro 20 mm a passo 40 x 40 cm. Ne deriva il seguente valore resistente.

## VERIFICA TAGLIO

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$	30	Mpa	
$d$	1690	mm	altezza utile
$A_{sl}$	5306.6	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$	1890000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$	0.12		
$k_1$	0.15		
$k$	1.3253	≤	2
$\rho_1$	0.002807725	≤	0.02
$\sigma_{cp}$	0.0000	<	3.4000
$v_{min}$	0.2925		
$V_{Rd,c}$	611.57	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$	552.79	kN	valore minimo di resistenza

### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	no		
$\sigma_{cp}$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha$	90	°	1.57 radianti
$\theta$	21.8	°	0.38 radianti



CITTA' DI TORINO

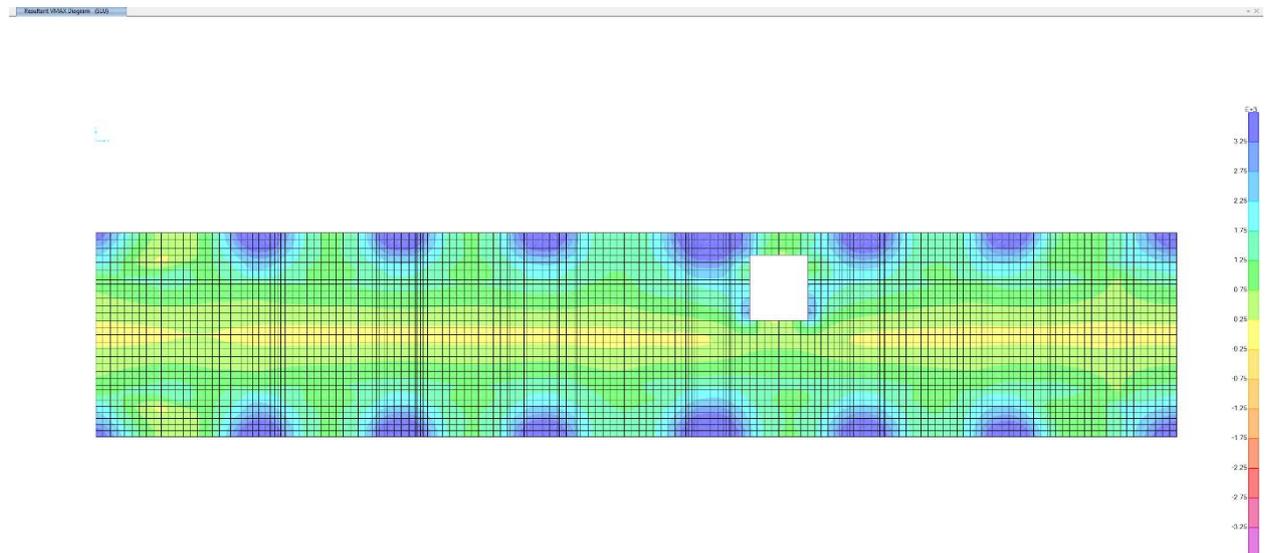
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione		
$d =$	1890	mm	altezza utile		
$z =$	1701	mm	braccio della coppia interna		
$A_{sw} =$	<b>785</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio		
$s =$	<b>400</b>	mm	passo staffe		
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio		
$\alpha_{cw} =$	1.0000				
$v_1 =$	0.528			2.50017836	1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa			
$V_{Rd,s} =$	3265.88	kN	resistenza lato acciaio		
$V_{Rd,max} =$	5264.62	kN	resistenza lato calcestruzzo		
0.768	$\leq$	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio		

Inserendo il valore resistente di 3250 kN nel modello di calcolo si ottengono i seguenti risultati.



Tutta la soletta risulta verificata ad eccezione dei punti di arrivo dei setti/pilastrini, intorno ai quali si prevede quindi un raffittimento degli spilli con passo 20 x 20 cm.

## VERIFICA TAGLIO

### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	<b>1690</b>	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	<b>5306.6</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>1890000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.3253	≤	2
$\rho_1 =$	0.002807725	≤	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	<	3.4000
$V_{min} =$	0.2925		
$V_{Rd,c} =$	611.57	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	552.79	kN	valore minimo di resistenza

#### Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?	<b>no</b>			
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)	
$\alpha =$	<b>90</b>	°	1.57	radianti
$\theta =$	<b>21.8</b>	°	0.38	radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione	
$d =$	1890	mm	altezza utile	
$z =$	1701	mm	braccio della coppia interna	
$A_{sw} =$	<b>1570</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio	
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe	
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio	
$\alpha_{cw} =$	1.0000			
$v_1 =$	0.528		2.50017836	1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa		
$V_{Rd,s} =$	13063.50	kN	resistenza lato acciaio	
$V_{Rd,max} =$	5264.62	kN	resistenza lato calcestruzzo	
3.072	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio	

Gli eccessi locali sono contenuti all'interno dello spessore dei setti/pilastri, pertanto non verranno considerati come dimensionanti.

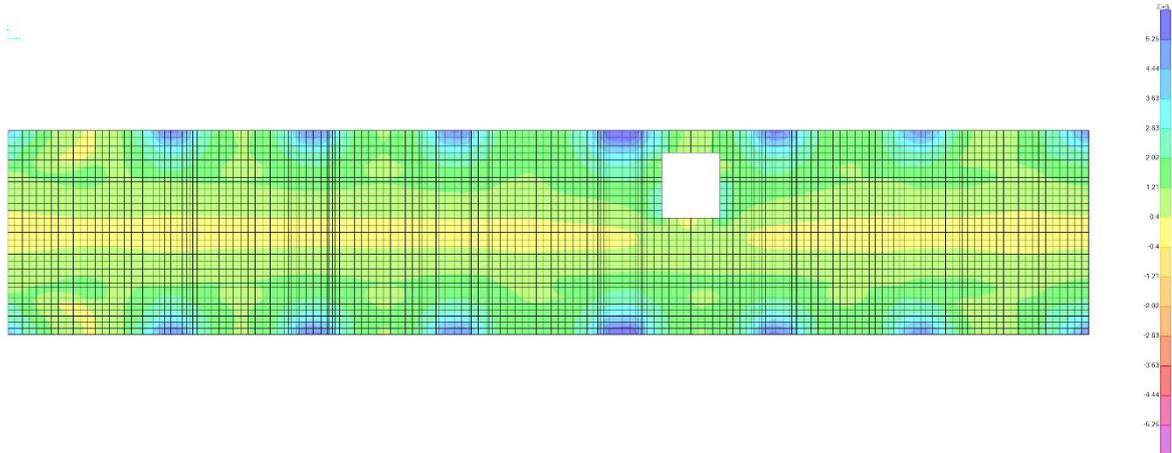


CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



### Verifica SLE – Soletta di fondazione sp.180 cm

I tabulati di verifica dello stato tensionale e fessurativo nei confronti degli SLE sono riportati nell'ALLEGATO E.

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$M_{0.30}$  = Mmax per una fessura limite  $w_2 = 0,30\text{mm}$  NTC2018 §4.1.2.2.4.

$M_{\sigma_c}$  = Mmax per  $\sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.1.

$M_{\sigma_s}$  = Mmax per  $\sigma_{s, max} = 0,80 f_{yk}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.2.

Tabella 12 Capacità delle sezioni tipologiche

H (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	As' (cm <sup>2</sup> /m)	M <sub>lim</sub> (kN.m/m)	M <sub>r</sub> (kN.m/m)
180	172.5	2φ26/100	2φ26/100	3620	6780
180	172.5	φ26/100	φ26/100	1800	3480
180	170	φ26/200	φ26/200	840	1765

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Dal confronto dei momenti flettenti massimi  $M_{max}$  per SLE con i momenti limite  $M_{lim}$  di ciascuna sezione tipologica utilizzata, si verifica che  $M_{max} < M_{lim}$

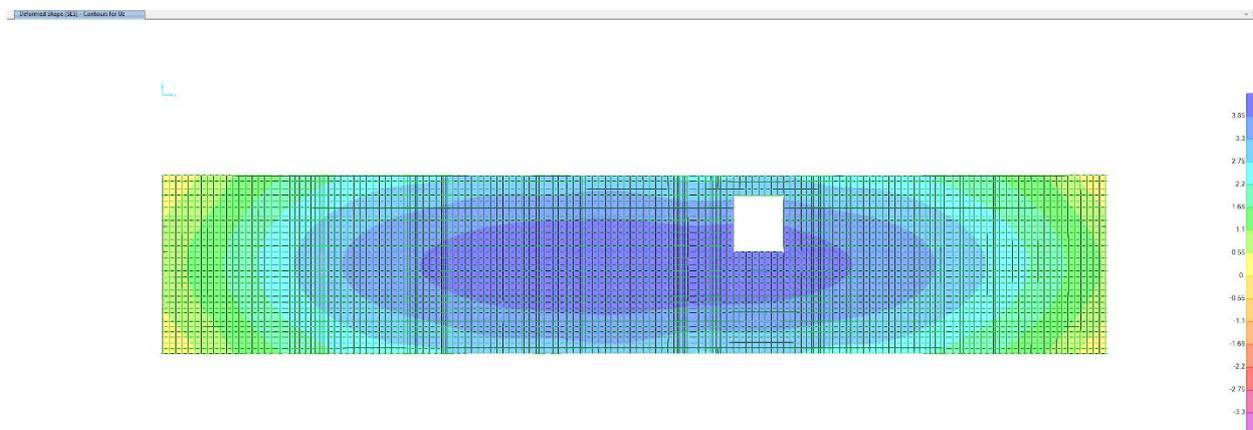
### Verifica deformazione soletta Fondazione

NTC 4.1.2.2.2/Eurocode 2 par. 7.4

Per garantire l'aspetto esteriore e la funzionalità generale della struttura e prevenire le flessioni che potrebbero danneggiare le parti adiacenti dell'opera è fissato il limite di deformabilità per carichi quasi permanenti = luce/250. L'abbassamento viene valutato rispetto ai supporti. In ogni caso, è possibile utilizzare la pre-inclinazione per compensare parte o tutta la flessione.

La figura seguente mostra i risultati degli spostamenti verticali assoluti ottenuti considerando una riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo pari a 2,75.

**Figura 6.52 Deformazione verticale Uz – SLE**



Il valore massimo ottenuto è pari a 4,30 cm, in un'area con luce massima tra gli appoggi di 14,10 m (asse piedritti ribasso fondazione).

In corrispondenza dell'appoggio lo spostamento massimo è pari a 2,50 cm. Il differenziale è pari a 1,80 cm.

Lo spostamento limite sarebbe pertanto  $L/250 = 5,60$  cm.

#### **6.1.5.9 Setti sottobanchina sp.30 cm**

- Verifica SLU

### Verifica a flessione



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Spessore di soletta = 30 cm

Separazione di barra = 200/100 mm

Armatura minima: NTC par. 4.1.6.1.1

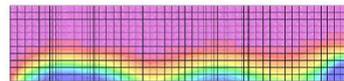
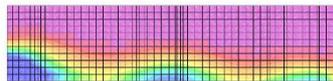
$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

Asmin = 0.26 (2.90/450) 100 x 27 = 4.52 cmq/m ---  $\Phi 14/200$ mm

In direzione verticale si prevede un'armatura standard pari a 1+1 $\Phi 14/100$ mm.

Reinforcement, Slab, Alloc Diagram - Sp.140x - 24/2

L





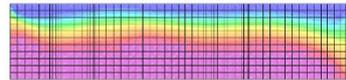
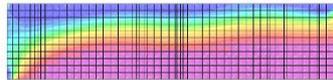
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

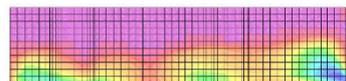
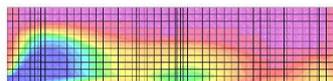
Reinforcement: Mtl2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Le aree con sollecitazioni eccedenti sono comprese all'interno dei semispessori di soletta di fondo e banchina. Verranno tuttavia previsti raffittimenti locali in corrispondenza delle estremità con barre a passo 7.5 cm per un'estensione di circa 2 m da ciascun bordo.

In direzione longitudinale si prevede un'armatura standard pari a 1+1Φ14/200mm.

Reinforcement: Mtl2T1A2DSTRSVRR002-0-2





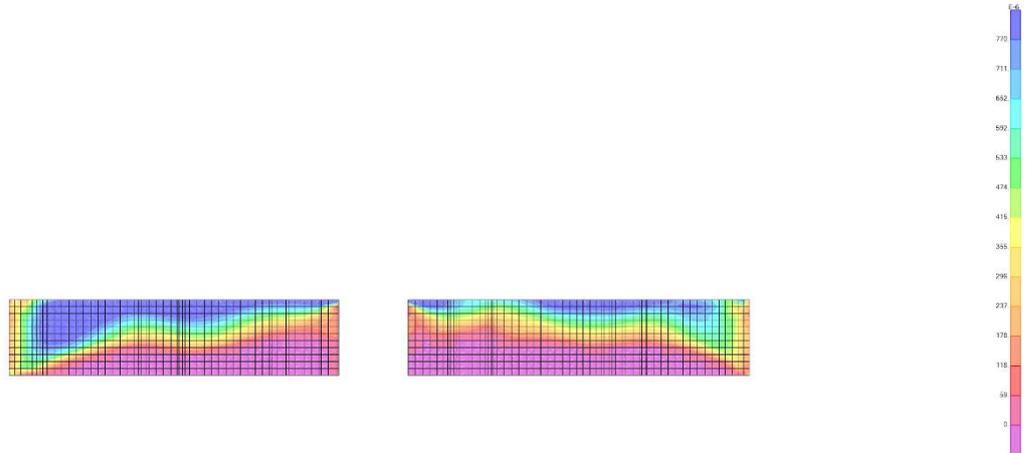
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Reinforcement, Slab, ASD Diagram: 2017-02-20 10:55



Verranno previsti raffittimenti locali con barre integrative  $\Phi 14/20\text{cm}$ .

### Verifica a taglio

La resistenza a taglio della sezione standard sp.30 cm con armatura minima di 1+1  $\Phi 14/20\text{cm}$  in entrambe le direzioni, è pari a circa 120 kN/m, calcolato mediante foglio Excel.

#### Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$ =	30	Mpa	
$d$ =	270	mm	altezza utile
$A_{sl}$ =	769.3	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$ =	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$ =	270000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$ =	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$ =	0.12		
$k_1$ =	0.15		
$k$ =	1.8607	≤	2
$\rho_1$ =	0.002849259	≤	0.02
$\sigma_{cp}$ =	0.0000	<	3.4000
$V_{min}$ =	0.4866		
$V_{Rd,c}$ =	123.26	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$ =	131.37	kN	valore minimo di resistenza

Di seguito il diagramma di taglio.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Finestra: VMAI - Diagrammi - 0/04

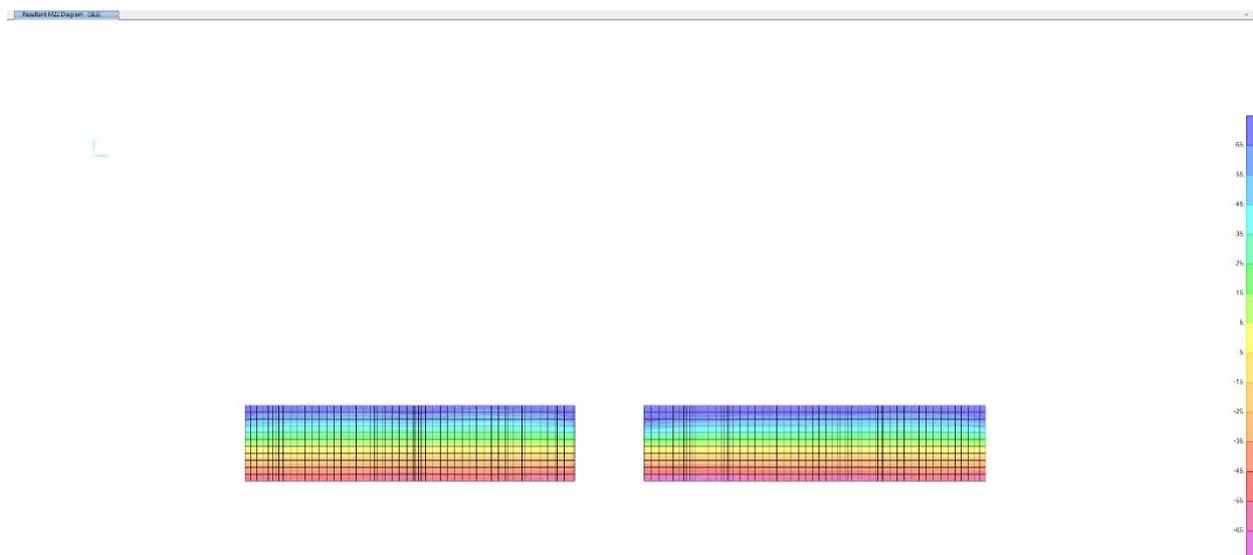
L



Non risultano necessarie armature specifiche a taglio.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### Verifica SLE – Setto sottobanchina sp 30cm

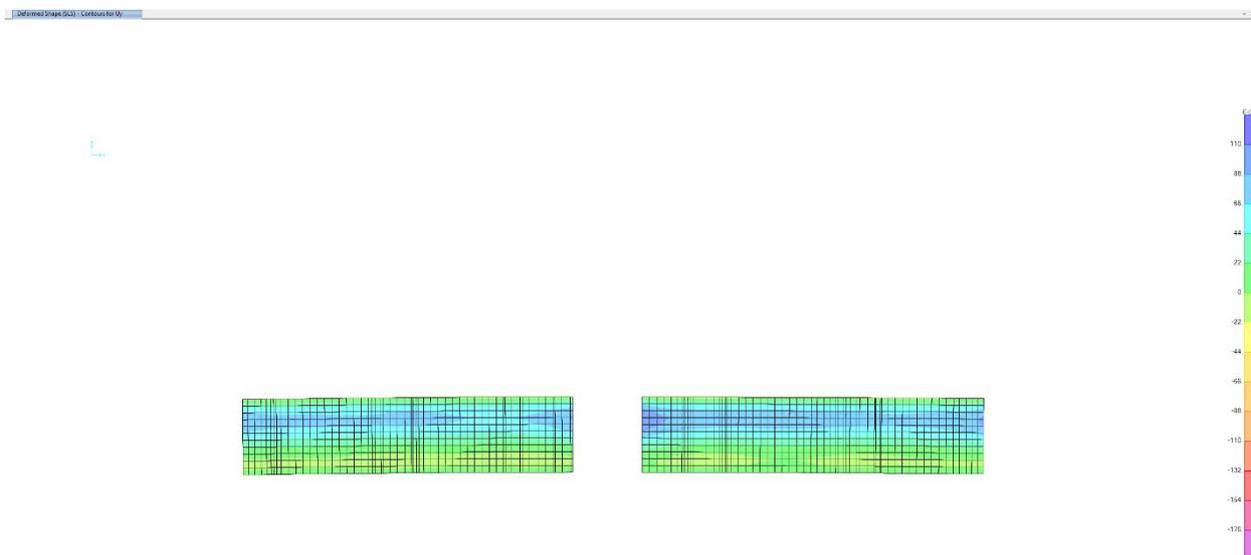


Nell'ALLEGATO F è riportata la verifica della sezione ad armatura minima applicando la sollecitazione SLE-R anche nel caso Frequente e Quasi Permanente.

### Verifica della deformazione

Le deformazioni del setto deriveranno principalmente dal contributo della soletta di fondazione. Nel diagramma seguente vengono rappresentate graficamente.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



Lo spostamento massimo è pari a 0,1 cm, sostanzialmente trascurabile.

#### 6.1.5.10 Vasca Aggottamento

La piastra di base della vasca Aggottamento si trova a -26,38m dal piano terreno, le dimensioni della piastra è 5,0 m largo e 5,50 m in altezza con uno spessore di 50cm.

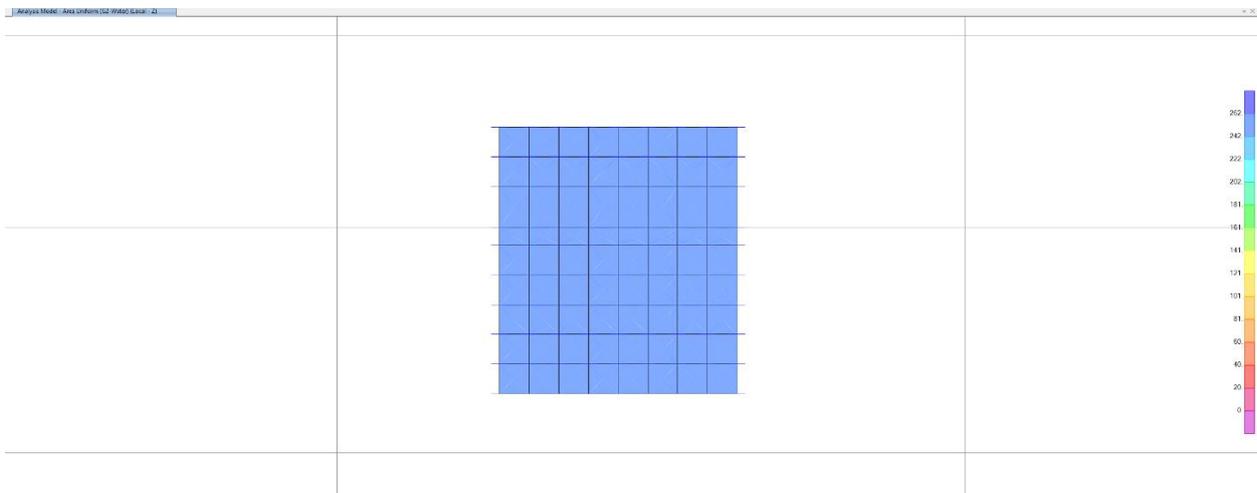


**Figura 6.53 Modello della vasca aggottamento**

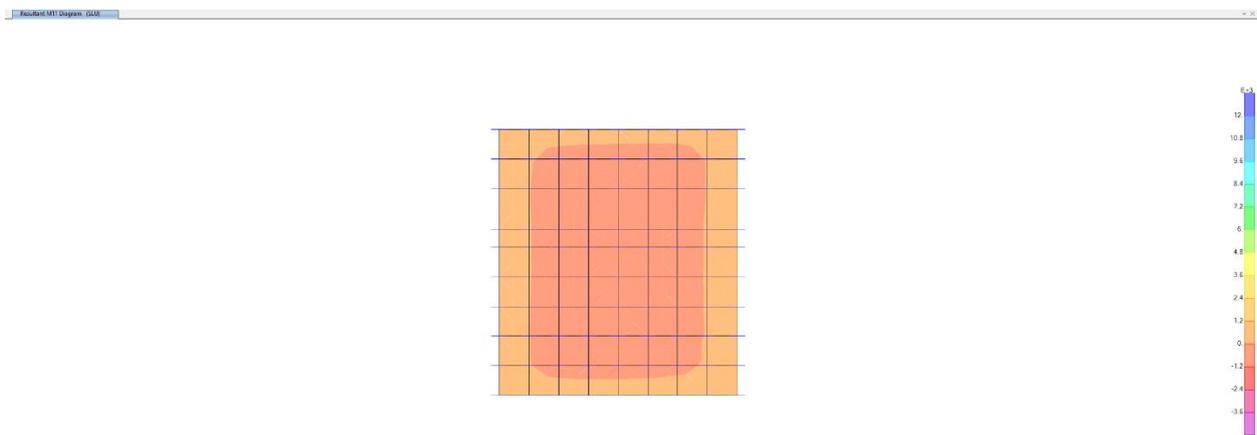
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

I carichi vengono trasmessi automaticamente dal modello globale, quindi dai setti di collegamento alla soletta di fondo.

La pressione dell'acqua agente, corrispondente alla falda massima pari a -5 m da p.c. è la seguente, pari a 262 kPa.



### Risultati dell'analisi



**Figura 6.54 Moment in M11 direction**



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

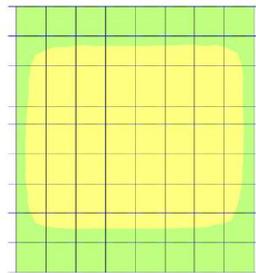


Figura 6.55 Moment in M22 direction

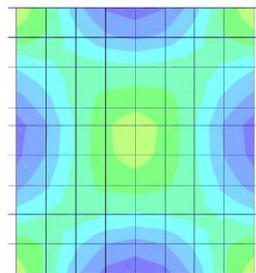


Figura 6.56 Taglio massimo

Verifiche strutturali

Verifica SLU

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

$$A_{s, min} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 45 = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ --- } \phi 14/200$$



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

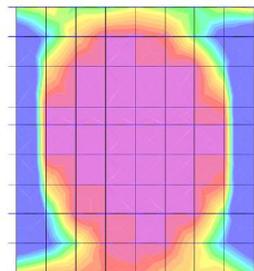
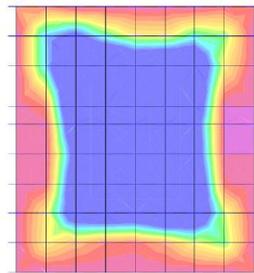
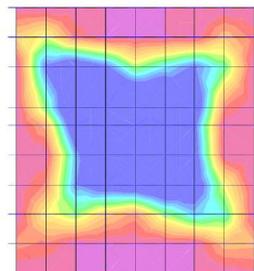
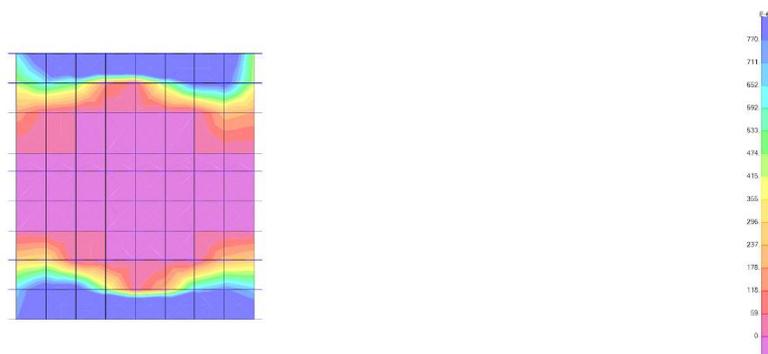


Figura 6.57 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) - direzione longitudinale



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



**Figura 6.58 Acciaio di rinforzo  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) - direzione trasversale**

Verifica a flessione

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle Vasca Aggotamento:

Direction	Posizione	Ordinario	Integrativo
longitudinale	Superiore	$\Phi$ 24/100	-
	Inferiore	$\Phi$ 16/200	$\Phi$ 18/200 sui bordi laterali per 150cm
Trasversale	Superiore	$\Phi$ 24/100	-
	Inferiore	$\Phi$ 16/200	$\Phi$ 18/200 sui bordi laterali per 150cm

Verifica a taglio

Element	Armatura a taglio al metro	$V_{Rd}$ [KN/m]
Vasca aggo.	$\Phi$ 14/20/20	1250



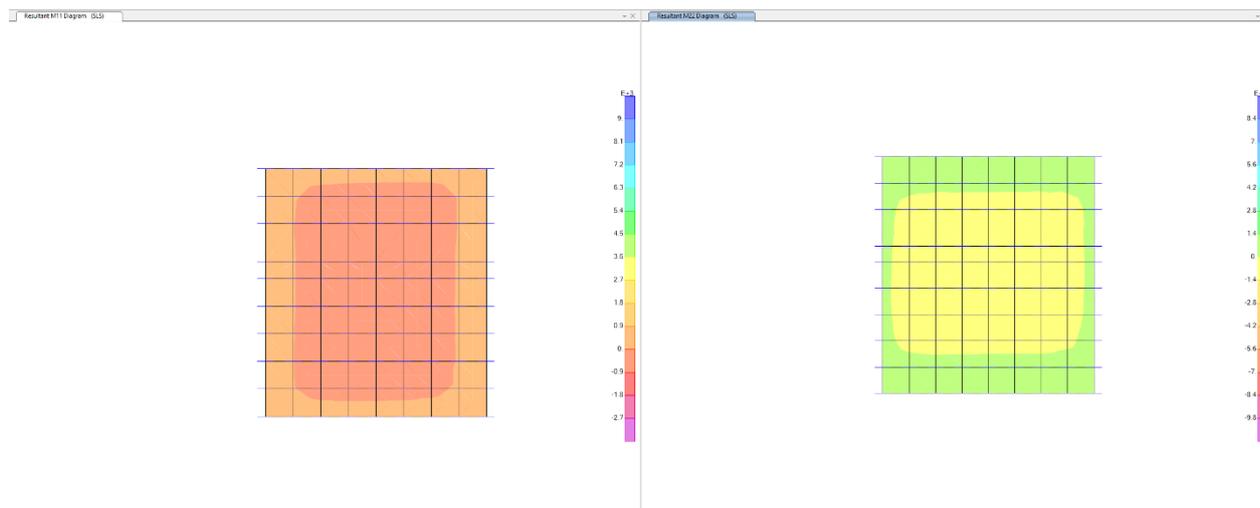
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## Verifiche SLE



### i) Verifica fessurazione e tensioni

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$M_{0.30}$  = Mmax per una fessura limite  $w_2 = 0,30\text{mm}$  NTC2018 §4.1.2.2.4.

$M_{\sigma_c}$  = Mmax per  $\sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.1.

$M_{\sigma_s}$  = Mmax per  $\sigma_{s, max} = 0,80 f_{yk}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.2.

Sezione	H (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	As' (cm <sup>2</sup> /m)	M <sub>lim</sub> (kN.m/m)	M <sub>r</sub> (kN.m/m)
Span	50	25	φ24/100	φ18/200	225	895
Support	50	25	φ24/100	φ18/200	500	895

### ii) Verifica deformazione



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

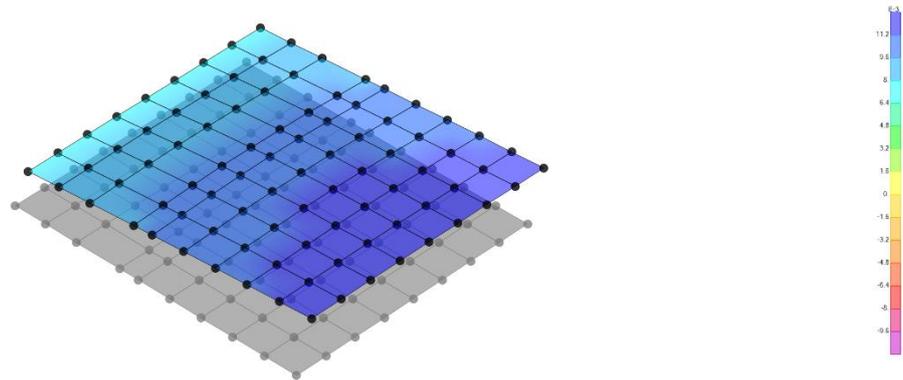


Figura 6.59 Deformazione SLE

Nella tabella seguente sono riepilogate il rapporto tra l'abbassamento rispetto ai supporti e la luce libera della campata per ogni asse, che deve essere inferiore al limite  $\Delta/L < 1/250$ , dove:

$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$  ... Abbassamento rispetto ai supporti

L ... Luce libera della campata

Tabella 13 Verifica deformazione

Assi	L (m)	$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$ (cm)	$\Delta/L < 1/250$
1-2	5	1.1-1.19=0.09	$\ll 1/250$

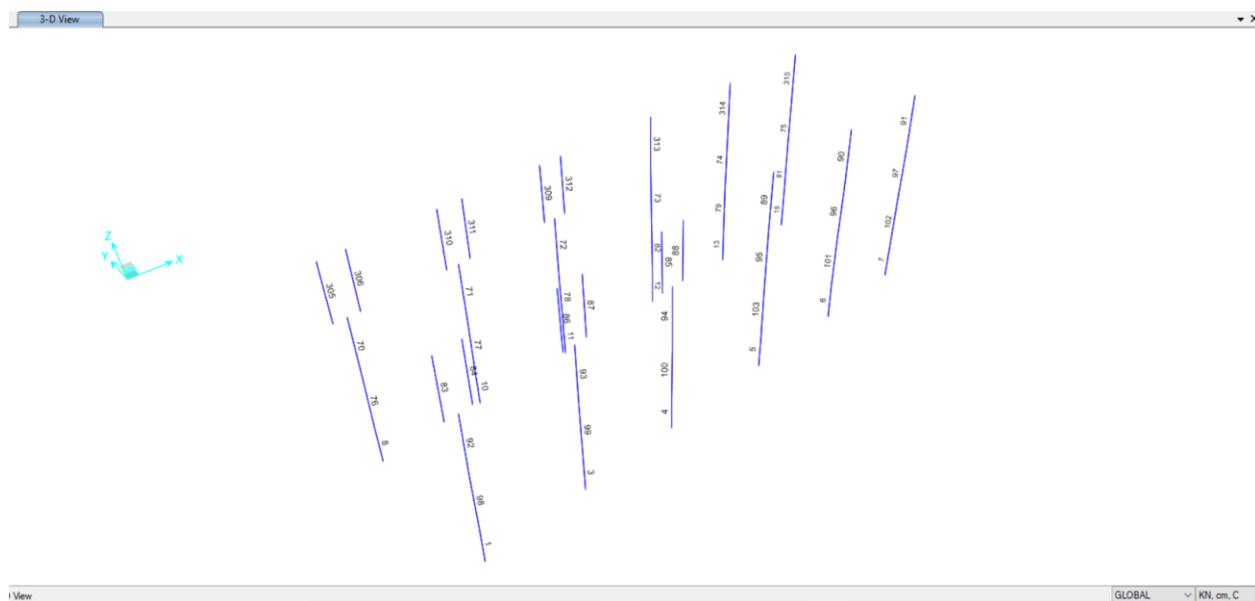
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.5.11 Pilastrini definitivi

- Verifiche SLU

Verifica a presso-flessione:

**Figura 6.60 Numerazione dei pilastri**



Di seguito vengono presentati i risultati dei requisiti degli acciai per armatura longitudinale  $A_s$  ( $\text{cm}^2$ ) e trasversale  $A_{sv}$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) per le barrette interne.

Assi locali: 1-Verticale 2-Longitudinale 3-Trasversale





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

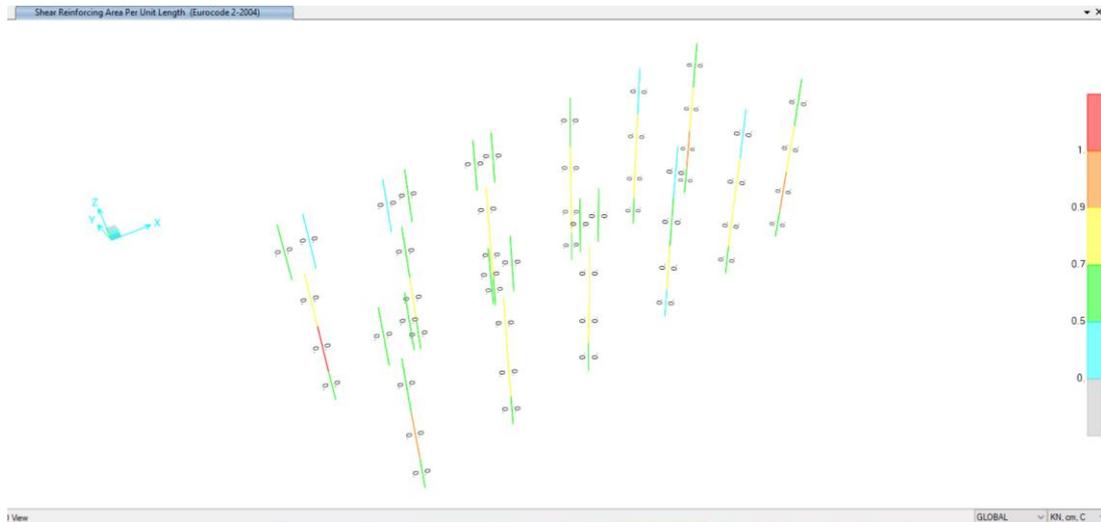


Figura 6.63 Percentuale di armatura di rinforzo trasversale

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle barre:

Tabella 14 Armature setti

Livello	Largo[cm]	Spessore [cm]	Lato largo	Lato corto	Armatura a taglio
ATRIO-COPERTURA	300	50	18 $\phi$ 26	5 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
MEZZANINO-ATRIO	300	50	18 $\phi$ 26	5 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
BANCHINA-MEZZANINO	350	50	18 $\phi$ 26	5 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
BANCHINA-SOLETTA DI FONDO	350	70	18 $\phi$ 26	7 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20

Tabella 15 Armature setto 4.60x0.50 e pilastri circolari

Quota	Largo[cm]	Spessore [cm]	Lato largo	Lato corto	Armatura a taglio
ATRIO-COPERTURA	460	50	28 $\phi$ 26	7 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
ATRIO-COPERTURA	CIRC. diam.80	-	24 $\phi$ 26		$\phi$ 12/15
MEZZANINO-ATRIO	460	50	28 $\phi$ 26	7 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
BANCHINA-MEZZANINO	550	50	34 $\phi$ 26	7 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20
ATRIO-SOLETTA DI FONDO	550	60	34 $\phi$ 26	9 $\phi$ 26	$\phi$ 16/20



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - Eurocode 2-2004

Frame	DesignSect	DesignType	Location	PMMRatio	VMajRebar	VMinRebar
Text	Text	Text	cm	Unitless	cm2/cm	cm2/cm
70	C 3m x 0,5m	Column	50	0.774	0	0
70	C 3m x 0,5m	Column	293	0.757	0	0
70	C 3m x 0,5m	Column	535	0.754	0	0
71	C 3m x 0,5m	Column	50	0.667	0	0
71	C 3m x 0,5m	Column	293	0.597	0	0
71	C 3m x 0,5m	Column	535	0.663	0	0
72	C 3m x 0,5m	Column	50	0.747	0	0
72	C 3m x 0,5m	Column	293	0.640	0	0
72	C 3m x 0,5m	Column	535	0.717	0	0
73	C 4,6m x 0,5m	Column	50	0.732	0	0
73	C 4,6m x 0,5m	Column	293	0.673	0	0
73	C 4,6m x 0,5m	Column	535	0.758	0	0
74	C 3m x 0,5m	Column	50	0.748	0	0
74	C 3m x 0,5m	Column	293	0.686	0	0
74	C 3m x 0,5m	Column	535	0.773	0	0
75	C 3m x 0,5m	Column	50	0.846	0	0
75	C 3m x 0,5m	Column	293	0.756	0	0
75	C 3m x 0,5m	Column	535	0.854	0	0
76	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.800	0	0
76	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.984	0	0
76	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.982	0	0
77	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.627	0	0
77	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.858	0	0
77	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.855	0	0
78	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.568	0	0
78	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.833	0	0
78	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.830	0	0
79	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.647	0	0
79	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.868	0	0
79	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.865	0	0
81	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.674	0	0
81	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.902	0	0
81	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.899	0	0
82	C 5,5m x 0,5m	Column	0	0.562	0	0
82	C 5,5m x 0,5m	Column	248	0.788	0	0
82	C 5,5m x 0,5m	Column	495	0.785	0	0
83	C d_0,8m	Column	80	0.587	0	0
83	C d_0,8m	Column	293	0.557	0	0
83	C d_0,8m	Column	505	0.555	0	0
84	C d_0,8m	Column	80	0.573	0	0
84	C d_0,8m	Column	293	0.543	0	0
84	C d_0,8m	Column	505	0.541	0	0
85	C d_0,8m	Column	80	0.626	0	0
85	C d_0,8m	Column	293	0.594	0	0
85	C d_0,8m	Column	505	0.591	0	0
86	C d_0,8m	Column	80	0.606	0	0
86	C d_0,8m	Column	293	0.577	0	0
86	C d_0,8m	Column	505	0.574	0	0
87	C d_0,8m	Column	80	0.630	0	0
87	C d_0,8m	Column	293	0.601	0	0
87	C d_0,8m	Column	505	0.598	0	0
88	C d_0,8m	Column	80	0.565	0	0
88	C d_0,8m	Column	293	0.532	0	0
88	C d_0,8m	Column	505	0.529	0	0
89	C 4,6m x 0,5m	Column	80	0.451	0	0
89	C 4,6m x 0,5m	Column	293	0.459	0	0
89	C 4,6m x 0,5m	Column	505	0.495	0	0

90	C 3m x 0,5m	Column	80	0.490	0	0
90	C 3m x 0,5m	Column	293	0.465	0	0
90	C 3m x 0,5m	Column	505	0.462	0	0
91	C 3m x 0,5m	Column	80	0.538	0	0
91	C 3m x 0,5m	Column	293	0.529	0	0
91	C 3m x 0,5m	Column	505	0.527	0	0
92	C 3m x 0,5m	Column	50	0.698	0	0
92	C 3m x 0,5m	Column	293	0.636	0	0
92	C 3m x 0,5m	Column	535	0.697	0	0
93	C 3m x 0,5m	Column	50	0.712	0	0
93	C 3m x 0,5m	Column	293	0.643	0	0
93	C 3m x 0,5m	Column	535	0.707	0	0
94	C 3m x 0,5m	Column	50	0.767	0	0
94	C 3m x 0,5m	Column	293	0.658	0	0
94	C 3m x 0,5m	Column	535	0.739	0	0
95	C 4,6m x 0,5m	Column	50	0.639	0	0
95	C 4,6m x 0,5m	Column	293	0.575	0	0
95	C 4,6m x 0,5m	Column	535	0.652	0	0
96	C 3m x 0,5m	Column	50	0.744	0	0
96	C 3m x 0,5m	Column	293	0.681	0	0
96	C 3m x 0,5m	Column	535	0.772	0	0
97	C 3m x 0,5m	Column	50	0.861	0	0
97	C 3m x 0,5m	Column	293	0.769	0	0
97	C 3m x 0,5m	Column	535	0.876	0	0
98	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.691	0	0
98	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.904	0	0
98	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.901	0	0
99	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.653	0	0
99	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.880	0	0
99	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.877	0	0
100	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.579	0	0
100	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.843	0	0
100	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.840	0	0
101	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.639	0	0
101	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.862	0	0
101	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.859	0	0
102	C 3,5m x 0,5m	Column	0	0.682	0	0
102	C 3,5m x 0,5m	Column	248	0.907	0	0
102	C 3,5m x 0,5m	Column	495	0.904	0	0
103	C 5,5m x 0,5m	Column	0	0.488	0	0
103	C 5,5m x 0,5m	Column	248	0.720	0	0
103	C 5,5m x 0,5m	Column	495	0.716	0	0
305	C d_0,8m	Column	80	0.621	0	0
305	C d_0,8m	Column	293	0.618	0	0
305	C d_0,8m	Column	505	0.619	0	0
306	C d_0,8m	Column	80	0.485	0	0
306	C d_0,8m	Column	293	0.483	0	0
306	C d_0,8m	Column	505	0.484	0	0
309	C d_0,8m	Column	80	0.544	0	0
309	C d_0,8m	Column	293	0.516	0	0
309	C d_0,8m	Column	505	0.513	0	0
310	C d_0,8m	Column	80	0.499	0	0
310	C d_0,8m	Column	293	0.429	0	0
310	C d_0,8m	Column	505	0.395	0	0
311	C d_0,8m	Column	80	0.509	0	0
311	C d_0,8m	Column	293	0.439	0	0
311	C d_0,8m	Column	505	0.406	0	0
312	C d_0,8m	Column	80	0.554	0	0
312	C d_0,8m	Column	293	0.526	0	0
312	C d_0,8m	Column	505	0.523	0	0
313	C 4,6m x 0,5m	Column	80	0.570	0	0
313	C 4,6m x 0,5m	Column	293	0.567	0	0
313	C 4,6m x 0,5m	Column	505	0.564	0	0
314	C 3m x 0,5m	Column	80	0.464	0	0
314	C 3m x 0,5m	Column	293	0.443	0	0
314	C 3m x 0,5m	Column	505	0.440	0	0
315	C 3m x 0,5m	Column	80	0.535	0	0
315	C 3m x 0,5m	Column	293	0.535	0	0
315	C 3m x 0,5m	Column	505	0.559	0	0



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

1	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.616	0	0
1	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.614	0	0
1	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.501	0	0
3	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.590	0	0
3	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.588	0	0
3	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.473	0	0
4	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.544	0	0
4	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.541	0	0
4	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.420	0	0
5	C 5,5m x 0,7m	Column	80	0.459	0	0
5	C 5,5m x 0,7m	Column	228	0.457	0	0
5	C 5,5m x 0,7m	Column	375	0.361	0	0
6	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.577	0	0
6	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.575	0	0
6	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.463	0	0
7	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.614	0	0
7	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.612	0	0
7	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.494	0	0
8	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.692	0	0
8	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.690	0	0
8	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.580	0	0
10	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.570	0	0
10	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.568	0	0
10	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.454	0	0
11	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.534	0	0
11	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.531	0	0
11	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.412	0	0
12	C 5,5m x 0,7m	Column	80	0.524	0	0
12	C 5,5m x 0,7m	Column	228	0.521	0	0
12	C 5,5m x 0,7m	Column	375	0.416	0	0
13	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.583	0	0
13	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.581	0	0
13	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.469	0	0
15	C 3,5m x 0,7m	Column	80	0.608	0	0
15	C 3,5m x 0,7m	Column	228	0.606	0	0
15	C 3,5m x 0,7m	Column	375	0.488	0	0

I tabulati di verifica SLU e SLE per le varie tipologie di pilastri sono riportati nell'ALLEGATO G.

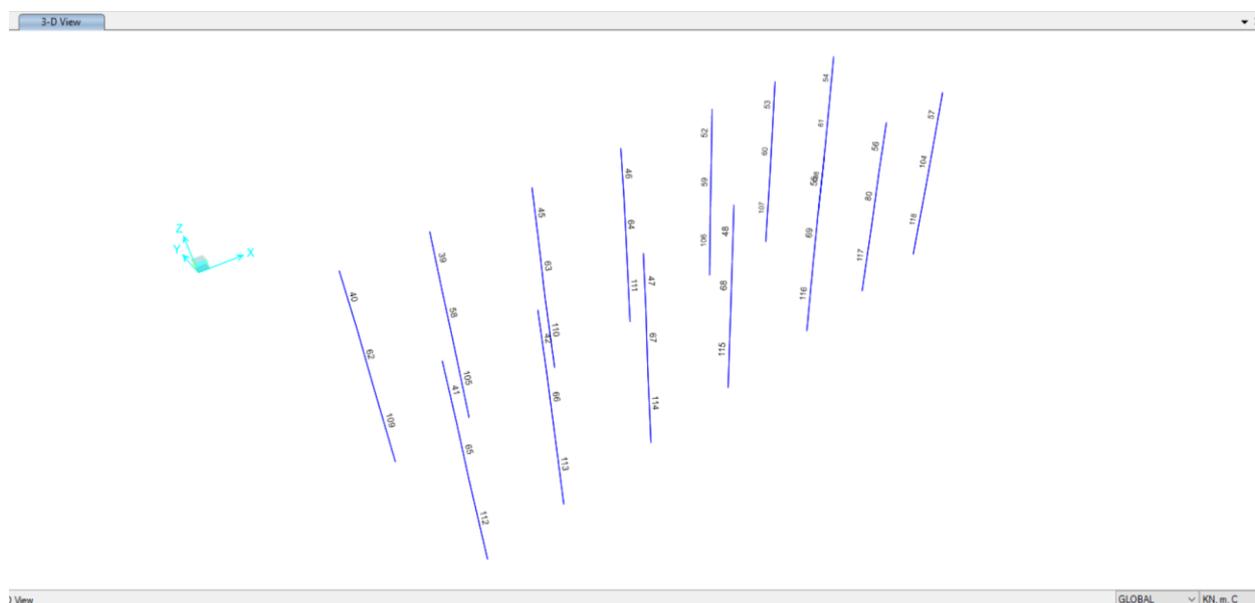
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.1.5.12 Setti Temporanei 1.20x2.80

- Verifiche SLU

Verifica a presso-flessione:

**Figura 6.58.a Numerazione dei pilastri**



Di seguito vengono presentati i risultati dei requisiti degli acciai per armatura longitudinale  $A_s$  ( $\text{cm}^2$ ) e trasversale  $A_{sv}$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}$ ) per le barrette interne.

Assi locali: 1-Verticale 2-Longitudinale 3-Trasversale



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

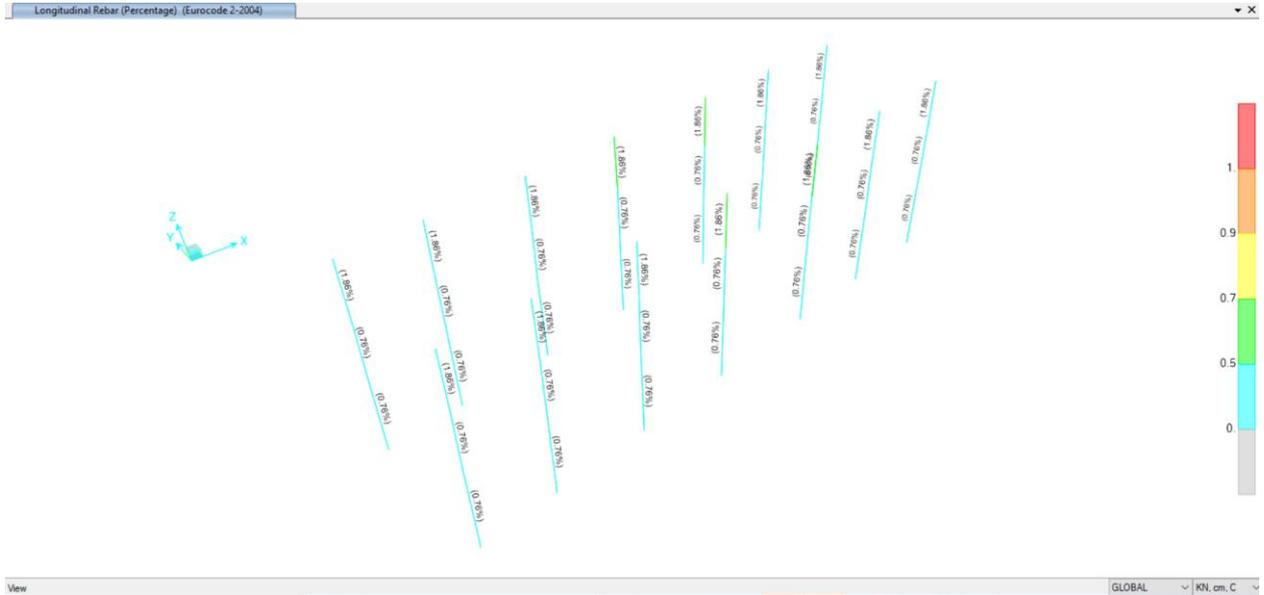


Figura 6.64 Percentuale di armatura di rinforzo longitudinale

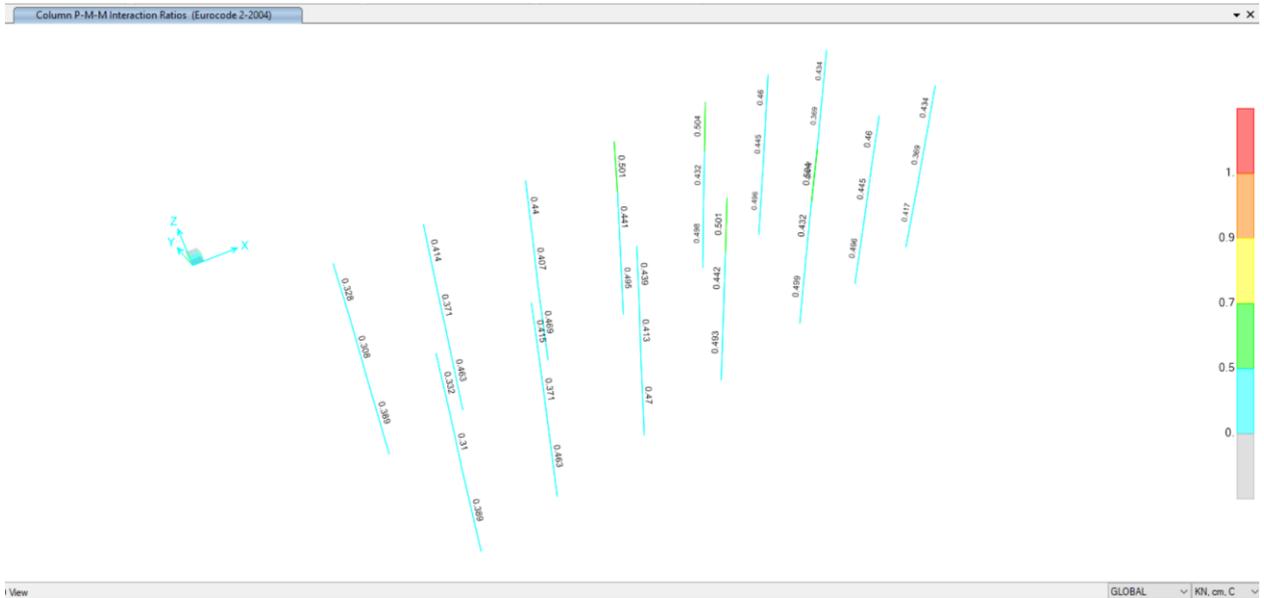


Figura 6.58.c Rapporto D/C



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

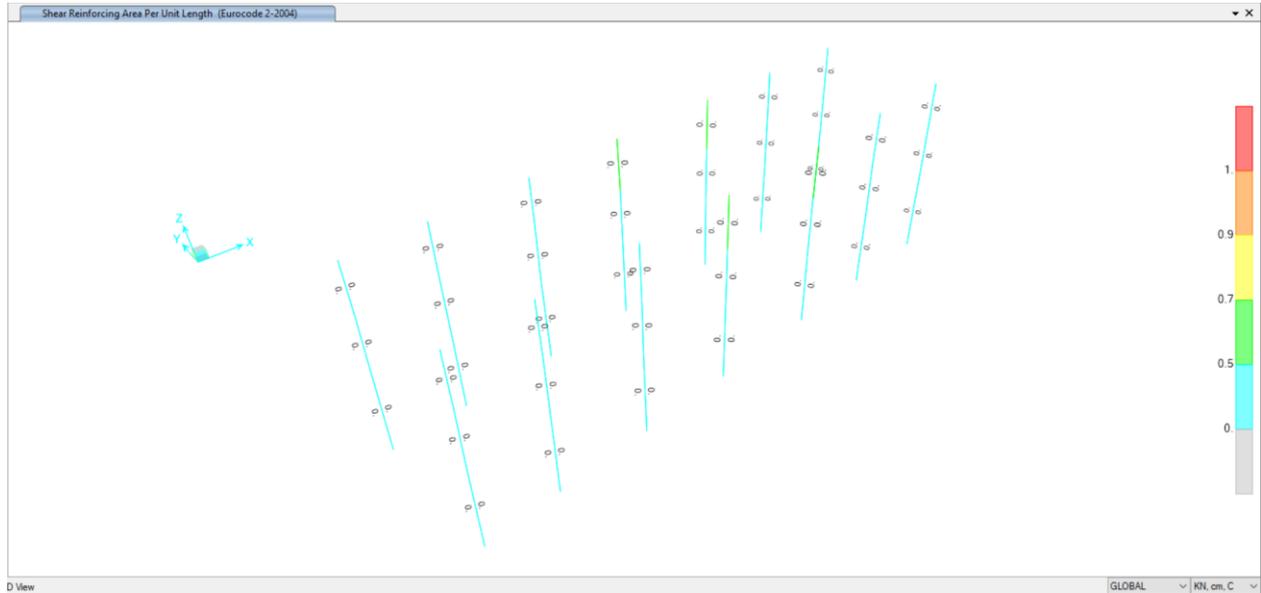


Figura 6.65.d Percentuale di armatura di rinforzo trasversale

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - Eurocode 2-2004						
Frame	DesignSect	DesignType	Location	PMMRatio	VMajRebar	VMinRebar
Text	Text	Text	cm	Unitless	cm2/cm	cm2/cm
39	Ba Rinf	Column	50	0.265	0	0
39	Ba Rinf	Column	263	0.212	0	0
39	Ba Rinf	Column	475	0.414	0	0
40	Ba Rinf	Column	50	0.220	0	0
40	Ba Rinf	Column	263	0.178	0	0
40	Ba Rinf	Column	475	0.328	0	0
41	Ba Rinf	Column	50	0.221	0	0
41	Ba Rinf	Column	263	0.179	0	0
41	Ba Rinf	Column	475	0.332	0	0
42	Ba Rinf	Column	50	0.265	0	0
42	Ba Rinf	Column	263	0.212	0	0
42	Ba Rinf	Column	475	0.415	0	0
45	Ba Rinf	Column	50	0.286	0	0
45	Ba Rinf	Column	263	0.247	0	0
45	Ba Rinf	Column	475	0.440	0	0
46	Ba Rinf	Column	50	0.330	0	0
46	Ba Rinf	Column	263	0.263	0	0
46	Ba Rinf	Column	475	0.501	0	0
47	Ba Rinf	Column	50	0.285	0	0
47	Ba Rinf	Column	263	0.248	0	0
47	Ba Rinf	Column	475	0.439	0	0
48	Ba Rinf	Column	50	0.330	0	0
48	Ba Rinf	Column	263	0.263	0	0
48	Ba Rinf	Column	475	0.501	0	0
52	Ba Rinf	Column	50	0.327	0	0
52	Ba Rinf	Column	263	0.261	0	0
52	Ba Rinf	Column	475	0.504	0	0
53	Ba Rinf	Column	50	0.326	0	0
53	Ba Rinf	Column	263	0.234	0	0
53	Ba Rinf	Column	475	0.460	0	0
54	Ba Rinf	Column	50	0.270	0	0
54	Ba Rinf	Column	263	0.206	0	0
54	Ba Rinf	Column	475	0.434	0	0
55	Ba Rinf	Column	50	0.327	0	0
55	Ba Rinf	Column	263	0.261	0	0
55	Ba Rinf	Column	475	0.504	0	0
56	Ba Rinf	Column	50	0.326	0	0
56	Ba Rinf	Column	263	0.234	0	0
56	Ba Rinf	Column	475	0.460	0	0
57	Ba Rinf	Column	50	0.270	0	0
57	Ba Rinf	Column	263	0.206	0	0
57	Ba Rinf	Column	475	0.434	0	0
58	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.371	0	0
58	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.305	0	0
58	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.314	0	0
59	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.432	0	0
59	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.359	0	0
59	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.371	0	0
60	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.445	0	0
60	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.376	0	0
60	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.402	0	0
61	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.369	0	0
61	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.320	0	0
61	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.337	0	0
62	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.308	0	0
62	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.259	0	0
62	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.265	0	0

63	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.407	0	0
63	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.335	0	0
63	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.332	0	0
64	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.441	0	0
64	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.367	0	0
64	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.376	0	0
65	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.310	0	0
65	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.262	0	0
65	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.267	0	0
66	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.371	0	0
66	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.305	0	0
66	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.314	0	0
67	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.413	0	0
67	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.337	0	0
67	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.333	0	0
68	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.442	0	0
68	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.367	0	0
68	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.376	0	0
69	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.432	0	0
69	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.360	0	0
69	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.371	0	0
80	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.445	0	0
80	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.375	0	0
80	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.402	0	0
104	Ba 1.20X2.80	Column	50	0.369	0	0
104	Ba 1.20X2.80	Column	293	0.320	0	0
104	Ba 1.20X2.80	Column	535	0.338	0	0
105	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.436	0	0
105	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.457	0	0
105	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.449	0	0
106	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.470	0	0
106	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.492	0	0
106	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.485	0	0
107	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.469	0	0
107	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.490	0	0
107	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.483	0	0
108	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.396	0	0
108	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.411	0	0
108	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.403	0	0
109	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.368	0	0
109	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.383	0	0
109	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.375	0	0
110	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.441	0	0
110	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.463	0	0
110	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.455	0	0
111	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.466	0	0
111	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.489	0	0
111	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.482	0	0
112	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.368	0	0
112	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.383	0	0
112	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.375	0	0
113	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.435	0	0
113	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.456	0	0
113	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.448	0	0
114	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.441	0	0
114	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.463	0	0
114	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.455	0	0
115	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.465	0	0
115	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.488	0	0
115	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.480	0	0
116	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.471	0	0
116	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.493	0	0
116	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.486	0	0
117	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.468	0	0
117	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.490	0	0
117	Ba 1.20X2.80	Column	870	0.482	0	0
118	Ba 1.20X2.80	Column	0	0.396	0	0
118	Ba 1.20X2.80	Column	435	0.411	0	0
63	Ba 1.20X2.80	Column	478	0.480	0	0

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 6.2 Altre strutture interne

### 6.2.1 Generalità

Tra le strutture interne vi sono le fodere poste in adiacenza ai diaframmi e le strutture secondarie come scale fisse, banchine, muri di sotto banchina, che consentono di determinare le sollecitazioni da considerare nei modelli precedenti.

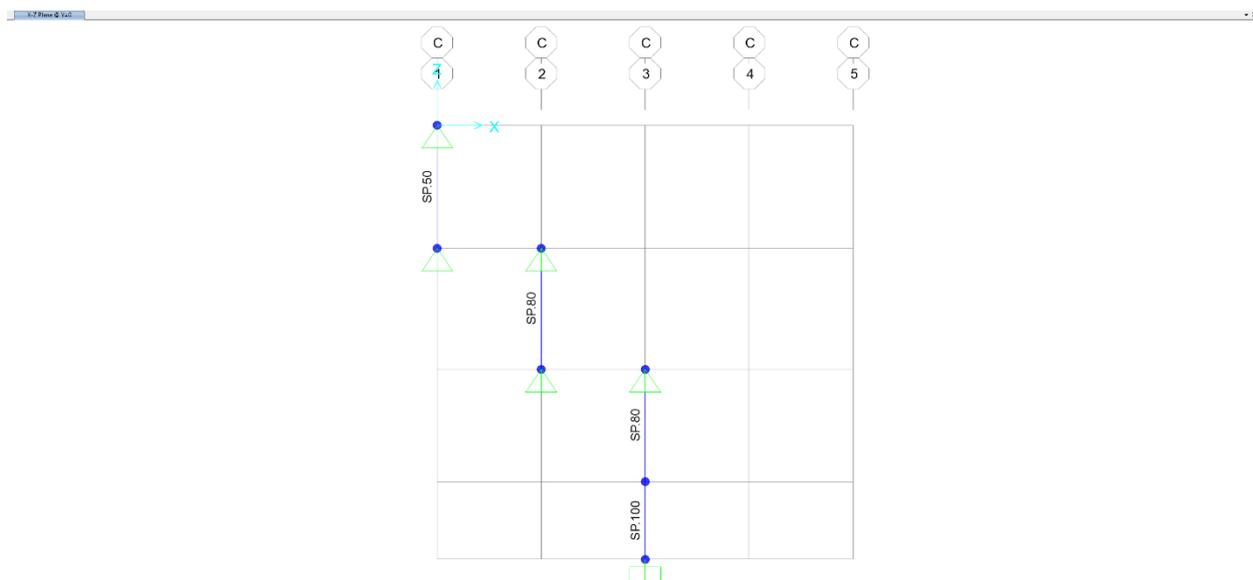
### 6.2.2 Fodere interne

L'analisi strutturale è stata condotta mediante schemi strutturali semplici con l'utilizzo del software Sap2000.

La fodera tra il solaio di copertura e il solaio dell'atrio tra quota  $-2,48$  m e  $-7,53$  m è stata schematizzata come una trave appoggiata-appoggiata di spessore 50 cm e larghezza unitaria (Schema A – Fig.).

La fodera tra il solaio dell'atrio e il solaio mezzanino  $-8,53$  m a  $-13,38$  m è schematizzata come una trave appoggiata appoggiata di spessore 80 cm e larghezza unitaria.

La fodera tra il solaio del mezzanino e la soletta di fondazione  $-14,38$  m a  $-22,28$  m è schematizzata come una trave (lato superiore) – incastrata (lato fondazione) di spessore 80/100cm cm e larghezza unitaria.



**Figura 6.66 Schemi di calcolo**

**Tabella 16 Spessore delle fodere**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Elemento strutturale	Quota[m]	Spessore [cm]
Fodere "tipo A"	da -2,48 a -7,53m	50
Fodere "tipo B"	da -8,53m a -13,38m	80
Fodere "tipo D"	da -14,38m a -22,28m	80/100

### 6.2.2.1 Analisi dei carichi

#### 1. Spinta laterale del terreno

Il carico laterale applicato alle fodere è stato calcolato considerando la ripartizione di tale carico in base al rapporto delle inerzie tra fodera (spessore 50/80cm) e diaframma (spessore 120cm).

#### 2. Spinta idraulica

Il carico è stato calcolato considerando il livello di falda di lungo termine ed è stato applicato al 100% alle fodere.

#### 3. Spinta sismica

Il carico sismico applicato alle fodere è stato calcolato considerando la ripartizione di tale carico in base al rapporto delle inerzie tra fodera (spessore 50/80 cm) e diaframma (spessore 120cm).

A favore di sicurezza il peso proprio è stato trascurato.

**Tabella 17 Calcolo carichi da quota -2,50m a -7,53m**

Carichi da -2,50m a -7,53 m													
Pressione del terreno													
Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	sigma v [kN/m2]	friction angle [°]	Ka	K0	Sigma ho [kN/m2]	Sigma ha [kN/m2]	delta h [kN/m2]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Parz. Fodere [kN/m2]
RITOMB	0							0	0	0	0.144	0.018	0
RITOMB	-1.8	1.8	20	36	30	0.33	0.5	18	12	6	0.144	0.018	0.67
U2	-2.6	0.8	20	52	30	0.33	0.5	26	17.33333	8.666667	0.144	0.018	0.96
U2	-7.53	4.93	19.5	148.135	35	0.27	0.43	63.17	40.14	23.03	0.144	0.018	2.56
	Livello falda		-9.5										
Pressione dell'acqua													
Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Sigma_hw [kN/m2]									
RITOMB	0												
RITOMB	-1.8	1.8	10	0									
U2	-2.6	0.8	10	0									
U2	-7.53	4.93	10	0									
Pressione del sisma													
Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Acc_PP [kN/m2]	Inc. din. [°]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Sis. Fodere [kN/m2]					
ritomb	0							0					



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

ritomb	-1.8	1.8	20	1.2	6.17	0.144	0.018	1.9
U2	-2.6	0.8	20	1.2	6.17	0.144	0.018	1.9
U2	-7.53	4.93	19.5	1.2	6.17	0.144	0.018	1.9

Tabella 18 Calcolo carichi da quota -8,53m a -13,38m

Carichi da -8,53m a -13,38 m

Pressione del terreno

Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	sigma v [kN/m2]	friction angle [°]	Ka	K0	Sigma ho [kN/m2]	Sigma ha [kN/m2]	delta h [kN/m2]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Parz. Fodere [kN/m2]
RITOMB	0							0	0	0	0.144	0.042667	0
RITOMB	-1.8	1.8	20	36	30	0.33	0.5	18	12	6	0.144	0.042667	1.37
U2	-2.6	0.8	20	52	30	0.33	0.5	26	17.33333	8.666667	0.144	0.042667	1.98
U2	-7.53	4.93	19.5	148.135	35	0.27	0.43	63.17	40.14	23.03	0.144	0.042667	5.26
U2	-8.53	1	19.5	167.635	35	0.27	0.43	71.48	45.43	26.06	0.144	0.042667	5.96
U2	-13.38	4.85	19.5	262.21	35	0.27	0.43	111.81	71.06	40.76	0.144	0.042667	9.32
		13.38	20	267.6							0.144	0.042667	0.00
											0.144	0.042667	0.00
Livello falda			-9.5										

Pressione dell'acqua

Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Sigma_hw [kN/m2]
RITOMB	0			
RITOMB	-1.8	1.8	10	0
U2	-2.6	0.8	10	0
U2	-7.53	4.93	10	0
U2	-8.53	1	10	0
U2	-13.38	4.85	10	38.8

Pressione del sisma

Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Acc_PP [kN/m2]	Inc. din. [°]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Sis. Parz. Fodere [kN/m2]
ritomb	0							0
ritomb	-1.8	1.8	20	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U2	-2.6	0.8	20	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U2	-7.53	4.93	19.5	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U3	-8.53	1	19.5	1.2	10.46	0.144	0.042667	2.4
U4	-13.38	4.85	19.5	1.2	10.46	0.144	0.042667	2.4

Tabella 19 Calcolo carichi da quota -14,38m a -22,28m

Carichi da -14,38m a -22,28 m

Pressione del terreno

Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	sigma v [kN/m2]	friction angle [°]	Ka	K0	Sigma ho [kN/m2]	Sigma ha [kN/m2]	delta h [kN/m2]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Parz. Fodere [kN/m2]
RITOMB	0							0	0	0	0.144	0.042667	0
RITOMB	-1.8	1.8	20	36	30	0.33	0.5	18	12	6	0.144	0.042667	1.37
U2	-2.6	0.8	20	52	30	0.33	0.5	26	17.33333	8.666667	0.144	0.042667	1.98
U2	-7.53	4.93	19.5	148.135	35	0.27	0.43	63.17	40.14	23.03	0.144	0.042667	5.26
U2	-8.53	1	19.5	167.635	35	0.27	0.43	71.48	45.43	26.06	0.144	0.042667	5.96
U2	-13.38	4.85	19.5	262.21	35	0.27	0.43	111.81	71.06	40.76	0.144	0.042667	9.32
U2	-14.38	1	19.5	281.71	35	0.27	0.43	120.13	76.34	43.79	0.144	0.042667	17.45
U2	-22.28	7.9	19.5	435.76	35	0.27	0.43	185.82	118.09	67.73	0.144	0.042667	26.99
Livello falda			-9.5										

Pressione dell'acqua



	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Sigma_hw [kN/m2]
RITOMB	0			
RITOMB	-1.8	1.8	10	0
U2	-2.6	0.8	10	0
U2	-7.53	4.93	10	0
U2	-8.53	1	10	0
U2	-13.38	4.85	10	38.8
U2	-14.38	1	10	48.8
U2	-22.28	7.9	10	127.8

Pressione del sisma

Soil Unit	Level [m]	H [m]	gamma [kN/m3]	Acc_PP [kN/m2]	Inc. din. [°]	Idiafr [m4]	Ifodera [m4]	Press. Sis. Parz. Fodere [kN/m2]
ritomb	0							0
ritomb	-1.8	1.8	20	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U2	-2.6	0.8	20	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U2	-7.53	4.93	19.5	1.2	6.17	0.144	0.042667	1.9
U2	-8.53	1	19.5	1.2	10.46	0.144	0.042667	2.4
U2	-13.38	4.85	19.5	1.2	10.46	0.144	0.042667	2.4
U2	-14.38	1	19.5	1.6	18.09	0.144	0.012667	5.7
U2	-22.28	7.9	19.5	2	33.95	0.144	0.012667	9.8

Frame Span Loads (SOIL) (GLOBAL CSys)

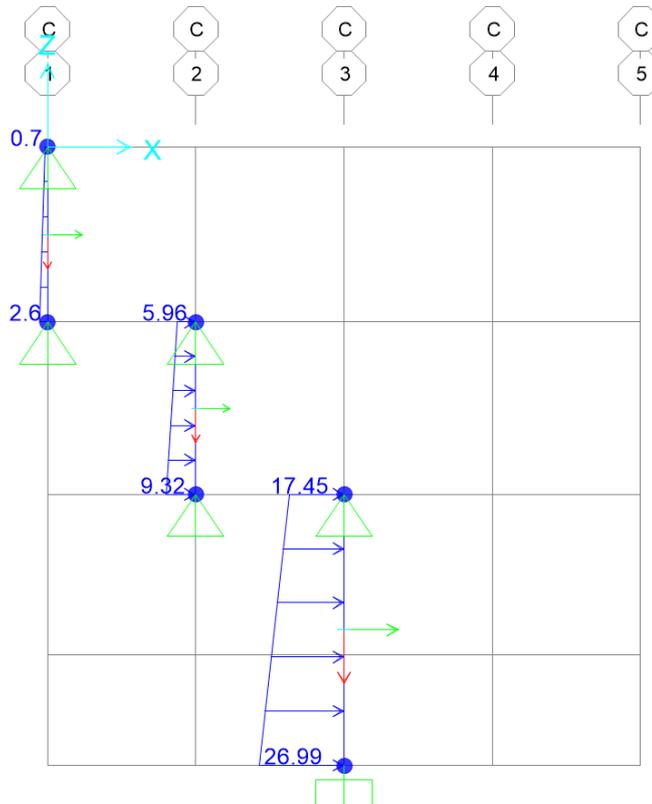


Figura 6.67 Pressione del terreno



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Frame Distributed Loads (WATER) x

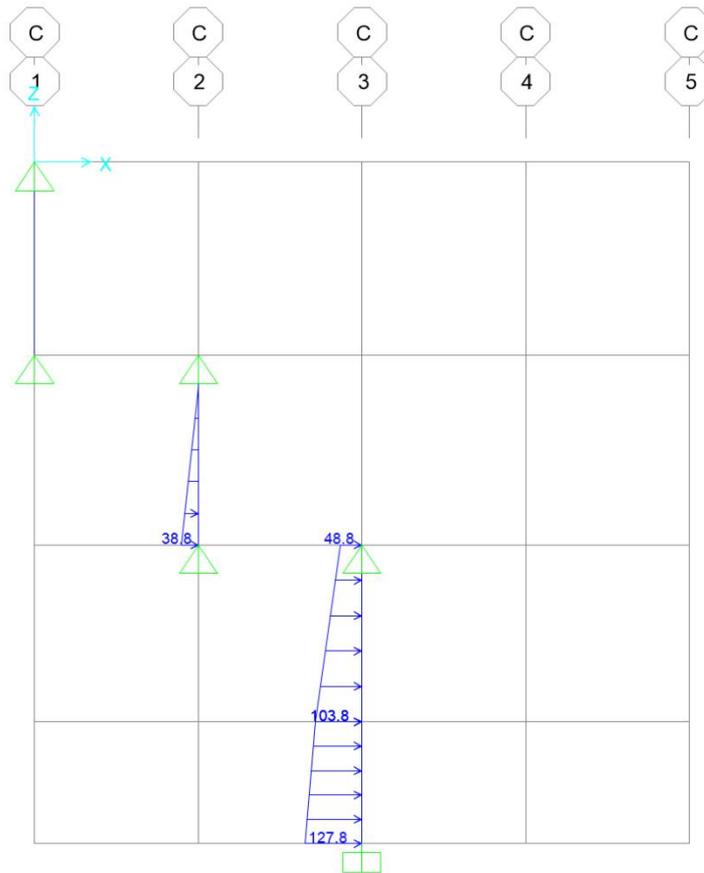


Figura 6.68 Pressione dell'acqua

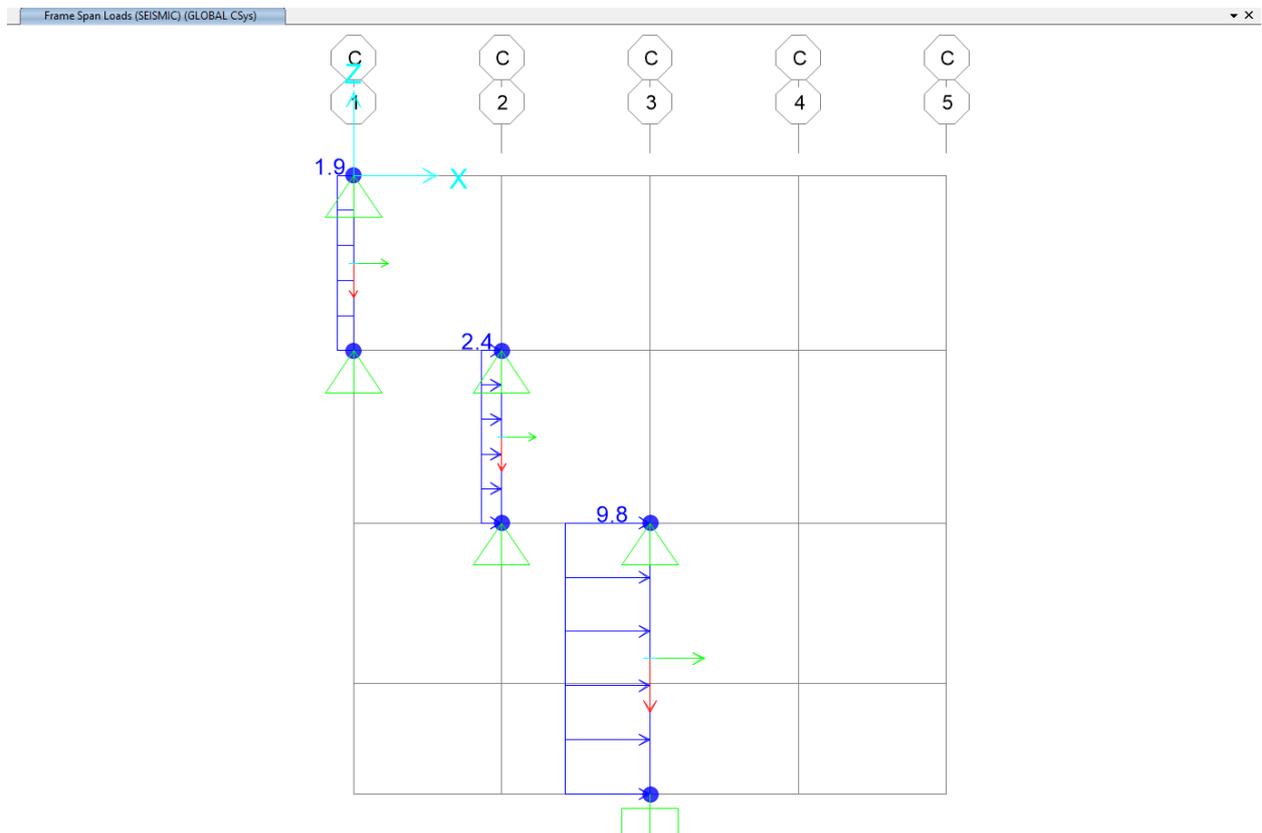


Figura 6.69 Pressione sismica

### 6.2.2.2 Combinazione dei carichi

I carichi suddetti sono stati applicati adottando gli opportuni coefficienti moltiplicativi:

G1 = Spinta del terreno

G2 = Spinta idraulica

E = Spinta sismica

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**Tabella 20 Combinazione dei carichi**

<b>Carico</b>	<b>SLE</b>	<b>SLU 1</b>	<b>SLU 2_ECC</b>
G1	1,00	1,30	1,00
G2	1,00	1,30	1,00
E	0	0	1,00

#### 6.3.2.1. Risultati dell'analisi

Nei paragrafi seguenti sono riportati i diagrammi della combinazione SLE e gli involuipi delle combinazioni SLU.

I risultati della combinazione SLE sono stati utilizzati per la verifica delle tensioni in esercizio, controllo della fessurazione e deformazione.

Gli involuipi della combinazione SLU sono stati utilizzati per la verifica flessione e taglio della sezione in c.a.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Moment 3-3 Diagram (ENV - Max/Min)

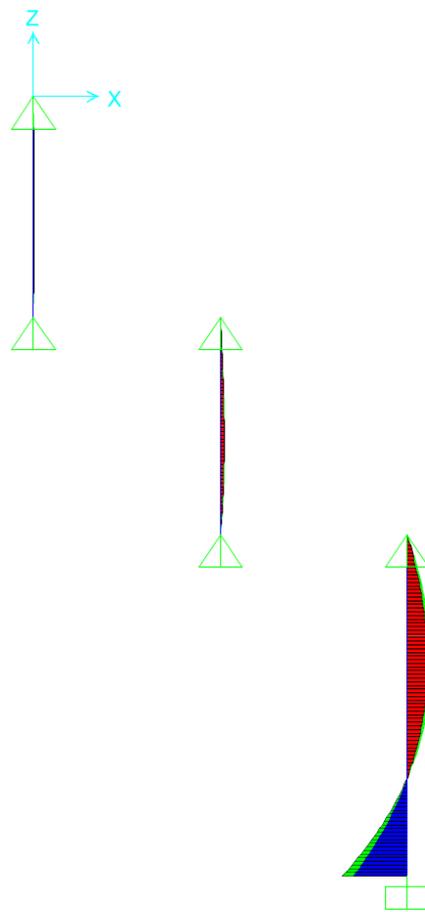


Figura 6.70 Diagrammi del Momento flettente



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Shear Force 2-2 Diagram (ENV - Max/Min)

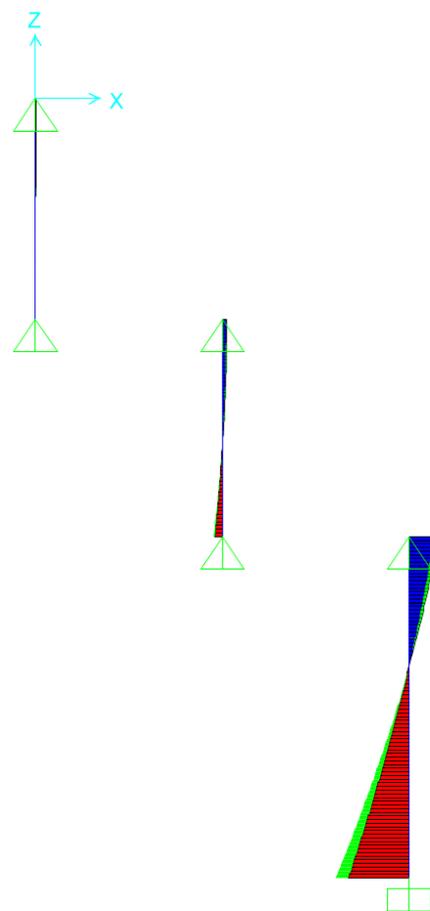


Figura 6.71 Diagrammi di Taglio

### 6.3.2.2. Verifiche strutturali

- Verifiche SLU

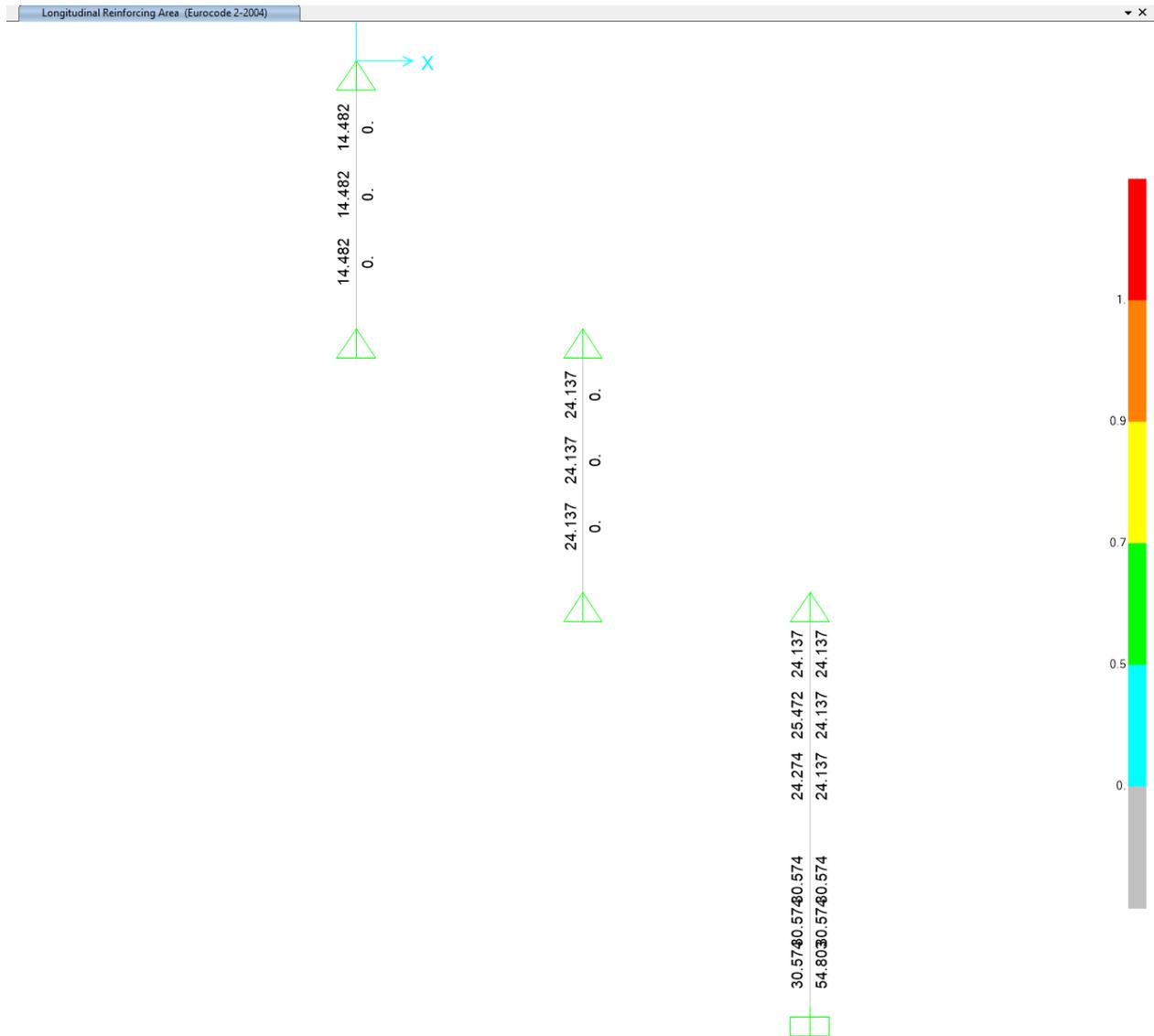


Figura 6.72 Rinforzo longitudinale (cm²/m)

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle fodere:

armatura minima SP.50 cm: NTC2018 §4.1.6.1.1.

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

$$A_{s, min} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 45 = 7.54 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ --- } \phi 14/200$$

armatura minima SP.80 cm: NTC2018 §4.1.6.1.1.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

$$A_{s, min} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 72 = 12.06 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ --- } \phi 18/200$$

armatura minima SP.100 cm: NTC2018 §4.1.6.1.1.

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{cm}}{f_{yk}} b_i \cdot d$$

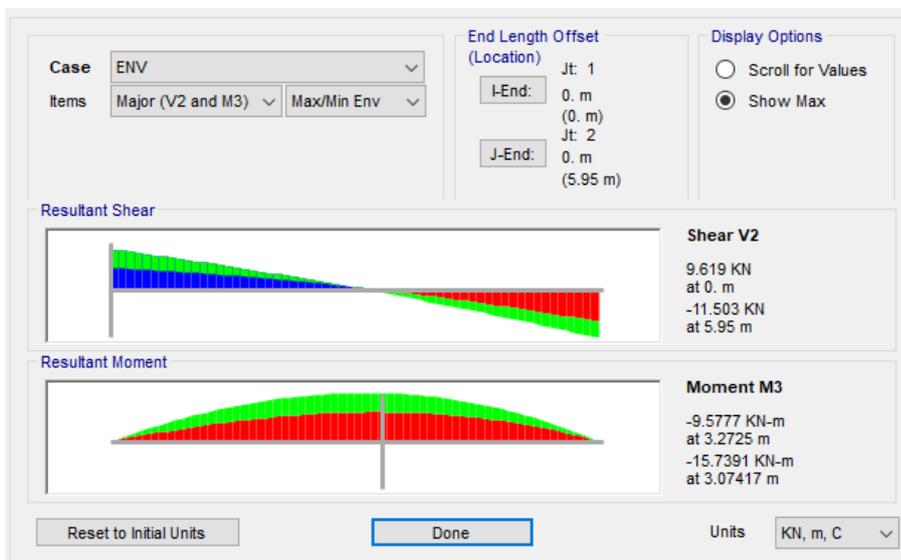
$$A_{s, min} = 0.26 (2.90/450) 100 \times 90 = 15.08 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ --- } \phi 20/200$$

Tabella 21 Armature fodere

Quota	Spessore [cm]	Lato interno	Lato esterno	Rep.	Armatura a taglio	V <sub>Rd</sub> [KN/m]
Da -2,50m a -7,53m	50	Φ 16/10	Φ 14/20	Φ 12/20	Φ8/40X40	124
Da -8,53m a -13,38m	80	Φ 20/10	Φ 18/20	Φ 16/20	Φ12/20X40	533
Da -14,38 a -22,28m	80/100	Φ 24/10	Φ 20/20	Φ 16/20	Φ12/20X40	533
		Φ 24/10	Φ 26/10+ Φ 20/20	Φ 16/20	Φ12/20X20	1350

- Verifiche SLU e SLE sezione sp. 50 cm

Diagrams for Frame Object 1 (SP.50)





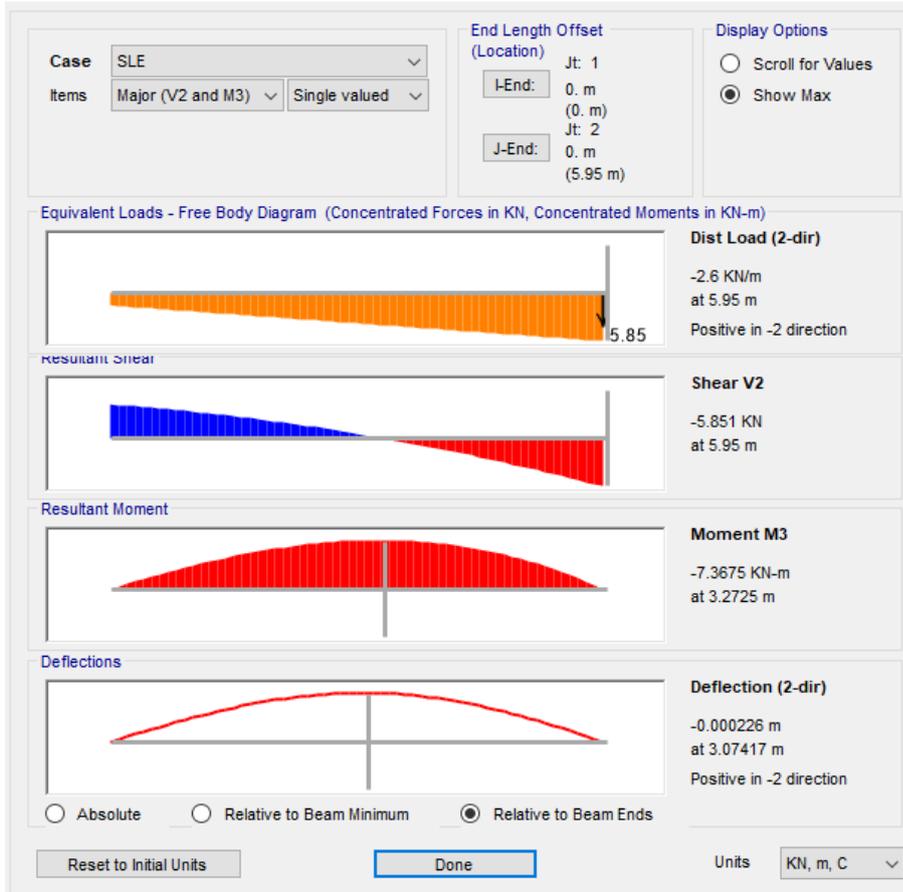
CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

S Diagrams for Frame Object 1 (SP.50)



I tabulati di verifica sono riportati nell'ALLEGATO I.



CITTA' DI TORINO

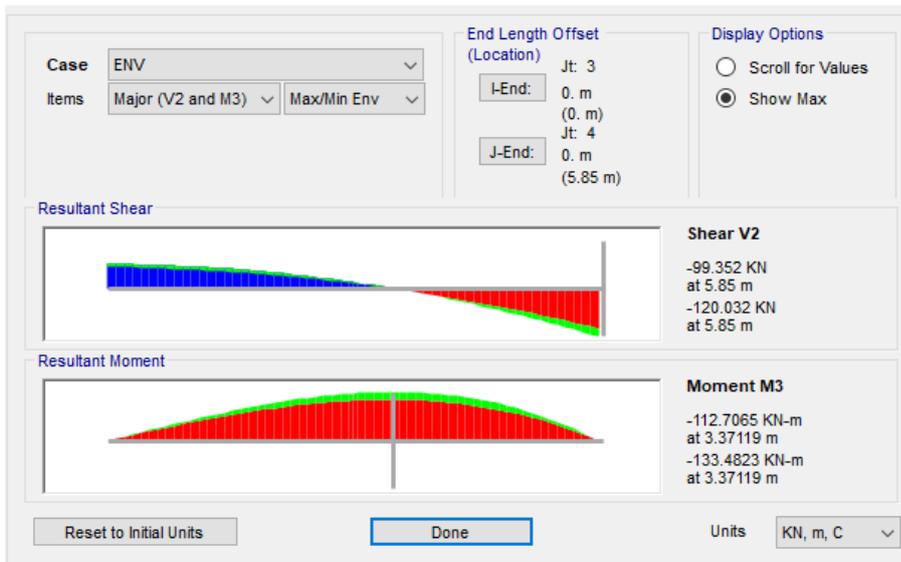
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

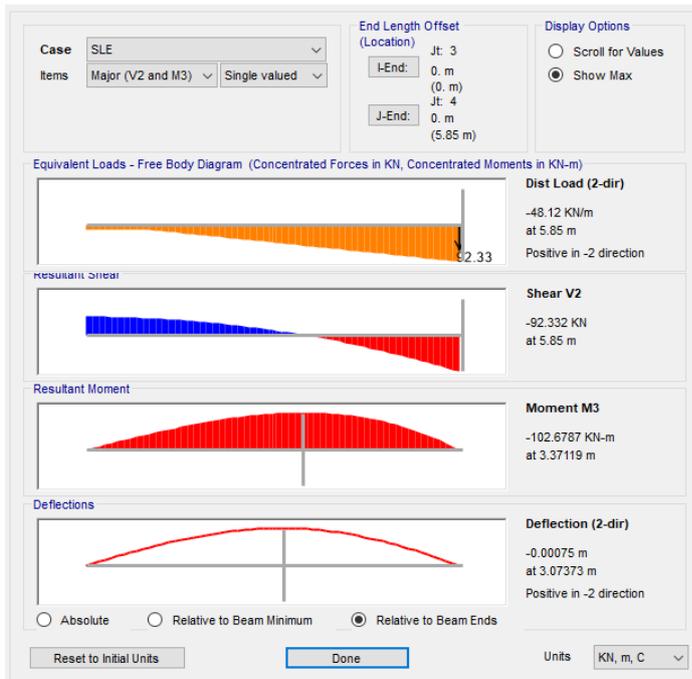
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- Verifiche SLU e SLE sezione sp. 80 cm – livello primo

S Diagrams for Frame Object 2 (SP.80)



S Diagrams for Frame Object 2 (SP.80)



I tabulati di verifica SLU e SLE sono riportati nell'ALLEGATO I.



CITTA' DI TORINO

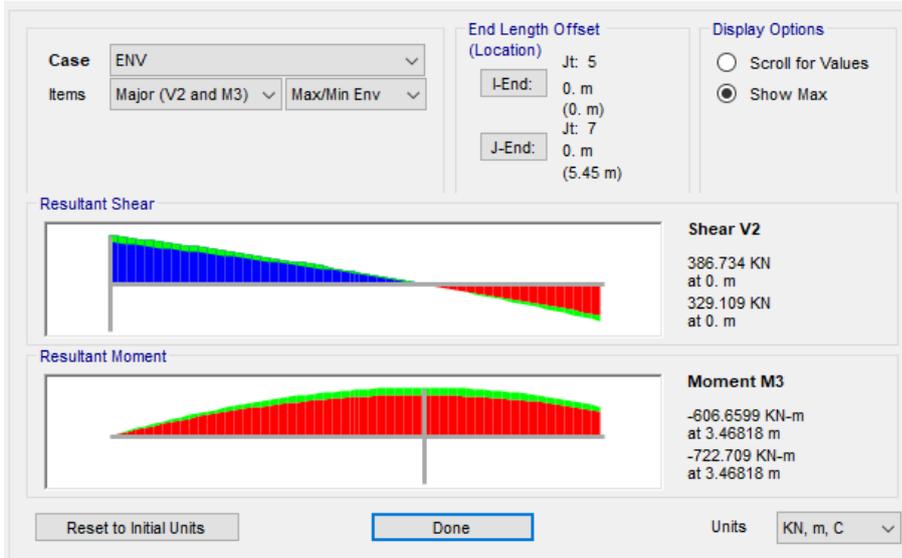
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

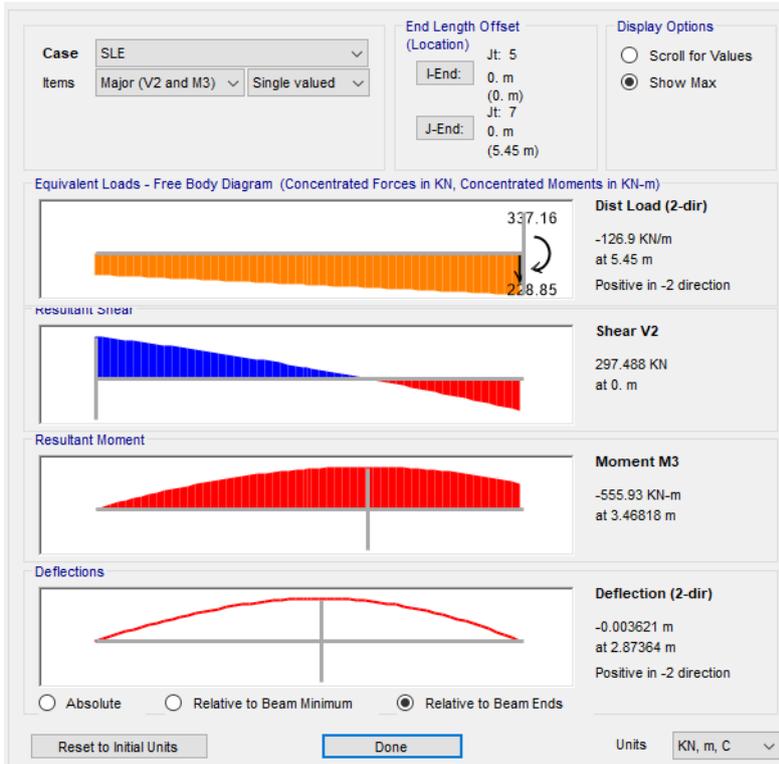
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- Verifiche SLU e SLE sezione sp. 80 cm – livello secondo

S Diagrams for Frame Object 3 (SP.80)



S Diagrams for Frame Object 3 (SP.80)



I tabulati di verifica SLU e SLE sono riportati in ALLEGATO I.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Verifica a taglio in presenza di armature specifiche

**VERIFICA TAGLIO**

**Elementi che non richiedono armatura a taglio**

$f_{ck} =$	30	Mpa	
$d =$	<b>720</b>	mm	altezza utile
$A_{sl} =$	<b>1570</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w =$	<b>1000</b>	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c =$	<b>720000</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed} =$	<b>0</b>	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c} =$	0.12		
$k_1 =$	0.15		
$k =$	1.5270	≤	2
$\rho_1 =$	0.002180556	≤	0.02
$\sigma_{cp} =$	0.0000	<	3.4000
$V_{min} =$	0.3617		
$V_{Rd,c} =$	246.75	kN	formula estesa
$V_{Rd,c} =$	260.46	kN	valore minimo di resistenza

**Elementi che richiedono armatura a taglio**

precompresso?	<b>no</b>		
$\sigma_{cp} =$	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha =$	<b>90</b>	°	1.57 radianti
$\theta =$	<b>21.8</b>	°	0.38 radianti
$b_w =$	1000	mm	larghezza minima della sezione
$d =$	720	mm	altezza utile
$z =$	648	mm	braccio della coppia interna
$A_{sw} =$	<b>282.6</b>	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw} =$	1.0000		
$v_1 =$	0.528		2.50017836 1.250089181
$f_{cd} =$	17.00	Mpa	
$V_{Rd,s} =$	895.78	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max} =$	2005.57	kN	resistenza lato calcestruzzo
0.553	≤	4.488	verifica di duttilità per rottura lato acciaio



CITTA' DI TORINO

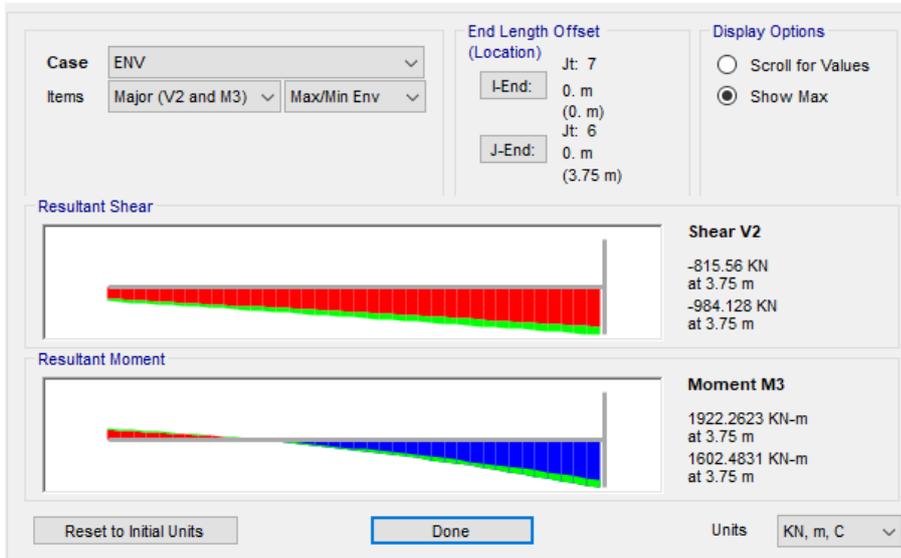
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

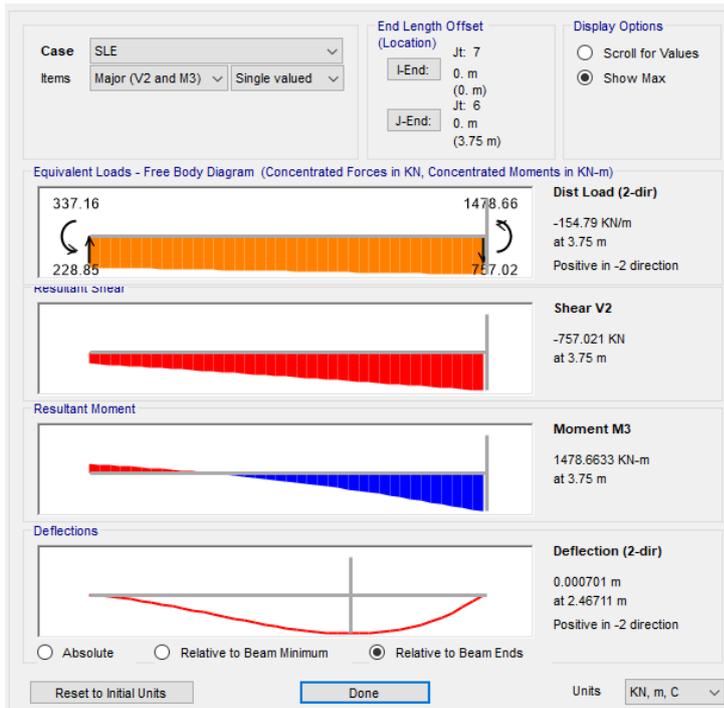
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

- Verifica SLU e SLE – sp. 100 cm

S Diagrams for Frame Object 5 (SP.100)



S Diagrams for Frame Object 5 (SP.100)



I tabulati di verifica SLU e SLE sono riportati nell'ALLEGATO I.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Verifica a taglio con armatura specifica

VERIFICA TAGLIO

Elementi che non richiedono armatura a taglio

$f_{ck}$	=	30	Mpa	
$d$	=	900	mm	altezza utile
$A_{sl}$	=	4521.6	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale tesa
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione in zona tesa
$A_c$	=	900000	mm <sup>2</sup>	area sezione calcestruzzo
$N_{ed}$	=	0	kN	forza assiale nella sezione (positive le compressioni)
$C_{rd,c}$	=	0.12		
$k_1$	=	0.15		
$k$	=	1.4714	≤	2
$\rho_1$	=	0.005024	≤	0.02
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	<	3.4000
$v_{min}$	=	0.3422		
$V_{Rd,c}$	=	392.54	kN	formula estesa
$V_{Rd,c}$	=	307.94	kN	valore minimo di resistenza

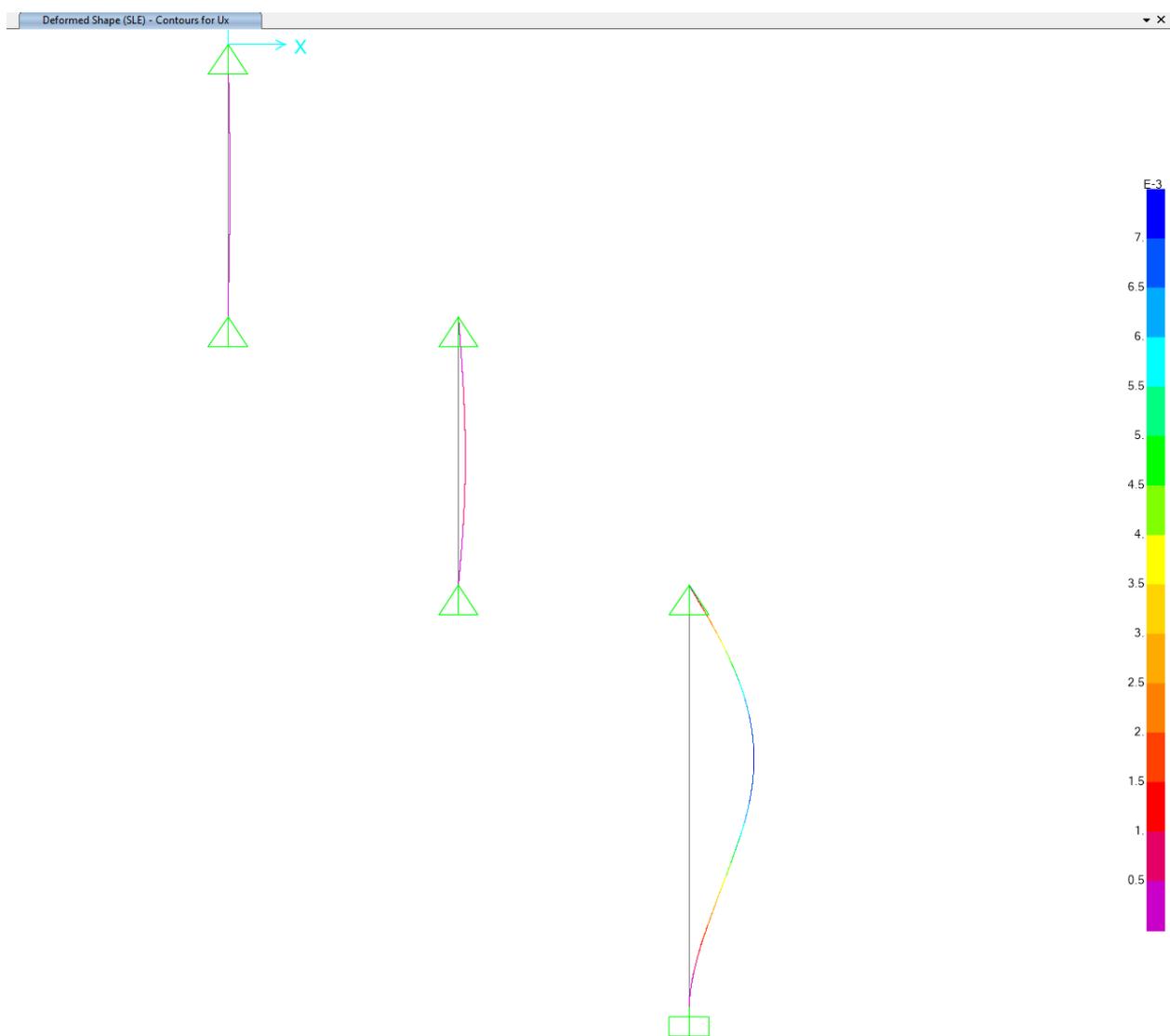
Elementi che richiedono armatura a taglio

precompresso?

	=	no		
$\sigma_{cp}$	=	-	Mpa	tensione media di compressione nel cls (positiva)
$\alpha$	=	90	°	1.57 radianti
$\theta$	=	21.8	°	0.38 radianti
$b_w$	=	1000	mm	larghezza minima della sezione
$d$	=	900	mm	altezza utile
$z$	=	810	mm	braccio della coppia interna
$A_{sw}$	=	565.2	mm <sup>2</sup>	area sezione trasversale armatura a taglio
$s$	=	200	mm	passo staffe
$f_{ywd}$	=	391.30	Mpa	tensione di progetto delle armature a taglio
$\alpha_{cw}$	=	1.0000		
$v_1$	=	0.528		2.50017836
$f_{cd}$	=	17.00	Mpa	1.250089181
$V_{Rd,s}$	=	2239.46	kN	resistenza lato acciaio
$V_{Rd,max}$	=	2506.96	kN	resistenza lato calcestruzzo
	=	1.106	≤	4.488
				verifica di duttilità per rottura lato acciaio

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### Verifica deformazione



**Figura 6.73 Deformazione laterale**

Nella tabella seguente sono riepilogate il rapporto tra l'abbassamento rispetto ai supporti e la luce libera della campata per ogni asse, che deve essere inferiore al limite  $\Delta/L < 1/250$ , dove:

$\Delta = \delta_{\text{camp}} - \delta_{\text{sup}}$  ... Abbassamento rispetto ai supporti

L ... Luce libera della campata



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Tabella 22 Verifica deformazione

Fodera	L (m)	$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$ (cm)	$\Delta/L < 1/250$
Da -14,38m a -22,28m	7,90	0,007	$\ll 1/250$

#### 6.3.4. Scale fisse

Alla stazione di Verona vengono utilizzate due tipologie di scale fisse.

Tra la banchina inferiore e la soletta della banchina superiore, le scale fisse sono costituite da una soletta inclinata di spessore 0,30m, con gradini di 0,32x0,16 m e con un muro di sostegno intermedio di spessore 0,20m (Scala tipo 1).

Tra la soletta della banchina superiore e il livello atrio, dove non è possibile utilizzare un muro di sostegno intermedio, la soluzione strutturale delle scale fisse sono costituite da una soletta inclinata di spessore 0,20m, con gradini di 0,32x0,16 m supportato da due travi laterali segmentate 60x80 (Scala tipo 2).

La Figura mostra lo schema dei modelli strutturale adottato per ogni tipo de scala.

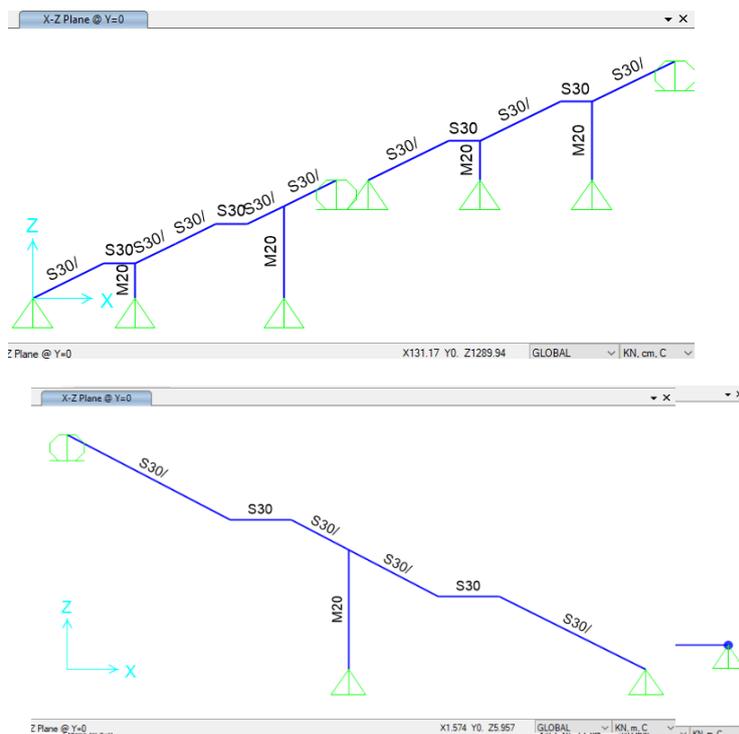


Figura 6.74 Modello delle scale fisse



### 6.2.2.3 Carichi e combinazioni

- Scala tipo 1: (s = 1,00m)

Carichi permanenti:

Peso proprio =  $0,30\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 7,5 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_1$ -Dead)

Gradini =  $0,10\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 2,50 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_2$  -  $S\_Dead$ )

Rivestimenti =  $0,125\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,00 \text{ kN/m}^2$  ( $G_3$  -  $S\_Dead$ )

Carichi variabili

Sovraccarichi =  $5,0 \text{ kN/m}^2$  ( $Q_1$  - Live)

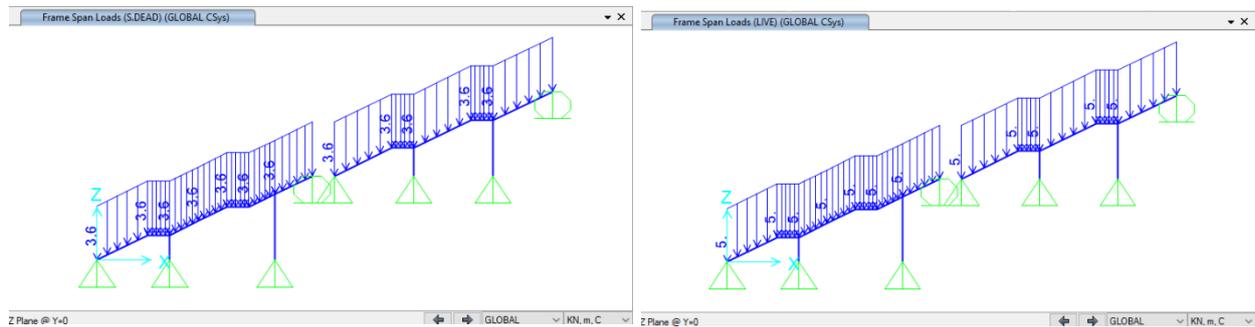


Figura 6.75 Sovraccarichi permanenti ( $S\_Dead$  Load) e variabili (Live Load)

- Scala tipo 2: (s = 1,20 m)

Carichi permanenti:

Peso proprio =  $0,30\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 7,5 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_1$ -Dead)

Gradini =  $0,10\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 2,50 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_2$  -  $S\_Dead$ )

Rivestimenti =  $0,15\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$  ( $G_3$  -  $S\_Dead$ )

Carichi variabili

Sovraccarichi =  $5,0 \text{ kN/m}^2$  ( $Q_1$  - Live)

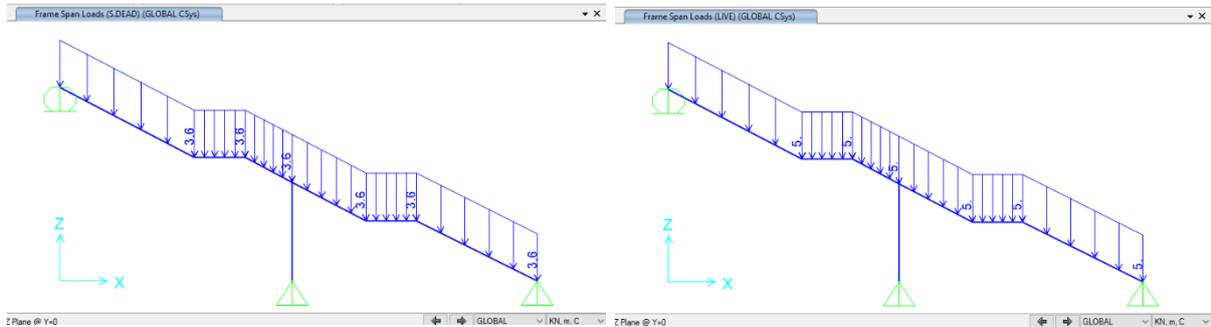


Figura 6.76 Sovraccarichi permanenti (S\_Dead Load) e variabili (Live Load)

- Scala tipo 3: (s = 1,20 m)

Carichi permanenti:

Peso proprio =  $0,30\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 7,5 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_1$ -Dead)

Gradini =  $0,10\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 2,50 \text{ kN/m}^2$  (calcolato automaticamente) ( $G_2$  - S\_Dead)

Rivestimenti =  $0,15\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$  ( $G_3$  - S\_Dead)

Carichi variabili

Sovraccarichi =  $5,0 \text{ kN/m}^2$  ( $Q_1$  - Live)

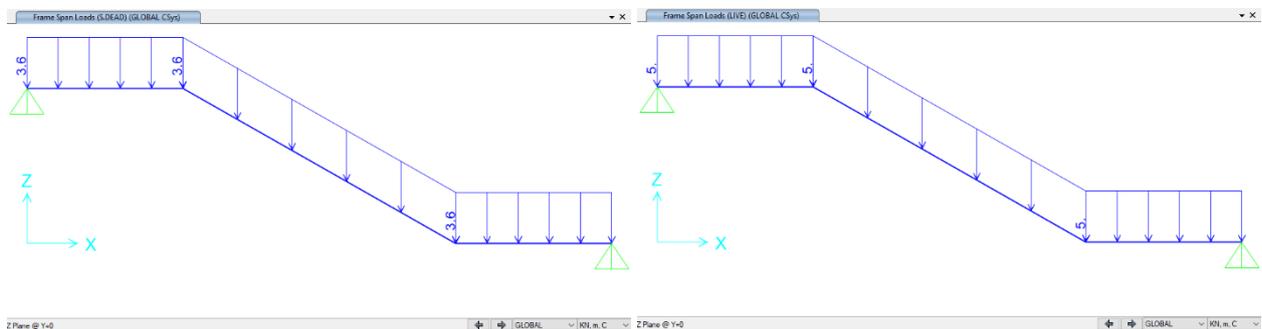


Figura 6.77 Sovraccarichi permanenti (S\_Dead Load) e variabili (Live Load)

Per la verifica strutturale degli stati limite di resistenza (SLU) e di esercizio (SLE), vengono utilizzati i fattori e le combinazioni indicate nelle NTC2018.

$$\text{SLU: } 1,30 G_1 + 1,50 G_2 + 1,50 G_3 + 1,50 Q_1$$



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

SLE:  $G_1 + G_2 + G_3 + \Psi_{2,1} Q_1$  dove  $\Psi_{2,1} = 1,00$  conservativamente per combinazione quasi-permanente a lungo termine

I coefficienti parziali di sicurezza dei materiali sono:

Calcestruzzo:  $\gamma_c = 1,50$

Acciaio di rinforzo:  $\gamma_s = 1,15$

### 6.2.3 Risultati dell'analisi

Nei paragrafi seguenti sono riportati i diagrammi della combinazione SLE e gli involuipi delle combinazioni SLU.

I risultati della combinazione SLE sono stati utilizzati per la verifica delle tensioni in esercizio, controllo della fessurazione e deformazione.

Gli involuipi della combinazione SLU sono stati utilizzati per la verifica flessione e taglio della sezione in c.a.

L'ALLEGATO L sono riportati i risultati di interesse.

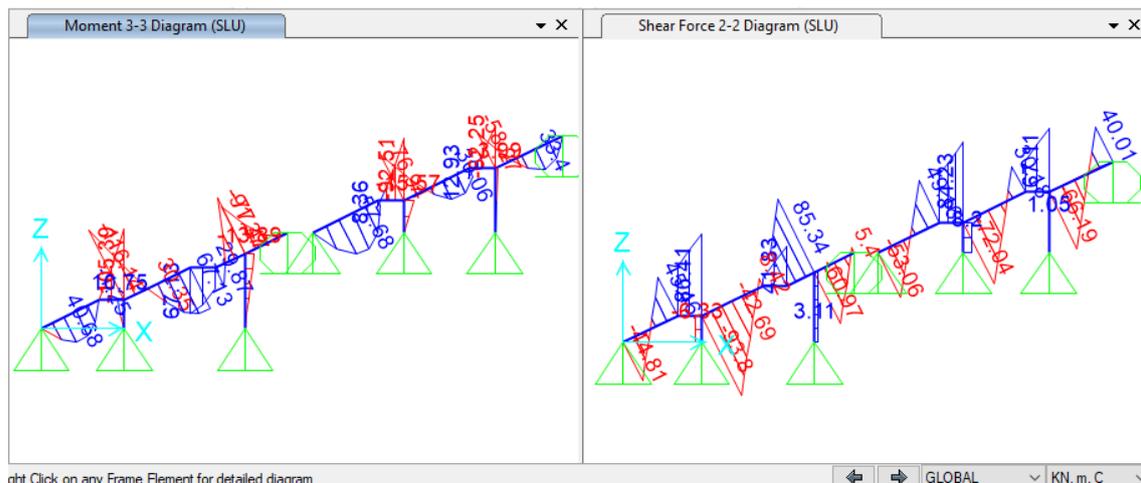


Figura 6.78 Momenti flettenti e tagli



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

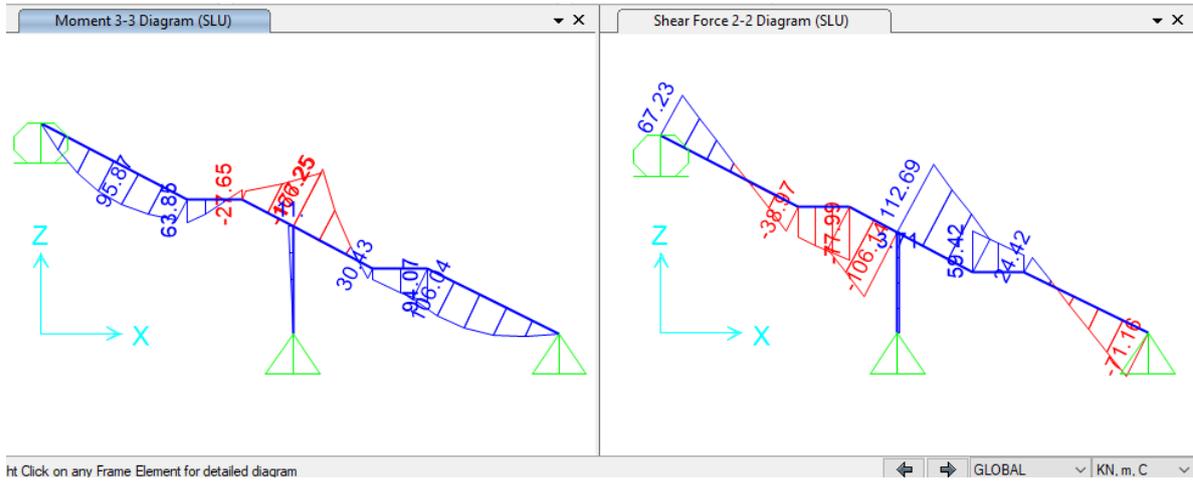


Figura 6.79 Momenti flettenti e tagli

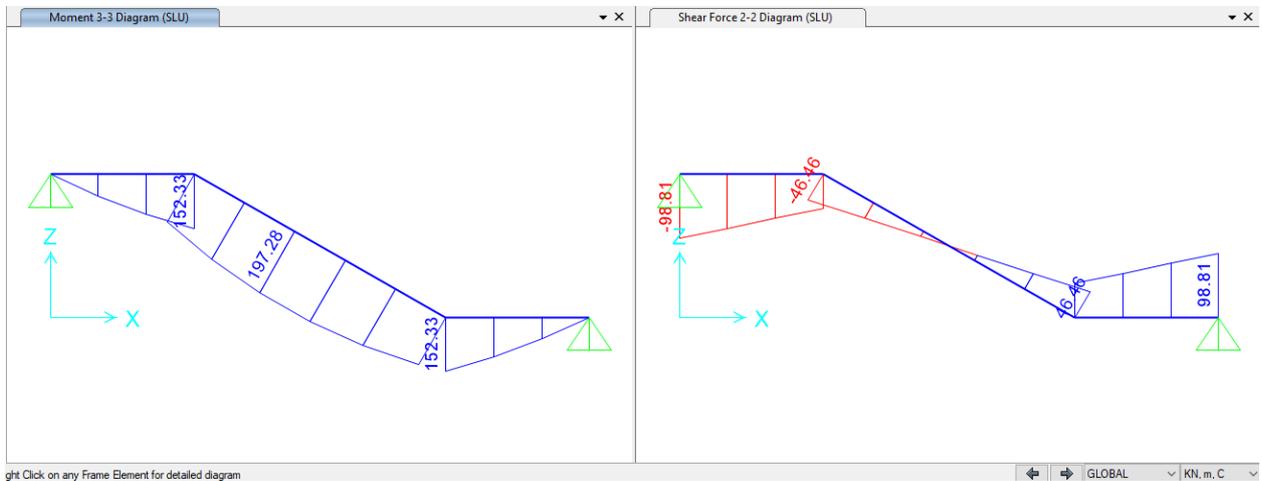


Figura 6.80 Momenti flettenti e tagli



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
 Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
 Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 6.2.4 Verifiche strutturali

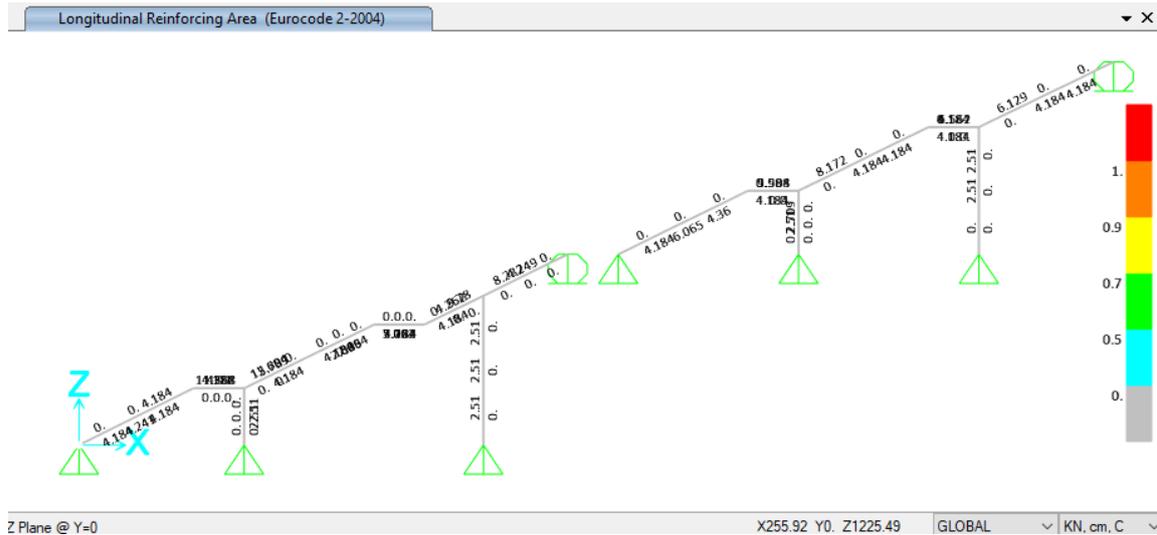


Figura 6.81 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 1 (cm<sup>2</sup>/m)

- Verifica a flessione

Scala tipo 1					
Span No	Spessore [cm]	Posizione	supporto sinistro/base	vano	supporto destro/alto
Span 1	30	Superiore	Φ 16/200	Φ 16/200	Φ 16/100
		Inferiore	Φ 20/200	Φ 20/200	Φ 20/200
		Rep. Superiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Inferiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
Span 2	30	Superiore	Φ 16/100	Φ 16/200	Φ 16/100
		Inferiore	Φ 20/200	Φ 20/200	Φ 20/200
		Rep. Superiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Inferiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
Span 3	30	Superiore	Φ 16/100	Φ 16/200	Φ 16/200
		Inferiore	Φ 20/200	Φ 20/200	Φ 20/200
		Rep. Superiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Inferiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
Muro 1	20	Esterna	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

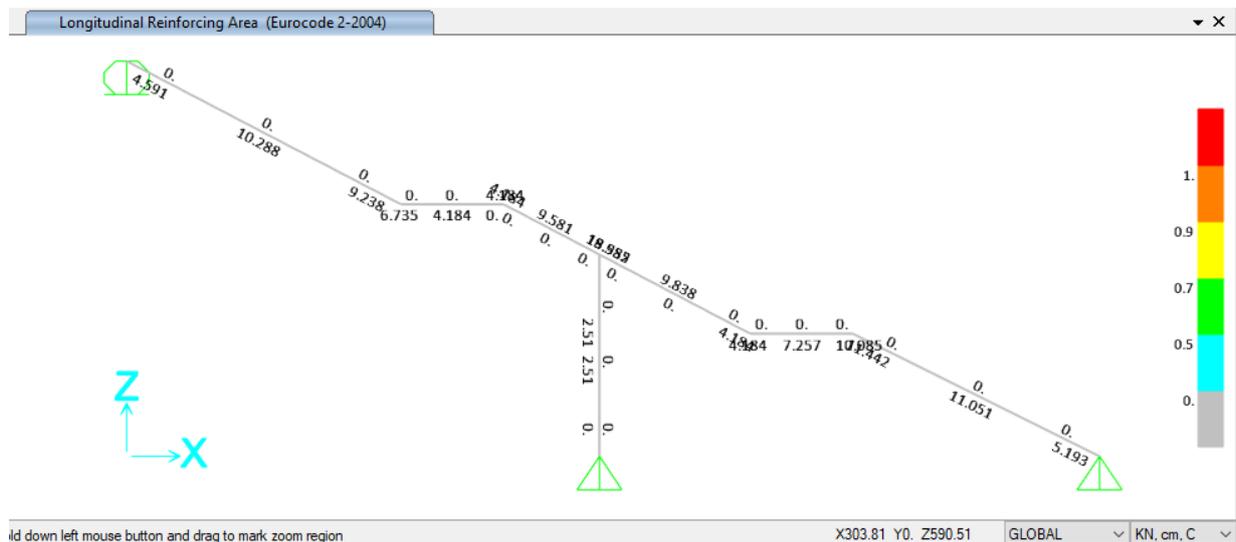
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

		Interna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
		Rep. Esterna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
		Rep. Interna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
Muro 2	20	Esterna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
		Interna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
		Rep. Esterna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
		Rep. Interna	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200

Verifica a taglio

<b>Element</b>	<b>Armatura a taglio al metro</b>	<b><math>V_{Rd}</math> [KN/m]</b>
Span 1	---	143
Span 2	---	143
Span 3	---	143
Muro 1	$\Phi$ 8/40/40	24
Muro 2	$\Phi$ 8/40/40	24

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2



**Figura 6.82 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 2 (cm<sup>2</sup>/m)**

- Verifica a flessione

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle scale:

Scala tipo 2					
Span No	Spessore [cm]	Posizione	supporto sinistro/base	vano	supporto destro/alto
Span 1	30	Superiore	Φ 16/200	Φ 16/200	Φ 20/100
		Inferiore	Φ 22/200	Φ 22/200	Φ 16/200
		Rep. Superiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Inferiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
Span 2	30	Superiore	Φ 20/100	Φ 16/200	Φ 16/200
		Inferiore	Φ 16/200	Φ 22/200	Φ 22/200
		Rep. Superiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Inferiore	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
Muro 1	20	Esterna	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Interna	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Esterna	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200
		Rep. Interna	Φ 12/200	Φ 12/200	Φ 12/200

Verifica a taglio



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Element	Armatura a taglio al metro	$V_{Rd}$ [KN/m]
Span 1	---	153
Span 2	---	153
Muro 1	$\Phi$ 8/40/40	24

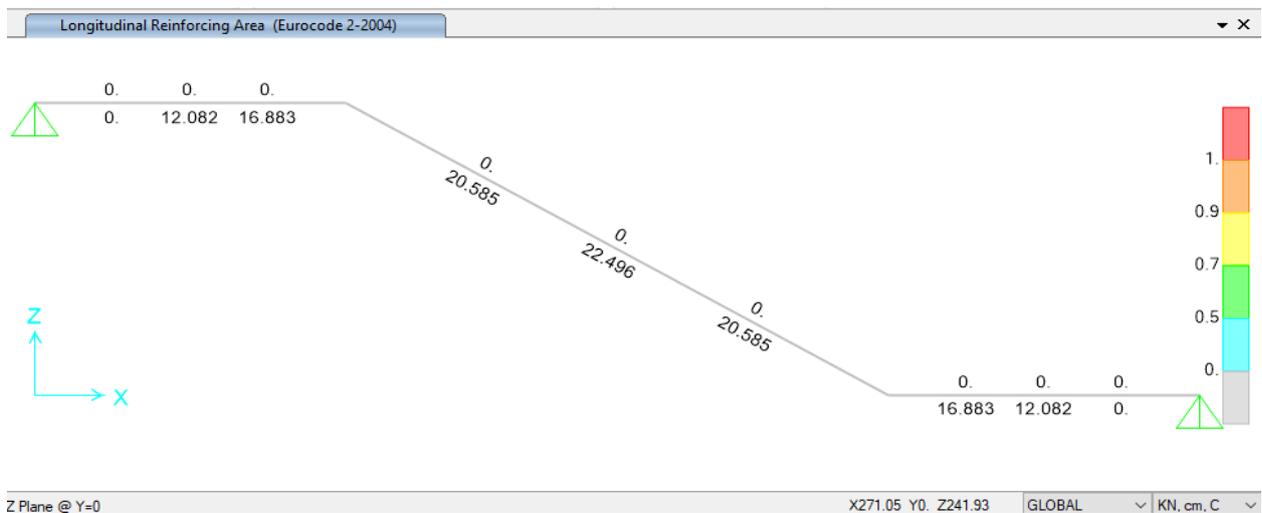


Figura 6.83 Rinforzo longitudinale – Scala tipo 3 (cm<sup>2</sup>/m)

- Verifica a flessione

Nella tabella seguente sono riepilogate le armature delle scale:

Scala tipo 3					
Span No	Spessore [cm]	Posizione	supporto sinistro/base	vano	supporto destro/alto
Span 1	30	Superiore	$\Phi$ 16/200	$\Phi$ 16/200	$\Phi$ 16/200
		Inferiore	$\Phi$ 20/100	$\Phi$ 20/100	$\Phi$ 20/100
		Rep. Superiore	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

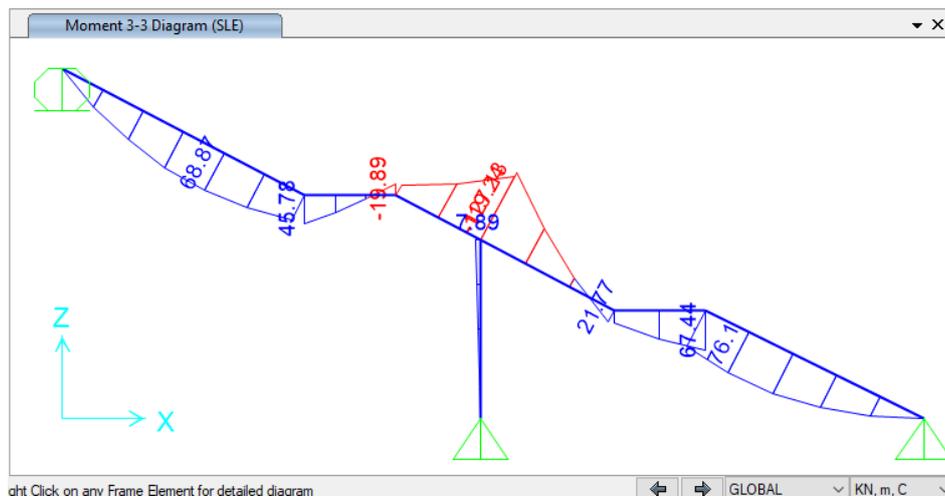
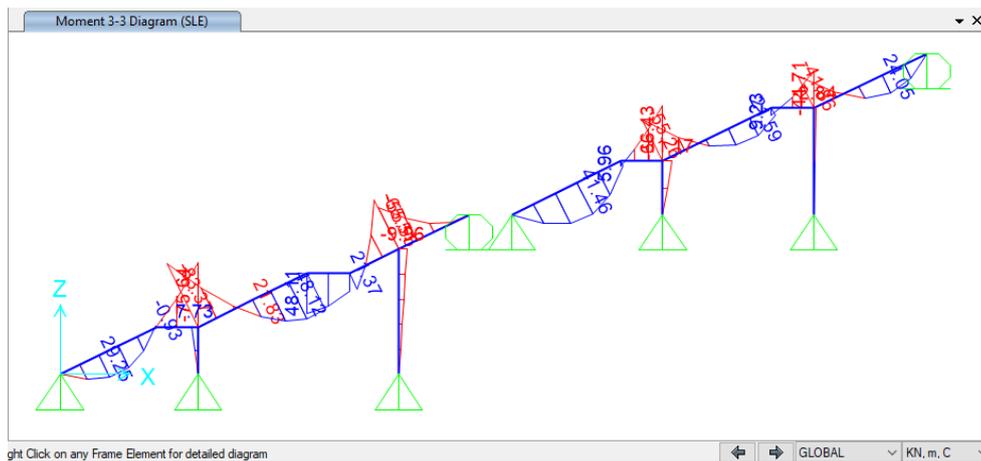
MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

		Rep. Inferiore	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200	$\Phi$ 12/200
--	--	----------------	---------------	---------------	---------------

Verifica a taglio

Element	Armatura a taglio al metro	$V_{Rd}$ [KN/m]
Span 1	---	181

- Verifiche SLE



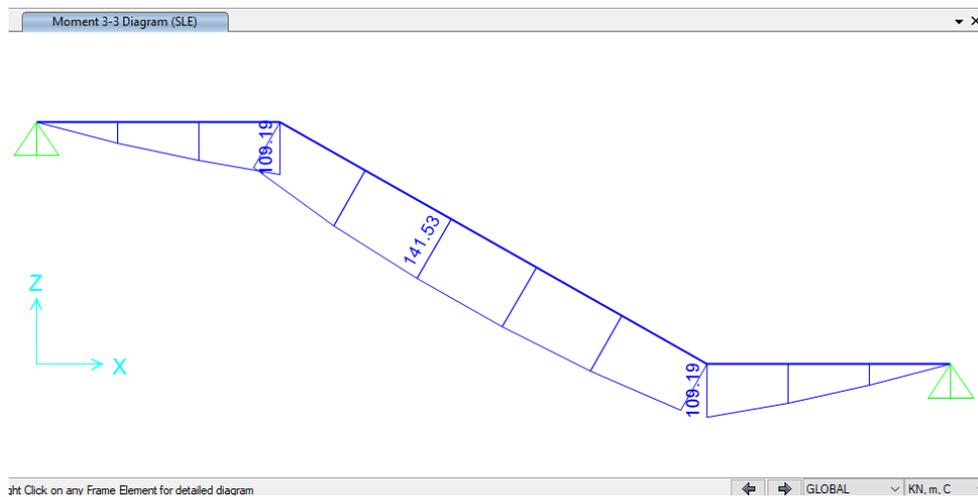


Figura 6.84 Momenti flettenti

i) Verifica fessurazione e tensioni

Per ciascuna sezione tipologica, il  $M_{lim}$  è determinato nella condizione dello stato limite di esercizio (SLE) che soddisfa le seguenti condizioni:

$$M_{lim} = \min [ M_{0.30}; M_{\sigma_c}; M_{\sigma_s} ]$$

Dove,

$M_{0.30}$  = Mmax per una fessura limite  $w_2 = 0,30\text{mm}$  NTC2018 §4.1.2.2.4.

$M_{\sigma_c}$  = Mmax per  $\sigma_{c, max} = 0,45 f_{ck}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.1.

$M_{\sigma_s}$  = Mmax per  $\sigma_{s, max} = 0,80 f_{yk}$  NTC2018 §4.1.2.2.5.2.



CITTA' DI TORINO

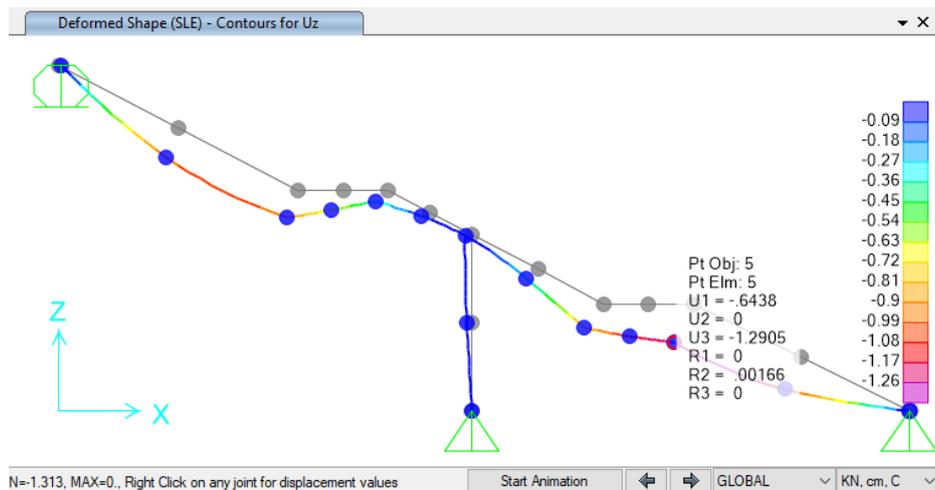
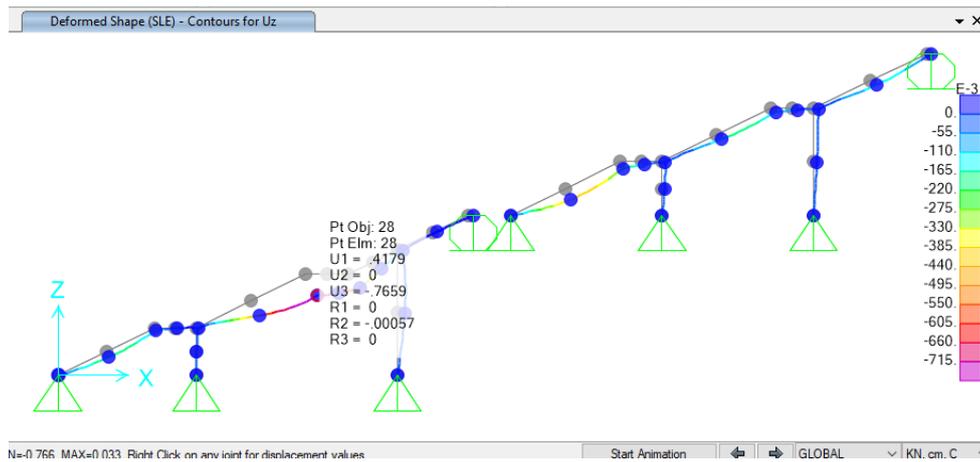
Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Sezione	H (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	As' (cm <sup>2</sup> /m)	M <sub>lim</sub> (kN.m/m)	M <sub>r</sub> (kN.m/m)
S1	30	25	φ16/100	φ20/200	110	180
S2	30	25	φ20/200	φ16/200	75	145
S3	30	25	φ20/100	φ16/200	175	265
S4	30	25	φ22/200	φ16/200	90	170

ii) Verifica deformazione



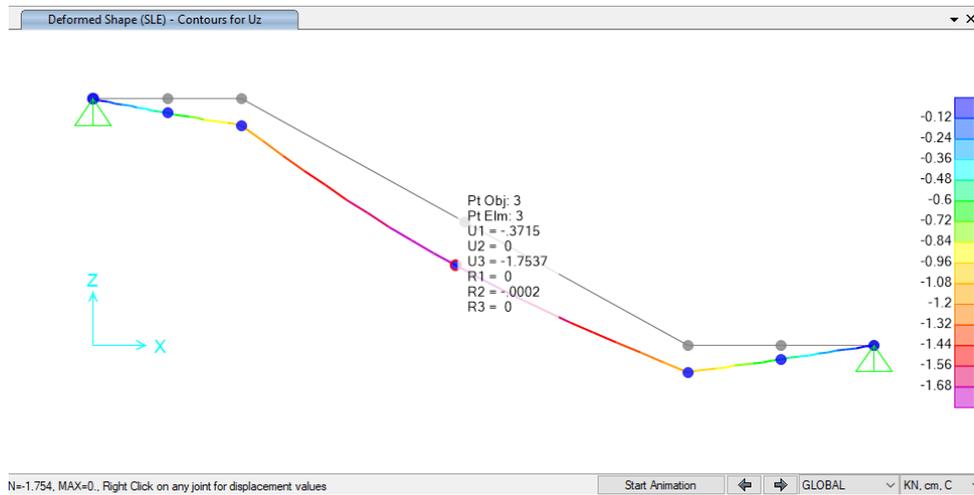


Figura 6.85 Reazioni e deformazione

Nella tabella seguente sono riepilogate il rapporto tra l'abbassamento rispetto ai supporti e la luce libera della campata per ogni asse, che deve essere inferiore al limite  $\Delta/L < 1/250$ , dove:

$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$  ... Abbassamento rispetto ai supporti

L ... Luce libera della campata

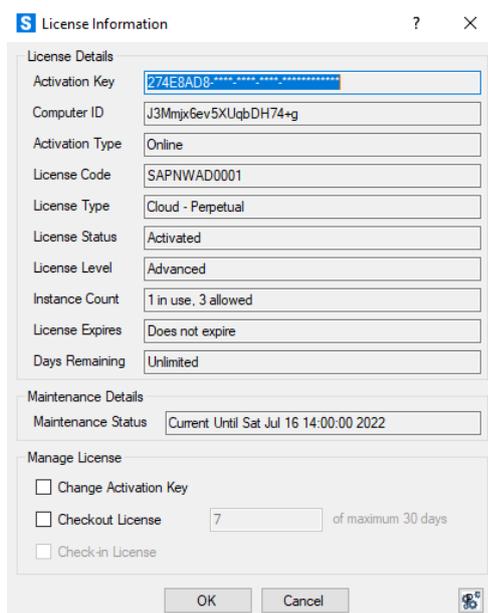
Tabella 23 Verifica deformazione

Scala tipo	L (m)	$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$ (cm)	$\Delta/L < 1/250$
1	7,10	0,77	1/920
2	7,3	1,3	1/560
3	6,3	1,75	1/360

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 7. VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La modellazione è stata eseguita con il software SAP2000 di Computers & Structures, Inc., Advanced, V. 23.3.0. i cui estremi di licenza sono i seguenti.



Nella presente nota tecnica si presentano le verifiche sintetiche atte a consentire il giudizio di accettabilità dei risultati così come previsto dal §10.2.1 del D.M. 17/01/2018, ricostruendo le sollecitazioni di momento flettente massimo in condizioni statiche confrontando i risultati dal software Plaxis e dal software SAP2000.

Sottostante sono riportati i risultati per le 3 tipologie di solette (quello di Copertura, Atrio e Mezzanino).

**Tabella 24 Risultati estratti da Plaxis e SAP2000 con la variazione percentuale**

PIANO	Momento massimo mezzeria [kNm]		Var. [%]
	SAP2000	PLAXIS	
COPERTURA	1300	1600	23,07
ATRIO	950	740	31,1
2° MEZZANINO	950	740	31,1

La variazione tra i due modelli di calcolo è tra 23.00-30.0%, la motivazione deriva dalla tipologia di modellazione impiegata, gli ordini di grandezze rimangono accettabili.

È stato poi ricostruito manualmente con semplici calcoli, con riferimenti a schemi o soluzioni noti, le sollecitazioni di momento massimo della seconda campata della soletta dell'atrio. Viene analizzato uno schema su 4 appoggi, su un allineamento tipo posto in corrispondenza dei setti verticali in combinazione SLE.

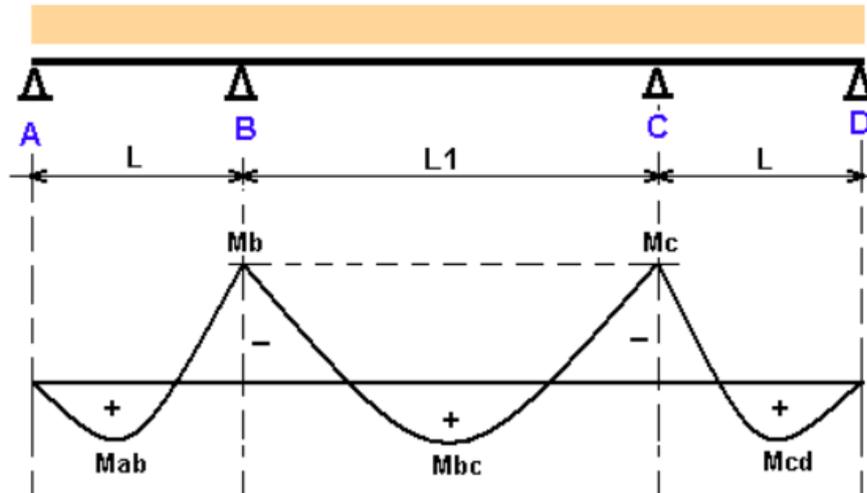


Figura 7.1 Schema statico semplice per il calcolo analitico

Tabella 25 Risultati di momento massimo con la variazione percentuale

COMB.	Momento massimo mezzeria Atrio [kNm]		Var. [%]
	SAP2000	Analitico	
G1_Peso Proprio	450	345	30
Q1_Live	210	145	40

Il confronto tra il calcolo analitico e il modello FEM presenta una variazione media di 35%, le motivazioni per la variazione dipendono dallo schema statico e la tipologia di elementi. Nel caso di SAP2000 sono stati utilizzati elementi di tipo bi-dimensionali oltre considerare che i setti sono cedevoli elasticamente, due fattori che non vengono presi in considerazione nello schema statico di tipo semplice (una trave continua a tre campate con vincoli perfetti).

In conclusione, si determina che i risultati del modello di calcolo sono affidabili, in quanto le diverse grandezze di controllo hanno una variazione limitata.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 8. ALLEGATO A

Tabulati di verifica soletta superiore

### Sezione standard

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	160.0	cm
Barre inferiori:	5Ø24	(22.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-2000.00	0.04	-2647.80	1.324	9.0	0.06	0.70	45.2 (25.8)

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1000.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	800.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	800.00 (406.57)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	720.00 (406.57)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.37	80.0	0.00	56.3	-266.2	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00149	0.00063	0.50	0.60	0.000990 (0.000799)	298	0.295 (990.00)	

406.57

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.37	80.0	0.00	56.3	-266.2	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00149	0.00063	0.50	0.60	0.000990 (0.000799)	298	0.295 (0.40)	

406.57

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.53	80.0	0.00	56.3	-239.6	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00134	0.00056	0.50	0.40	0.000970 (0.000719)	298	0.290 (0.30)	

406.57



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### Sezione ribassata 2x 1.60 m

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	160.0	cm
Barre inferiori:	5Ø24	(22.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-2000.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-1400.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1400.00 (-1465.06)	

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1400.00 (-1465.06)	

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.60	0.0	0.00	37.1	-217.2	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00114	0.00034	0.50	0.60	0.000745 (0.000652)	298 0.222 (990.00)		-

1465.06

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.60	0.0	0.00	37.1	-217.2	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00114	0.00034	0.50	0.60	0.000745 (0.000652)	298 0.222 (0.40)		-

1465.06

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.60	0.0	0.00	37.1	-217.2	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00114	0.00034	0.50	0.40	0.000858 (0.000652)	298 0.256 (0.30)		-1465.06



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 9. ALLEGATO B

Tabulati di verifica soletta intermedia – Atrio

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-1200.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-750.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-750.00 (-635.73)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-750.00 (-635.73)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-1200.00	-0.04	-1587.38	1.323	7.7	0.08	0.70	45.2 (15.8)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00078	6.0	-0.03908	94.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.82	0.0	0.00	25.7	-192.4	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2 * e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00105	0.00036	0.50	0.60	0.000620 (0.000577)	298	0.185 (990.00)	-

635.73

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.82	0.0	0.00	25.7	-192.4	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00105	0.00036	0.50	0.60	0.000620 (0.000577)	298	0.185 (0.40)	-

635.73

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.82	0.0	0.00	25.7	-192.4	6.0	15.0	1500	45.2	9.8

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00105	0.00036	0.50	0.40	0.000734 (0.000577)	298	0.219 (0.30)	-

635.73

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 10. ALLEGATO C

### Tabulati di verifica soletta di banchina

#### DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	-80.00	0.00	0.00
2	1.00	80.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-60.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-60.00 (-49.33)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-60.00 (-49.33)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.4 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	1.00	-80.00	1.11	-97.27	1.216	4.1	0.16	0.70	20.1 (4.2)
2	S	1.00	80.00	1.11	97.27	1.216	25.9	0.16	0.70	20.1 (4.2)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00082	5.0	-0.01809	25.0
2	0.00350	30.0	-0.00082	25.0	-0.01809	5.0

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.86	0.0	0.00	7.0	-266.6	5.0	7.7	768	10.1	22.5

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
K2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00170	0.00051	0.50	0.60	0.000800 (0.000800)	351	0.280 (990.00)	-

49.33



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.86	0.0	0.00	7.0	-266.6	5.0	7.7	768	10.1	22.5

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00170	0.00051	0.50	0.60	0.000800 (0.000800)	351	0.280 (0.40)	-

49.33

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.86	0.0	0.00	7.0	-266.6	5.0	7.7	768	10.1	22.5

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00170	0.00051	0.50	0.40	0.000855 (0.000800)	351	0.300 (0.30)	-

49.33



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 11. ALLEGATO D

Tabulati di verifica soletta di fondazione  $s_{pm}=160$  cm

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	17.00	MPa
	Deform. unitaria max resistenza $ec2$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $ecu$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	2.90	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	450.0	MPa
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	450.0	MPa
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	160.0	cm
Barre inferiori:	5 $\varnothing$ 26	(26.5 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10 $\varnothing$ 26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-2500.00	0.00	0.00
2	0.00	1500.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-1900.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1900.00 (-1503.48)	

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1800.00 (-1503.48)	

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-2500.00	0.13	-3094.62	1.238	10.0	0.06	0.70	53.1 (25.8)
2	S	0.00	1500.00	-0.05	1563.90	1.043	153.4	0.04	0.70	26.5 (25.8)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00133	6.2	-0.05044	153.8
2	0.00300	160.0	0.00016	153.8	-0.06750	6.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.81	0.0	0.00	39.5	-252.6	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00133	0.00044	0.50	0.60	0.000956 (0.000758)	296	0.283 (990.00)	-

1503.48

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.81	0.0	0.00	39.5	-252.6	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00133	0.00044	0.50	0.60	0.000956 (0.000758)	296	0.283 (0.40)	-

1503.48

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.51	0.0	0.00	39.5	-239.3	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00126	0.00041	0.50	0.40	0.000992 (0.000718)	296	0.293 (0.30)	-
1503.48									



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 12. ALLEGATO E

Tabulati di verifica soletta di fondazione sp. 180 cm

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	160.0	cm
Barre inferiori:	5Ø26	(26.5 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-2500.00	0.00	0.00
2	0.00	1500.00	0.00	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-1900.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1900.00	(-1503.48)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00-1800.00	(-1503.48)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-2500.00	0.13	-3094.62	1.238	10.0	0.06	0.70	53.1 (25.8)
2	S	0.00	1500.00	-0.05	1563.90	1.043	153.4	0.04	0.70	26.5 (25.8)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00133	6.2	-0.05044	153.8
2	0.00300	160.0	0.00016	153.8	-0.06750	6.2

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.81	0.0	0.00	39.5	-252.6	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00133	0.00044	0.50	0.60	0.000956 (0.000758)	296	0.283 (990.00)	-

1503.48

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.81	0.0	0.00	39.5	-252.6	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00133	0.00044	0.50	0.60	0.000956 (0.000758)	296	0.283 (0.40)	-

1503.48



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.51	0.0	0.00	39.5	-239.3	6.2	15.5	1550	53.1	9.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00126	0.00041	0.50	0.40	0.000992 (0.000718)	296	0.293 (0.30)	-

1503.48



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### 13. ALLEGATO F

Tabulati di verifica setti sottobanchina

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	10Ø14	(15.4 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø14	(15.4 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1.00	-90.00	0.00	0.00
2	1.00	90.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-65.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-65.00 (-51.90)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-65.00 (-51.90)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.6 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	1.00	-90.00	0.96	-139.00	1.544	4.9	0.20	0.70	30.8 (4.1)
2	S	1.00	90.00	0.96	139.00	1.544	25.1	0.20	0.70	30.8 (4.1)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00025	5.3	-0.01399	24.7
2	0.00350	30.0	-0.00025	24.7	-0.01399	5.3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.27	0.0	0.00	8.0	-195.5	5.3	7.3	732	15.4	9.9

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2\*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00129	0.00047	0.50	0.60	0.000587 (0.000587)	270	0.158 (990.00)	-

51.90

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.27	0.0	0.00	8.0	-195.5	5.3	7.3	732	15.4	9.9

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00129	0.00047	0.50	0.60	0.000587 (0.000587)	270	0.158 (0.40)	-

51.90

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.27	0.0	0.00	8.0	-195.5	5.3	7.3	732	15.4	9.9

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00129	0.00047	0.50	0.40	0.000666 (0.000587)	270	0.180 (0.30)	-

51.90

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 14. ALLEGATO G

Tabulati di verifica elementi verticali

### 14.1 Tabulati di verifica setti 300 x 50 cm

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	EC2/EC8
Tipologia sezione:	Pilastro rettangolare ad armatura simmetrica
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Resistenza compress. ridotta $\nu_1 * f_{cd}$ :	8.50	MPa (6.9)EC2
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Coeff. K3 Ap.fess. :	0.0000	�C4.1.2.2.4.5 NTC / � 7.3.4(3) EC2
Coeff. K4 Ap.fess. :	0.0000	�C4.1.2.2.4.5 NTC / � 7.3.4(3) EC2	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	300.0	cm
Altezza:	50.0	cm
N�totale barre:	50	
Diametro barre:	26	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

**CITTA' DI TORINO****Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-143.0	-18.0
2	-143.0	18.0
3	143.0	18.0
4	143.0	-18.0

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	20	26
2	2	3	20	26
3	1	2	3	26
4	4	3	3	26

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	6.1 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
Vx	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse x baric. della sezione

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	28294.76	-23.87	1780.16	73.38	997.87
2	28158.26	-199.98	-614.74	73.38	997.87
3	28021.76	-376.10	-3009.63	73.38	997.87
4	27087.98	-1.07	1448.50	68.53	965.58
5	26951.48	-165.54	-868.89	68.53	965.58
6	26814.98	-330.00	-3186.28	68.53	965.58
7	26396.99	128.95	169.42	175.01	-135.42
8	26260.49	-291.08	494.42	175.01	-135.42
9	26123.99	-711.11	819.42	175.01	-135.42
10	27313.05	-32.80	-641.74	44.03	-193.81
11	27176.55	-138.47	-176.59	44.03	-193.81
12	27040.05	-244.14	288.56	44.03	-193.81
13	25651.41	140.57	-959.52	162.88	-632.66
14	25514.91	-250.34	558.85	162.88	-632.66
15	25378.41	-641.24	2077.23	162.88	-632.66
16	26209.20	24.57	1805.89	-70.37	937.81
17	26072.70	193.45	-444.86	-70.37	937.81
18	25936.20	362.33	-2695.61	-70.37	937.81
19	27984.64	-9.64	1451.95	-78.29	917.84



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

20	27848.14	178.26	-750.86	-78.29	917.84
21	27711.64	366.16	-2953.67	-78.29	917.84
22	25814.23	-157.84	250.69	-193.93	67.62
23	25677.73	307.59	88.40	-193.93	67.62
24	25541.23	773.01	-73.88	-193.93	67.62
25	26904.57	32.53	-768.99	-43.55	-318.28
26	26768.07	137.05	-5.12	-43.55	-318.28
27	26631.57	241.56	758.75	-43.55	-318.28
28	25743.56	-142.32	-1060.48	-163.83	-708.17
29	25607.06	250.87	639.12	-163.83	-708.17
30	25470.56	644.07	2338.71	-163.83	-708.17

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	21019.06	-34.26	1427.52
2	20914.06	-136.64	-499.86
3	20809.06	-239.01	-2427.25
4	20413.31	-15.34	1147.78
5	20308.31	-110.64	-624.53
6	20203.31	-205.95	-2396.84
7	19946.23	88.39	143.63
8	19841.23	-211.95	408.36
9	19736.23	-512.30	673.08
10	20595.03	-38.48	-532.91
11	20490.03	-92.72	-137.52
12	20385.03	-146.95	257.86
13	19100.36	109.19	-801.80
14	18995.36	-183.73	471.14
15	18890.36	-476.65	1744.08
16	19492.20	34.80	1452.01
17	19387.20	131.95	-369.45
18	19282.20	229.10	-2190.91
19	21070.82	7.59	1155.08
20	20965.82	119.92	-549.12
21	20860.82	232.26	-2253.33
22	19467.55	-111.23	205.74
23	19362.55	224.84	106.13
24	19257.55	560.91	6.51
25	20245.41	38.15	-626.01
26	20140.41	91.65	-7.28
27	20035.41	145.15	611.45
28	19159.88	-110.68	-880.35
29	19054.88	184.26	532.49
30	18949.88	479.21	1945.34

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	21019.06	-34.26	1427.52
2	20914.06	-136.64	-499.86
3	20809.06	-239.01	-2427.25
4	20413.31	-15.34	1147.78
5	20308.31	-110.64	-624.53
6	20203.31	-205.95	-2396.84
7	19946.23	88.39	143.63
8	19841.23	-211.95	408.36
9	19736.23	-512.30	673.08
10	20595.03	-38.48	-532.91
11	20490.03	-92.72	-137.52
12	20385.03	-146.95	257.86
13	19100.36	109.19	-801.80
14	18995.36	-183.73	471.14
15	18890.36	-476.65	1744.08
16	19492.20	34.80	1452.01
17	19387.20	131.95	-369.45
18	19282.20	229.10	-2190.91
19	21070.82	7.59	1155.08
20	20965.82	119.92	-549.12
21	20860.82	232.26	-2253.33
22	19467.55	-111.23	205.74
23	19362.55	224.84	106.13
24	19257.55	560.91	6.51
25	20245.41	38.15	-626.01
26	20140.41	91.65	-7.28
27	20035.41	145.15	611.45
28	19159.88	-110.68	-880.35
29	19054.88	184.26	532.49
30	18949.88	479.21	1945.34

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.9 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	28294.76	-23.87	1780.16	28294.67	-88.42	7967.84	4.48	



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

265.5(72.3)								
2	S	28158.26	-199.98	-614.74	28158.26	-1210.15	-3691.44	6.01
265.5(72.0)								
3	S	28021.76	-376.10	-3009.63	28022.01	-822.55	-6424.28	2.14
265.5(71.6)								
4	S	27087.98	-1.07	1448.50	27087.98	-0.08	9197.92	6.35
265.5(69.2)								
5	S	26951.48	-165.54	-868.89	26951.50	-1133.48	-5868.32	6.76
265.5(68.9)								
6	S	26814.98	-330.00	-3186.28	26814.98	-769.29	-7779.89	2.44
265.5(68.5)								
7	S	26396.99	128.95	169.42	26397.03	1591.16	2079.84	12.30
265.5(67.5)								
8	S	26260.49	-291.08	494.42	26260.46	-1579.86	2694.57	5.44
265.5(67.1)								
9	S	26123.99	-711.11	819.42	26124.17	-1640.26	1907.48	2.32
265.5(66.8)								
10	S	27313.05	-32.80	-641.74	27312.97	-393.19	-8402.13	13.09
265.5(69.8)								
11	S	27176.55	-138.47	-176.59	27176.34	-1478.95	-1886.54	10.68
265.5(69.5)								
12	S	27040.05	-244.14	288.56	27040.26	-1505.71	1769.38	6.15
265.5(69.1)								
13	S	25651.41	140.57	-959.52	25651.54	1089.68	-7374.00	7.69
265.5(65.6)								
14	S	25514.91	-250.34	558.85	25514.96	-1627.61	3627.70	6.49
265.5(65.2)								
15	S	25378.41	-641.24	2077.23	25378.38	-1507.14	4969.73	2.39
265.5(64.9)								
16	S	26209.20	24.57	1805.89	26209.36	97.52	9859.68	5.46
265.5(67.0)								
17	S	26072.70	193.45	-444.86	26072.83	1551.24	-3560.19	8.01
265.5(66.6)								
18	S	25936.20	362.33	-2695.61	25936.15	999.13	-7575.33	2.81
265.5(66.3)								
19	S	27984.64	-9.64	1451.95	27984.54	-23.08	8334.92	5.74
265.5(71.5)								
20	S	27848.14	178.26	-750.86	27848.12	1128.93	-4856.57	6.46
265.5(71.2)								
21	S	27711.64	366.16	-2953.67	27711.37	844.27	-6637.39	2.25
265.5(70.8)								
22	S	25814.23	-157.84	250.69	25814.08	-1650.26	2625.60	10.47
265.5(66.0)								
23	S	25677.73	307.59	88.40	25677.97	1757.86	498.94	5.71
265.5(65.6)								
24	S	25541.23	773.01	-73.88	25541.41	1788.72	-168.91	2.31
265.5(65.3)								
25	S	26904.57	32.53	-768.99	26904.63	342.01	-8866.59	11.53
265.5(68.8)								
26	S	26768.07	137.05	-5.12	26768.02	1614.49	-66.38	11.78
265.5(68.4)								
27	S	26631.57	241.56	758.75	26631.42	1391.18	4346.55	5.73
265.5(68.1)								
28	S	25743.56	-142.32	-1060.48	25743.28	-1011.35	-7685.74	7.24
265.5(65.8)								
29	S	25607.06	250.87	639.12	25606.96	1581.37	3993.29	6.26
265.5(65.4)								
30	S	25470.56	644.07	2338.71	25470.36	1447.00	5335.98	2.28

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

265.5(65.1)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	150.0	-25.0	0.00340	143.0	-18.0	0.00009	-143.0	18.0
2	0.00350	-150.0	-25.0	0.00312	-143.0	-18.0	0.00005	143.0	18.0
3	0.00350	-150.0	-25.0	0.00322	-143.0	-18.0	-0.00011	143.0	18.0
4	0.00350	150.0	-25.0	0.00342	143.0	-18.0	-0.00002	-143.0	18.0
5	0.00350	-150.0	-25.0	0.00316	-143.0	-18.0	-0.00022	143.0	18.0
6	0.00350	-150.0	-25.0	0.00324	-143.0	-18.0	-0.00027	143.0	18.0
7	0.00350	150.0	25.0	0.00304	143.0	18.0	0.00007	-143.0	-18.0
8	0.00350	150.0	-25.0	0.00306	143.0	-18.0	-0.00002	-143.0	18.0
9	0.00350	150.0	-25.0	0.00303	143.0	-18.0	0.00007	-143.0	18.0
10	0.00350	-150.0	-25.0	0.00332	-143.0	-18.0	-0.00014	143.0	18.0
11	0.00350	-150.0	-25.0	0.00305	-143.0	-18.0	0.00018	143.0	18.0
12	0.00350	150.0	-25.0	0.00305	143.0	-18.0	0.00018	-143.0	18.0
13	0.00350	-150.0	25.0	0.00318	-143.0	18.0	-0.00041	143.0	-18.0
14	0.00350	150.0	-25.0	0.00306	143.0	-18.0	-0.00021	-143.0	18.0
15	0.00350	150.0	-25.0	0.00310	143.0	-18.0	-0.00033	-143.0	18.0
16	0.00350	150.0	25.0	0.00339	143.0	18.0	-0.00017	-143.0	-18.0
17	0.00350	-150.0	25.0	0.00307	-143.0	18.0	-0.00014	143.0	-18.0
18	0.00350	-150.0	25.0	0.00319	-143.0	18.0	-0.00038	143.0	-18.0
19	0.00350	150.0	-25.0	0.00341	143.0	-18.0	0.00008	-143.0	18.0
20	0.00350	-150.0	25.0	0.00315	-143.0	18.0	-0.00007	143.0	-18.0
21	0.00350	-150.0	25.0	0.00322	-143.0	18.0	-0.00015	143.0	-18.0
22	0.00350	150.0	-25.0	0.00304	143.0	-18.0	-0.00006	-143.0	18.0
23	0.00350	150.0	25.0	0.00299	143.0	18.0	0.00022	-143.0	-18.0
24	0.00350	-150.0	25.0	0.00298	-143.0	18.0	0.00026	143.0	-18.0
25	0.00350	-150.0	25.0	0.00333	-143.0	18.0	-0.00018	143.0	-18.0
26	0.00350	-150.0	25.0	0.00300	-143.0	18.0	0.00041	143.0	-18.0
27	0.00350	150.0	25.0	0.00311	143.0	18.0	-0.00016	-143.0	-18.0
28	0.00350	-150.0	-25.0	0.00319	-143.0	-18.0	-0.00041	143.0	18.0
29	0.00350	150.0	25.0	0.00308	143.0	18.0	-0.00023	-143.0	-18.0
30	0.00350	150.0	25.0	0.00311	143.0	18.0	-0.00034	-143.0	-18.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000011091	-0.000003769	0.001742094	----	----
2	-0.000004572	-0.000049068	0.001587501	----	----



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

3	-0.000007569	-0.000032458	0.001553175	----	----
4	0.000012001	-0.000000009	0.001699681	----	----
5	-0.000006546	-0.000041798	0.001473094	----	----
6	-0.000008622	-0.000028946	0.001483017	----	----
7	0.000002462	0.000062920	0.001557723	----	----
8	0.000003147	-0.000060415	0.001517530	----	----
9	0.000002260	-0.000064424	0.001550447	----	----
10	-0.000010150	-0.000015585	0.001587878	----	----
11	-0.000002281	-0.000061699	0.001615306	----	----
12	0.000002137	-0.000062630	0.001613653	----	----
13	-0.000007710	0.000038398	0.001383573	----	----
14	0.000004127	-0.000058071	0.001429157	----	----
15	0.000005404	-0.000052234	0.001383527	----	----
16	0.000011934	0.000004058	0.001608454	----	----
17	-0.000004099	0.000056759	0.001466210	----	----
18	-0.000007995	0.000035783	0.001406214	----	----
19	0.000011521	-0.000000984	0.001747257	----	----
20	-0.000005742	0.000043870	0.001541940	----	----
21	-0.000007668	0.000032737	0.001531344	----	----
22	0.000003052	-0.000061950	0.001493475	----	----
23	0.000000623	0.000071964	0.001607370	----	----
24	-0.000000206	0.000073958	0.001620095	----	----
25	-0.000010570	0.000013492	0.001577164	----	----
26	-0.000000070	0.000071362	0.001705440	----	----
27	0.000004966	0.000051170	0.001475824	----	----
28	-0.000008049	-0.000035989	0.001392979	----	----
29	0.000004499	0.000056108	0.001422501	----	----
30	0.000005753	0.000050175	0.001382741	----	----

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm  
Passo staffe: 6.1 cm [Passo massimo di normativa = 15.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (6.9)EC2]  
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]  
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)  
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	921.20	1934.10	979.30	123.4  60.7	108.6	2.500	1.000	15.5	16.5(0.0)
2	S	165.64	1710.89	321.51	43.0  19.9	292.7	2.500	1.000	8.5	16.5(0.0)
3	S	298.09	1698.22	327.26	43.8  20.3	285.4	2.500	1.000	15.0	16.5(0.0)
4	S	965.53	2595.87	2843.07	293.0  176.3	50.2	2.500	1.000	5.6	16.5(0.0)
5	S	217.11	1770.29	339.11	43.2  21.0	287.2	2.500	1.000	10.6	16.5(0.0)
6	S	341.32	1751.79	346.27	44.5  21.5	278.3	2.500	1.000	16.2	16.5(0.0)
7	S	169.58	1864.02	349.99	43.0  21.7	293.0	2.500	1.000	8.0	16.5(0.0)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

8	S	181.82	1864.04	350.90	43.0	21.8	292.2	2.500	1.000	8.5	16.5(0.0)
9	S	179.65	1902.86	356.78	42.9	22.1	293.4	2.500	1.000	8.3	16.5(0.0)
10	S	68.87	1740.88	386.26	50.8	24.0	247.9	2.500	1.000	2.9	16.5(0.0)
11	S	36.84	1782.57	334.07	43.0	20.7	293.5	2.500	1.000	1.8	16.5(0.0)
12	S	50.61	1798.30	337.00	42.9	20.9	293.5	2.500	1.000	2.5	16.5(0.0)
13	S	284.23	1830.32	356.89	43.6	22.1	282.1	2.500	1.000	13.1	16.5(0.0)
14	S	207.32	1909.35	361.57	43.0	22.4	290.5	2.500	1.000	9.4	16.5(0.0)
15	S	227.12	1889.59	361.07	43.0	22.4	287.9	2.500	1.000	10.4	16.5(0.0)
16	S	865.23	2141.11	1056.65	123.3	65.5	111.5	2.500	1.000	13.5	16.5(0.0)
17	S	137.73	1864.72	352.82	43.0	21.9	290.7	2.500	1.000	6.4	16.5(0.0)
18	S	273.16	1809.13	353.92	43.7	22.0	281.2	2.500	1.000	12.7	16.5(0.0)
19	S	921.17	2099.73	2009.35	242.9	124.6	57.5	2.500	1.000	7.6	16.5(0.0)
20	S	196.75	1726.60	327.11	43.1	20.3	290.3	2.500	1.000	9.9	16.5(0.0)
21	S	285.56	1714.92	331.37	43.8	20.6	284.7	2.500	1.000	14.2	16.5(0.0)
22	S	197.02	1908.65	359.19	43.0	22.3	292.3	2.500	1.000	9.0	16.5(0.0)
23	S	193.33	2119.26	388.08	43.0	24.1	300.4	2.500	1.000	8.2	16.5(0.0)
24	S	194.12	2132.25	390.77	43.0	24.2	300.1	2.500	1.000	8.2	16.5(0.0)
25	S	162.01	1784.16	419.67	54.1	26.0	233.8	2.500	1.000	6.4	16.5(0.0)
26	S	43.24	2061.50	377.91	43.0	23.4	300.0	2.500	1.000	1.9	16.5(0.0)
27	S	74.09	1811.28	343.84	43.0	21.3	289.8	2.500	1.000	3.6	16.5(0.0)
28	S	314.44	1819.92	356.58	43.7	22.1	280.7	2.500	1.000	14.5	16.5(0.0)
29	S	219.90	1892.92	359.22	43.0	22.3	289.8	2.500	1.000	10.1	16.5(0.0)
30	S	243.43	1877.61	359.51	43.1	22.3	287.3	2.500	1.000	11.2	16.5(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.72	150.0	-25.0	143.3	-143.0	18.0	----	----
2	S	12.32	-150.0	-25.0	149.4	143.0	18.0	----	----
3	S	14.81	-150.0	-25.0	114.3	143.0	18.0	----	----
4	S	12.00	150.0	-25.0	143.8	-143.0	18.0	----	----
5	S	11.98	-150.0	-25.0	144.5	143.0	18.0	----	----
6	S	14.27	-150.0	-25.0	112.0	143.0	18.0	----	----
7	S	11.17	150.0	25.0	150.0	-143.0	-18.0	----	----
8	S	12.10	150.0	-25.0	137.5	-143.0	18.0	----	----
9	S	14.07	150.0	-25.0	114.0	-143.0	18.0	----	----
10	S	11.61	-150.0	-25.0	152.6	143.0	18.0	----	----
11	S	11.47	-150.0	-25.0	154.1	143.0	18.0	----	----
12	S	11.86	150.0	-25.0	148.1	-143.0	18.0	----	----
13	S	11.51	-150.0	25.0	132.5	143.0	-18.0	----	----
14	S	11.55	150.0	-25.0	131.7	-143.0	18.0	----	----
15	S	14.49	150.0	-25.0	94.0	-143.0	18.0	----	----
16	S	11.94	150.0	25.0	130.9	-143.0	-18.0	----	----
17	S	11.36	-150.0	25.0	139.6	143.0	-18.0	----	----
18	S	13.71	-150.0	25.0	106.3	143.0	-18.0	----	----
19	S	12.31	150.0	25.0	149.3	-143.0	-18.0	----	----
20	S	12.30	-150.0	25.0	150.2	143.0	-18.0	----	----
21	S	14.62	-150.0	25.0	117.7	143.0	-18.0	----	----
22	S	11.11	150.0	-25.0	143.9	-143.0	18.0	----	----
23	S	11.62	150.0	25.0	137.3	-143.0	-18.0	----	----
24	S	13.42	150.0	25.0	116.7	-143.0	-18.0	----	----



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

25	S	11.52	-150.0	25.0	148.5	143.0	-18.0	---	---
26	S	11.15	-150.0	25.0	153.3	143.0	-18.0	---	---
27	S	12.02	150.0	25.0	140.3	-143.0	-18.0	---	---
28	S	11.63	-150.0	-25.0	131.7	143.0	18.0	---	---
29	S	11.65	150.0	25.0	131.3	-143.0	-18.0	---	---
30	S	14.74	150.0	25.0	91.4	-143.0	-18.0	---	---

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_c$ eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2*e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
22	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
29	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
30	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.72	150.0	-25.0	143.3	-143.0	18.0	---	---
2	S	12.32	-150.0	-25.0	149.4	143.0	18.0	---	---
3	S	14.81	-150.0	-25.0	114.3	143.0	18.0	---	---
4	S	12.00	150.0	-25.0	143.8	-143.0	18.0	---	---
5	S	11.98	-150.0	-25.0	144.5	143.0	18.0	---	---
6	S	14.27	-150.0	-25.0	112.0	143.0	18.0	---	---
7	S	11.17	150.0	25.0	150.0	-143.0	-18.0	---	---
8	S	12.10	150.0	-25.0	137.5	-143.0	18.0	---	---
9	S	14.07	150.0	-25.0	114.0	-143.0	18.0	---	---
10	S	11.61	-150.0	-25.0	152.6	143.0	18.0	---	---
11	S	11.47	-150.0	-25.0	154.1	143.0	18.0	---	---
12	S	11.86	150.0	-25.0	148.1	-143.0	18.0	---	---
13	S	11.51	-150.0	25.0	132.5	143.0	-18.0	---	---
14	S	11.55	150.0	-25.0	131.7	-143.0	18.0	---	---
15	S	14.49	150.0	-25.0	94.0	-143.0	18.0	---	---
16	S	11.94	150.0	25.0	130.9	-143.0	-18.0	---	---
17	S	11.36	-150.0	25.0	139.6	143.0	-18.0	---	---
18	S	13.71	-150.0	25.0	106.3	143.0	-18.0	---	---
19	S	12.31	150.0	25.0	149.3	-143.0	-18.0	---	---
20	S	12.30	-150.0	25.0	150.2	143.0	-18.0	---	---
21	S	14.62	-150.0	25.0	117.7	143.0	-18.0	---	---
22	S	11.11	150.0	-25.0	143.9	-143.0	18.0	---	---
23	S	11.62	150.0	25.0	137.3	-143.0	-18.0	---	---
24	S	13.42	150.0	25.0	116.7	-143.0	-18.0	---	---
25	S	11.52	-150.0	25.0	148.5	143.0	-18.0	---	---
26	S	11.15	-150.0	25.0	153.3	143.0	-18.0	---	---
27	S	12.02	150.0	25.0	140.3	-143.0	-18.0	---	---
28	S	11.63	-150.0	-25.0	131.7	143.0	18.0	---	---
29	S	11.65	150.0	25.0	131.3	-143.0	-18.0	---	---
30	S	14.74	150.0	25.0	91.4	-143.0	-18.0	---	---

#### 14.2 Tabulati di verifica setti 460 x 50 cm

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di Pilastro

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Poco aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.50 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	460.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	30Ø26	(159.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	30Ø26	(159.3 cm <sup>2</sup> )
Barre laterali:	3+3Ø26	(31.9 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	29185.30	865.81	455.13	390.94
2	29004.03	-82.22	1535.23	390.94
3	28822.77	-1030.25	2615.33	390.94
4	28294.76	-23.87	1780.16	73.38
5	28158.26	-199.98	-614.74	73.38
6	28021.76	-376.10	-3009.63	73.38
7	27087.98	-1.07	1448.50	68.53
8	26951.48	-165.54	-868.89	68.53
9	26814.98	-330.00	-3186.28	68.53
10	26396.99	128.95	169.42	175.01
11	26260.49	-291.08	494.42	175.01
12	26123.99	-711.11	819.42	175.01
13	27313.05	-32.80	-641.74	44.03
14	27176.55	-138.47	-176.59	44.03
15	27040.05	-244.14	288.56	44.03
16	25651.41	140.57	-959.52	162.88



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

17	25514.91	-250.34	558.85	162.88
18	25378.41	-641.24	2077.23	162.88
19	18302.12	-929.48	-331.12	-378.35
20	18143.27	-125.48	-2917.83	-378.35
21	17984.43	678.53	-5504.53	-378.35
22	25331.26	-824.85	470.90	-353.92
23	25149.99	33.39	136.47	-353.92
24	24968.72	891.63	-197.97	-353.92
25	26209.20	24.57	1805.89	-70.37
26	26072.70	193.45	-444.86	-70.37
27	25936.20	362.33	-2695.61	-70.37
28	27984.64	-9.64	1451.95	-78.29
29	27848.14	178.26	-750.86	-78.29
30	27711.64	366.16	-2953.67	-78.29
31	25814.23	-157.84	250.69	-193.93
32	25677.73	307.59	88.40	-193.93
33	25541.23	773.01	-73.88	-193.93
34	26904.57	32.53	-768.99	-43.55
35	26768.07	137.05	-5.12	-43.55
36	26631.57	241.56	758.75	-43.55
37	25743.56	-142.32	-1060.48	-163.83
38	25607.06	250.87	639.12	-163.83
39	25470.56	644.07	2338.71	-163.83
40	24541.63	866.25	-3159.81	290.55
41	24382.79	248.84	-1832.53	290.55
42	24223.94	-368.57	-505.24	290.55

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	21960.77	572.75
2	21821.33	-56.15
3	21681.89	-685.05
4	21019.06	-34.26
5	20914.06	-136.64
6	20809.06	-239.01
7	20413.31	-15.34
8	20308.31	-110.64
9	20203.31	-205.95
10	19946.23	88.39
11	19841.23	-211.95
12	19736.23	-512.30
13	20595.03	-38.48
14	20490.03	-92.72
15	20385.03	-146.95
16	19100.36	109.19
17	18995.36	-183.73
18	18890.36	-476.65
19	13829.80	-632.78
20	13707.62	-74.46
21	13585.43	483.86
22	19083.39	-544.40
23	18943.95	21.01



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

24	18804.51	586.42
25	19492.20	34.80
26	19387.20	131.95
27	19282.20	229.10
28	21070.82	7.59
29	20965.82	119.92
30	20860.82	232.26
31	19467.55	-111.23
32	19362.55	224.84
33	19257.55	560.91
34	20245.41	38.15
35	20140.41	91.65
36	20035.41	145.15
37	19159.88	-110.68
38	19054.88	184.26
39	18949.88	479.21
40	18571.33	580.50
41	18449.14	164.89
42	18326.95	-250.71

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	21960.77	572.75 (0.00)
2	21821.33	-56.15 (0.00)
3	21681.89	-685.05 (0.00)
4	21019.06	-34.26 (0.00)
5	20914.06	-136.64 (0.00)
6	20809.06	-239.01 (0.00)
7	20413.31	-15.34 (0.00)
8	20308.31	-110.64 (0.00)
9	20203.31	-205.95 (0.00)
10	19946.23	88.39 (0.00)
11	19841.23	-211.95 (0.00)
12	19736.23	-512.30 (0.00)
13	20595.03	-38.48 (0.00)
14	20490.03	-92.72 (0.00)
15	20385.03	-146.95 (0.00)
16	19100.36	109.19 (0.00)
17	18995.36	-183.73 (0.00)
18	18890.36	-476.65 (0.00)
19	13829.80	-632.78 (0.00)
20	13707.62	-74.46 (0.00)
21	13585.43	483.86 (0.00)
22	19083.39	-544.40 (0.00)
23	18943.95	21.01 (0.00)
24	18804.51	586.42 (0.00)
25	19492.20	34.80 (0.00)
26	19387.20	131.95 (0.00)
27	19282.20	229.10 (0.00)
28	21070.82	7.59 (0.00)
29	20965.82	119.92 (0.00)
30	20860.82	232.26 (0.00)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

31	19467.55	-111.23 (0.00)
32	19362.55	224.84 (0.00)
33	19257.55	560.91 (0.00)
34	20245.41	38.15 (0.00)
35	20140.41	91.65 (0.00)
36	20035.41	145.15 (0.00)
37	19159.88	-110.68 (0.00)
38	19054.88	184.26 (0.00)
39	18949.88	479.21 (0.00)
40	18571.33	580.50 (0.00)
41	18449.14	164.89 (0.00)
42	18326.95	-250.71 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	21960.77	572.75 (0.00)
2	21821.33	-56.15 (0.00)
3	21681.89	-685.05 (0.00)
4	21019.06	-34.26 (0.00)
5	20914.06	-136.64 (0.00)
6	20809.06	-239.01 (0.00)
7	20413.31	-15.34 (0.00)
8	20308.31	-110.64 (0.00)
9	20203.31	-205.95 (0.00)
10	19946.23	88.39 (0.00)
11	19841.23	-211.95 (0.00)
12	19736.23	-512.30 (0.00)
13	20595.03	-38.48 (0.00)
14	20490.03	-92.72 (0.00)
15	20385.03	-146.95 (0.00)
16	19100.36	109.19 (0.00)
17	18995.36	-183.73 (0.00)
18	18890.36	-476.65 (0.00)
19	13829.80	-632.78 (0.00)
20	13707.62	-74.46 (0.00)
21	13585.43	483.86 (0.00)
22	19083.39	-544.40 (0.00)
23	18943.95	21.01 (0.00)
24	18804.51	586.42 (0.00)
25	19492.20	34.80 (0.00)
26	19387.20	131.95 (0.00)
27	19282.20	229.10 (0.00)
28	21070.82	7.59 (0.00)
29	20965.82	119.92 (0.00)
30	20860.82	232.26 (0.00)
31	19467.55	-111.23 (0.00)
32	19362.55	224.84 (0.00)
33	19257.55	560.91 (0.00)
34	20245.41	38.15 (0.00)
35	20140.41	91.65 (0.00)
36	20035.41	145.15 (0.00)
37	19159.88	-110.68 (0.00)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

38	19054.88	184.26 (0.00)
39	18949.88	479.21 (0.00)
40	18571.33	580.50 (0.00)
41	18449.14	164.89 (0.00)
42	18326.95	-250.71 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.9	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	15.4	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	2.7	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm <sup>2</sup> ]. (tra parentesi l'area minima di normativa) Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione)= 155.5 cm <sup>2</sup>

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	29185.30	865.81	29185.16	3609.71	4.169	11.2	---	---	350.4 (74.6)
2	S	29004.03	-82.22	29004.31	-3629.87	44.149	38.6	---	---	350.4 (74.1)
3	S	28822.77	-1030.25	28822.59	-3650.00	3.543	38.4	---	---	350.4 (73.7)
4	S	28294.76	-23.87	28294.67	-3707.70	155.361	37.9	---	---	350.4 (72.3)
5	S	28158.26	-199.98	28158.40	-3722.44	18.614	37.7	---	---	350.4 (72.0)
6	S	28021.76	-376.10	28021.65	-3737.09	9.936	37.6	---	---	350.4 (71.6)
7	S	27087.98	-1.07	27087.92	-3835.40	3578.467	36.6	---	---	350.4 (69.2)
8	S	26951.48	-165.54	26951.47	-3849.48	23.255	36.5	---	---	350.4 (69.0)
9	S	26814.98	-330.00	26814.82	-3863.54	11.708	36.4	---	---	350.4 (69.0)
10	S	26396.99	128.95	26396.80	3906.09	30.292	14.1	---	---	350.4 (69.0)
11	S	26260.49	-291.08	26260.57	-3919.83	13.467	35.8	---	---	350.4 (69.0)
12	S	26123.99	-711.11	26123.87	-3933.56	5.532	35.7	---	---	350.4 (69.0)
13	S	27313.05	-32.80	27312.86	-3812.02	116.210	36.9	---	---	350.4 (69.8)
14	S	27176.55	-138.47	27176.80	-3826.20	27.632	36.7	---	---	350.4 (69.5)
15	S	27040.05	-244.14	27040.30	-3840.32	15.730	36.6	---	---	350.4 (69.1)
16	S	25651.41	140.57	25651.32	3980.53	28.318	14.8	---	---	350.4 (69.0)
17	S	25514.91	-250.34	25514.92	-3993.95	15.954	35.1	---	---	350.4 (69.0)
18	S	25378.41	-641.24	25378.30	-4007.34	6.249	34.9	---	---	350.4 (69.0)
19	S	18302.12	-929.48	18302.41	-4644.10	4.996	28.6	---	---	350.4 (69.0)
20	S	18143.27	-125.48	18143.36	-4657.62	37.119	28.4	---	---	350.4 (69.0)
21	S	17984.43	678.53	17984.29	4671.04	6.884	21.7	---	---	350.4 (69.0)
22	S	25331.26	-824.85	25331.18	-4011.95	4.864	34.9	---	---	350.4 (69.0)
23	S	25149.99	33.39	25150.07	4029.59	120.682	15.3	---	---	350.4 (69.0)
24	S	24968.72	891.63	24968.58	4047.16	4.539	15.5	---	---	350.4 (69.0)
25	S	26209.20	24.57	26209.30	3925.00	159.740	14.2	---	---	350.4 (69.0)
26	S	26072.70	193.45	26072.63	3938.68	20.360	14.4	---	---	350.4 (69.0)
27	S	25936.20	362.33	25936.00	3952.31	10.908	14.5	---	---	350.4 (69.0)
28	S	27984.64	-9.64	27984.89	-3741.02	388.225	37.5	---	---	350.4 (71.5)
29	S	27848.14	178.26	27848.30	3755.59	21.068	12.6	---	---	350.4 (71.2)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

30	S	27711.64	366.16	27711.52	3770.14	10.296	12.7	---	---	350.4 (70.8)
31	S	25814.23	-157.84	25814.27	-3964.41	25.116	35.4	---	---	350.4 (69.0)
32	S	25677.73	307.59	25677.46	3977.95	12.933	14.8	---	---	350.4 (69.0)
33	S	25541.23	773.01	25541.21	3991.37	5.163	14.9	---	---	350.4 (69.0)
34	S	26904.57	32.53	26904.71	3854.30	118.470	13.6	---	---	350.4 (69.0)
35	S	26768.07	137.05	26767.80	3868.36	28.226	13.7	---	---	350.4 (69.0)
36	S	26631.57	241.56	26631.77	3882.25	16.071	13.8	---	---	350.4 (69.0)
37	S	25743.56	-142.32	25743.44	-3971.43	27.905	35.3	---	---	350.4 (69.0)
38	S	25607.06	250.87	25607.34	3984.87	15.884	14.8	---	---	350.4 (69.0)
39	S	25470.56	644.07	25470.70	3998.29	6.208	15.0	---	---	350.4 (69.0)
40	S	24541.63	866.25	24541.83	4088.12	4.719	15.9	---	---	350.4 (69.0)
41	S	24382.79	248.84	24382.80	4103.26	16.489	16.0	---	---	350.4 (69.0)
42	S	24223.94	-368.57	24223.79	-4118.32	11.174	33.8	---	---	350.4 (69.0)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	0.00296	44.0	-0.00047	6.0
2	0.00350	0.0	0.00296	6.0	-0.00049	44.0
3	0.00350	0.0	0.00295	6.0	-0.00051	44.0
4	0.00350	0.0	0.00295	6.0	-0.00057	44.0
5	0.00350	0.0	0.00294	6.0	-0.00058	44.0
6	0.00350	0.0	0.00294	6.0	-0.00060	44.0
7	0.00350	0.0	0.00293	6.0	-0.00070	44.0
8	0.00350	0.0	0.00292	6.0	-0.00072	44.0
9	0.00350	0.0	0.00292	6.0	-0.00074	44.0
10	0.00350	50.0	0.00292	44.0	-0.00078	6.0
11	0.00350	0.0	0.00291	6.0	-0.00080	44.0
12	0.00350	0.0	0.00291	6.0	-0.00082	44.0
13	0.00350	0.0	0.00293	6.0	-0.00068	44.0
14	0.00350	0.0	0.00293	6.0	-0.00069	44.0
15	0.00350	0.0	0.00293	6.0	-0.00071	44.0
16	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00087	6.0
17	0.00350	0.0	0.00290	6.0	-0.00089	44.0
18	0.00350	0.0	0.00290	6.0	-0.00091	44.0
19	0.00350	0.0	0.00277	6.0	-0.00189	44.0
20	0.00350	0.0	0.00276	6.0	-0.00191	44.0
21	0.00350	50.0	0.00276	44.0	-0.00194	6.0
22	0.00350	0.0	0.00290	6.0	-0.00091	44.0
23	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00094	6.0
24	0.00350	50.0	0.00289	44.0	-0.00096	6.0
25	0.00350	50.0	0.00291	44.0	-0.00081	6.0
26	0.00350	50.0	0.00291	44.0	-0.00082	6.0
27	0.00350	50.0	0.00291	44.0	-0.00084	6.0
28	0.00350	0.0	0.00294	6.0	-0.00060	44.0
29	0.00350	50.0	0.00294	44.0	-0.00062	6.0
30	0.00350	50.0	0.00294	44.0	-0.00063	6.0
31	0.00350	0.0	0.00291	6.0	-0.00085	44.0



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

32	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00087	6.0
33	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00089	6.0
34	0.00350	50.0	0.00292	44.0	-0.00073	6.0
35	0.00350	50.0	0.00292	44.0	-0.00074	6.0
36	0.00350	50.0	0.00292	44.0	-0.00076	6.0
37	0.00350	0.0	0.00291	6.0	-0.00086	44.0
38	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00088	6.0
39	0.00350	50.0	0.00290	44.0	-0.00090	6.0
40	0.00350	50.0	0.00288	44.0	-0.00101	6.0
41	0.00350	50.0	0.00288	44.0	-0.00103	6.0
42	0.00350	0.0	0.00288	6.0	-0.00105	44.0

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe/legature: 20 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]  
 N.Bracci staffe: 12  
 Area staffe/m : 377.0 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]

**VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE**

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]  
 Trdu Momento torcente resistente ultimo [kNm] (lato calcestruzzo)  
 Mis.Sic. Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic <=1  
 bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	Tsdu	Trdu	Mis.Sic.	bw z	Ctg	Acw
ASt											
1	S	455.13	2823.79	8310.06	390.94	1841.30	0.373 460.0	28.5	2.000	0.634	20.4
2	S	1535.23	2883.13	8332.34	390.94	1841.30	0.745 460.0	28.6	2.000	0.646	68.7
4	S	1780.16	3117.60	8494.83	73.38	1841.30	0.611 460.0	28.9	2.000	0.691	78.8
5	S	-614.74	3163.09	8511.25	73.38	1841.30	-0.154 460.0	28.9	2.000	0.700	27.2
6	S	-3009.63	3208.86	8528.04	73.38	1841.30	-0.898 460.0	29.0	2.000	0.708	132.8
7	S	1448.50	3525.06	8641.30	68.53	1841.30	0.448 460.0	29.3	2.000	0.768	63.1
8	S	-868.89	3571.84	8657.59	68.53	1841.30	-0.206 460.0	29.4	2.000	0.777	37.8
9	S	-3186.28	3618.69	8673.70	68.53	1841.30	-0.843 460.0	29.5	2.000	0.785	138.2
10	S	169.42	3763.09	8696.76	175.01	1841.30	0.140 460.0	29.6	2.000	0.812	7.3
11	S	494.42	3810.42	8712.53	175.01	1841.30	0.225 460.0	29.7	2.000	0.821	21.3
12	S	819.42	3857.99	8728.49	175.01	1841.30	0.307 460.0	29.7	2.000	0.830	35.2
13	S	-641.74	3448.27	8620.44	44.03	1841.30	-0.162 460.0	29.3	2.000	0.754	28.0
14	S	-176.59	3494.72	8636.54	44.03	1841.30	-0.027 460.0	29.3	2.000	0.762	7.7
15	S	288.56	3541.46	8653.00	44.03	1841.30	0.105 460.0	29.4	2.000	0.771	12.6
16	S	-959.52	4023.53	8786.16	162.88	1841.30	-0.150 460.0	29.9	2.000	0.860	41.0
17	S	558.85	4071.70	8802.02	162.88	1841.30	0.226 460.0	30.0	2.000	0.869	23.8
18	S	2077.23	4119.94	8817.70	162.88	1841.30	0.593 460.0	30.0	2.000	0.877	88.4
19	S	-331.12	6367.22	9506.28	-378.35	1841.30	0.153 460.0	32.6	2.000	1.250	13.0
20	S	-2917.83	6377.41	9521.49	-378.35	1841.30	-0.252 460.0	32.6	2.000	1.250	114.3
21	S	-5504.53	6387.45	9536.49	-378.35	1841.30	-0.656 460.0	32.7	2.000	1.250	215.3
22	S	470.90	4136.61	8775.26	-353.92	1841.30	0.306 460.0	30.0	2.000	0.880	20.0
23	S	136.47	4200.82	8795.68	-353.92	1841.30	0.225 460.0	30.1	2.000	0.892	5.8
24	S	-197.97	4265.44	8816.42	-353.92	1841.30	0.146 460.0	30.2	2.000	0.904	8.4
25	S	1805.89	3828.23	8744.29	-70.37	1841.30	0.510 460.0	29.7	2.000	0.824	77.7



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

26	S	-444.86	3875.91	8760.44	-70.37	1841.30	-0.077 460.0	29.8	2.000	0.833	19.1
27	S	-2695.61	3923.66	8776.40	-70.37	1841.30	-0.649 460.0	29.8	2.000	0.842	115.6
28	S	1451.95	3221.30	8531.33	-78.29	1841.30	0.493 460.0	29.0	2.000	0.711	64.0
29	S	-750.86	3267.16	8547.82	-78.29	1841.30	-0.187 460.0	29.0	2.000	0.719	33.0
30	S	-2953.67	3313.10	8564.12	-78.29	1841.30	-0.849 460.0	29.1	2.000	0.728	129.7
31	S	250.69	3966.36	8759.74	-193.93	1841.30	0.169 460.0	29.9	2.000	0.849	10.7
32	S	88.40	4014.25	8775.36	-193.93	1841.30	0.127 460.0	29.9	2.000	0.858	3.8
33	S	-73.88	4062.41	8791.23	-193.93	1841.30	0.087 460.0	30.0	2.000	0.867	3.2
34	S	-768.99	3587.92	8669.25	-43.55	1841.30	-0.191 460.0	29.4	2.000	0.780	33.4
35	S	-5.12	3634.81	8685.32	-43.55	1841.30	0.022 460.0	29.5	2.000	0.788	0.2
36	S	758.75	3681.85	8701.41	-43.55	1841.30	0.230 460.0	29.5	2.000	0.797	32.8
37	S	-1060.48	3991.13	8775.30	-163.83	1841.30	-0.177 460.0	29.9	2.000	0.854	45.3
38	S	639.12	4039.16	8791.06	-163.83	1841.30	0.247 460.0	29.9	2.000	0.863	27.3
39	S	2338.71	4087.36	8806.88	-163.83	1841.30	0.661 460.0	30.0	2.000	0.871	99.6
40	S	-3159.81	4418.23	8880.34	290.55	1841.30	-0.557 460.0	30.3	2.000	0.931	133.0
41	S	-1832.53	4475.43	8898.21	290.55	1841.30	-0.252 460.0	30.4	2.000	0.941	77.0
42	S	-505.24	4532.68	8915.81	290.55	1841.30	0.046 460.0	30.5	2.000	0.951	21.2

#### RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl.	Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm <sup>2</sup> ]
Per.Nucl.	Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Sp.Nucl.	Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Ast	Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm <sup>2</sup> /m]
As long.	Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm <sup>2</sup> ]
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
Trsd	Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [kNm]
Trld	Momento torc. resist. reso da apposite barre longitudinali(compresa una aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione)

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	12008	930	22.5	2.1	77.4	390.94	390.94	390.94
2	12008	930	22.5	2.1	77.4	390.94	390.94	390.94
3	12008	930	22.5	2.1	77.4	390.94	390.94	390.94
4	12008	930	22.5	0.4	14.5	73.38	73.38	73.38
5	12008	930	22.5	0.4	14.5	73.38	73.38	73.38
6	12008	930	22.5	0.4	14.5	73.38	73.38	73.38
7	12008	930	22.5	0.4	13.6	68.53	68.53	68.53
8	12008	930	22.5	0.4	13.6	68.53	68.53	68.53
9	12008	930	22.5	0.4	13.6	68.53	68.53	68.53
10	12008	930	22.5	0.9	34.6	175.01	175.01	175.01
11	12008	930	22.5	0.9	34.6	175.01	175.01	175.01
12	12008	930	22.5	0.9	34.6	175.01	175.01	175.01
13	12008	930	22.5	0.2	8.7	44.03	44.03	44.03
14	12008	930	22.5	0.2	8.7	44.03	44.03	44.03
15	12008	930	22.5	0.2	8.7	44.03	44.03	44.03
16	12008	930	22.5	0.9	32.2	162.88	162.88	162.88
17	12008	930	22.5	0.9	32.2	162.88	162.88	162.88
18	12008	930	22.5	0.9	32.2	162.88	162.88	162.88
19	12008	930	22.5	2.0	74.9	-378.35	378.35	378.35
20	12008	930	22.5	2.0	74.9	-378.35	378.35	378.35
21	12008	930	22.5	2.0	74.9	-378.35	378.35	378.35
22	12008	930	22.5	1.9	70.0	-353.92	353.92	353.92
23	12008	930	22.5	1.9	70.0	-353.92	353.92	353.92
24	12008	930	22.5	1.9	70.0	-353.92	353.92	353.92
25	12008	930	22.5	0.4	13.9	-70.37	70.37	70.37
26	12008	930	22.5	0.4	13.9	-70.37	70.37	70.37
27	12008	930	22.5	0.4	13.9	-70.37	70.37	70.37
28	12008	930	22.5	0.4	15.5	-78.29	78.29	78.29
29	12008	930	22.5	0.4	15.5	-78.29	78.29	78.29
30	12008	930	22.5	0.4	15.5	-78.29	78.29	78.29



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

31	12008	930	22.5	1.0	38.4	-193.93	193.93	193.93
32	12008	930	22.5	1.0	38.4	-193.93	193.93	193.93
33	12008	930	22.5	1.0	38.4	-193.93	193.93	193.93
34	12008	930	22.5	0.2	8.6	-43.55	43.55	43.55
35	12008	930	22.5	0.2	8.6	-43.55	43.55	43.55
36	12008	930	22.5	0.2	8.6	-43.55	43.55	43.55
37	12008	930	22.5	0.9	32.4	-163.83	163.83	163.83
38	12008	930	22.5	0.9	32.4	-163.83	163.83	163.83
39	12008	930	22.5	0.9	32.4	-163.83	163.83	163.83
40	12008	930	22.5	1.5	57.5	290.55	290.55	290.55
41	12008	930	22.5	1.5	57.5	290.55	290.55	290.55
42	12008	930	22.5	1.5	57.5	290.55	290.55	290.55

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.96	50.0	5.58	0.0	91.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
2	S	7.94	0.0	7.51	50.0	113.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0
3	S	10.29	0.0	5.06	50.0	85.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
4	S	7.57	0.0	7.31	50.0	110.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
5	S	7.92	0.0	6.88	50.0	105.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
6	S	8.28	0.0	6.45	50.0	100.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
7	S	7.28	0.0	7.17	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
8	S	7.61	0.0	6.76	50.0	103.0	6.0	0.0	0	0.0	0.0
9	S	7.94	0.0	6.36	50.0	98.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
10	S	7.40	50.0	6.72	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
11	S	7.83	0.0	6.21	50.0	96.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
12	S	8.94	0.0	5.03	50.0	82.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
13	S	7.44	0.0	7.14	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
14	S	7.61	0.0	6.90	50.0	104.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
15	S	7.78	0.0	6.65	50.0	101.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
16	S	7.18	50.0	6.34	0.0	96.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
17	S	7.42	0.0	6.02	50.0	92.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
18	S	8.51	0.0	4.86	50.0	79.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
19	S	7.31	0.0	2.48	50.0	45.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
20	S	5.14	0.0	4.57	50.0	69.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
21	S	6.66	50.0	2.96	0.0	51.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
22	S	8.83	0.0	4.67	50.0	77.6	6.0	0.0	0	0.0	0.0
23	S	6.78	50.0	6.62	0.0	99.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
24	S	8.89	50.0	4.42	0.0	74.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
25	S	7.03	50.0	6.77	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
26	S	7.37	50.0	6.36	0.0	97.2	44.0	0.0	0	0.0	0.0
27	S	7.70	50.0	5.95	0.0	92.4	44.0	0.0	0	0.0	0.0
28	S	7.49	50.0	7.43	0.0	111.5	44.0	0.0	0	0.0	0.0
29	S	7.88	50.0	6.96	0.0	106.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

30	S	8.27	50.0	6.50	0.0	100.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
31	S	7.31	0.0	6.46	50.0	98.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
32	S	7.71	50.0	5.99	0.0	93.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
33	S	8.96	50.0	4.67	0.0	77.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
34	S	7.31	50.0	7.02	0.0	105.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
35	S	7.48	50.0	6.78	0.0	102.9	44.0	0.0	0	0.0	0.0
36	S	7.65	50.0	6.54	0.0	100.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
37	S	7.20	0.0	6.36	50.0	96.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
38	S	7.45	50.0	6.04	0.0	93.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
39	S	8.54	50.0	4.88	0.0	79.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
40	S	8.79	50.0	4.36	0.0	73.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
41	S	7.16	50.0	5.90	0.0	90.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
42	S	7.44	0.0	5.53	50.0	86.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00042	0.00075	----	----	----	----	----	
0.00									
2	S	0.00060	0.00056	----	----	----	----	----	
0.00									
3	S	0.00077	0.00038	----	----	----	----	----	
0.00									
4	S	0.00057	0.00055	----	----	----	----	----	
0.00									
5	S	0.00059	0.00052	----	----	----	----	----	
0.00									
6	S	0.00062	0.00048	----	----	----	----	----	
0.00									
7	S	0.00055	0.00054	----	----	----	----	----	
0.00									
8	S	0.00057	0.00051	----	----	----	----	----	
0.00									
9	S	0.00060	0.00048	----	----	----	----	----	
0.00									
10	S	0.00050	0.00055	----	----	----	----	----	
0.00									
11	S	0.00059	0.00047	----	----	----	----	----	
0.00									
12	S	0.00067	0.00038	----	----	----	----	----	
0.00									
13	S	0.00056	0.00054	----	----	----	----	----	
0.00									
14	S	0.00057	0.00052	----	----	----	----	----	
0.00									
15	S	0.00058	0.00050	----	----	----	----	----	
0.00									
16	S	0.00048	0.00054	----	----	----	----	----	



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

0.00										
17	S	0.00056	0.00045	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
18	S	0.00064	0.00036	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
19	S	0.00055	0.00019	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
20	S	0.00039	0.00034	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
21	S	0.00022	0.00050	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
22	S	0.00066	0.00035	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
23	S	0.00050	0.00051	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
24	S	0.00033	0.00067	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
25	S	0.00051	0.00053	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
26	S	0.00048	0.00055	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
27	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
28	S	0.00056	0.00056	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
29	S	0.00052	0.00059	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
30	S	0.00049	0.00062	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
31	S	0.00055	0.00048	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
32	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
33	S	0.00035	0.00067	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
34	S	0.00053	0.00055	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
35	S	0.00051	0.00056	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
36	S	0.00049	0.00057	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
37	S	0.00054	0.00048	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
38	S	0.00045	0.00056	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
39	S	0.00037	0.00064	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
40	S	0.00033	0.00066	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
41	S	0.00044	0.00054	----	----	----	----	----	----	----
0.00										
42	S	0.00056	0.00041	----	----	----	----	----	----	----
0.00										

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb Ver Sc max Yc max Sc min Yc min Ss min Ys min Dw Eff. Ac Eff. As Eff. D barre



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

1	S	9.96	50.0	5.58	0.0	91.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
2	S	7.94	0.0	7.51	50.0	113.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0
3	S	10.29	0.0	5.06	50.0	85.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
4	S	7.57	0.0	7.31	50.0	110.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
5	S	7.92	0.0	6.88	50.0	105.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
6	S	8.28	0.0	6.45	50.0	100.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
7	S	7.28	0.0	7.17	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
8	S	7.61	0.0	6.76	50.0	103.0	6.0	0.0	0	0.0	0.0
9	S	7.94	0.0	6.36	50.0	98.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
10	S	7.40	50.0	6.72	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
11	S	7.83	0.0	6.21	50.0	96.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
12	S	8.94	0.0	5.03	50.0	82.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
13	S	7.44	0.0	7.14	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
14	S	7.61	0.0	6.90	50.0	104.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
15	S	7.78	0.0	6.65	50.0	101.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
16	S	7.18	50.0	6.34	0.0	96.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
17	S	7.42	0.0	6.02	50.0	92.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
18	S	8.51	0.0	4.86	50.0	79.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
19	S	7.31	0.0	2.48	50.0	45.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
20	S	5.14	0.0	4.57	50.0	69.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
21	S	6.66	50.0	2.96	0.0	51.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
22	S	8.83	0.0	4.67	50.0	77.6	6.0	0.0	0	0.0	0.0
23	S	6.78	50.0	6.62	0.0	99.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
24	S	8.89	50.0	4.42	0.0	74.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
25	S	7.03	50.0	6.77	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
26	S	7.37	50.0	6.36	0.0	97.2	44.0	0.0	0	0.0	0.0
27	S	7.70	50.0	5.95	0.0	92.4	44.0	0.0	0	0.0	0.0
28	S	7.49	50.0	7.43	0.0	111.5	44.0	0.0	0	0.0	0.0
29	S	7.88	50.0	6.96	0.0	106.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
30	S	8.27	50.0	6.50	0.0	100.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
31	S	7.31	0.0	6.46	50.0	98.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
32	S	7.71	50.0	5.99	0.0	93.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
33	S	8.96	50.0	4.67	0.0	77.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
34	S	7.31	50.0	7.02	0.0	105.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
35	S	7.48	50.0	6.78	0.0	102.9	44.0	0.0	0	0.0	0.0
36	S	7.65	50.0	6.54	0.0	100.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
37	S	7.20	0.0	6.36	50.0	96.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
38	S	7.45	50.0	6.04	0.0	93.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
39	S	8.54	50.0	4.88	0.0	79.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
40	S	8.79	50.0	4.36	0.0	73.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
41	S	7.16	50.0	5.90	0.0	90.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
42	S	7.44	0.0	5.53	50.0	86.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00042	0.00075	----	----	----	----	----	
0.00									
2	S	0.00060	0.00056	----	----	----	----	----	
0.00									
3	S	0.00077	0.00038	----	----	----	----	----	
0.00									
4	S	0.00057	0.00055	----	----	----	----	----	
0.00									
5	S	0.00059	0.00052	----	----	----	----	----	
0.00									
6	S	0.00062	0.00048	----	----	----	----	----	



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

0.00									
7	S	0.00055	0.00054	----	----	----	----	----	----
0.00									
8	S	0.00057	0.00051	----	----	----	----	----	----
0.00									
9	S	0.00060	0.00048	----	----	----	----	----	----
0.00									
10	S	0.00050	0.00055	----	----	----	----	----	----
0.00									
11	S	0.00059	0.00047	----	----	----	----	----	----
0.00									
12	S	0.00067	0.00038	----	----	----	----	----	----
0.00									
13	S	0.00056	0.00054	----	----	----	----	----	----
0.00									
14	S	0.00057	0.00052	----	----	----	----	----	----
0.00									
15	S	0.00058	0.00050	----	----	----	----	----	----
0.00									
16	S	0.00048	0.00054	----	----	----	----	----	----
0.00									
17	S	0.00056	0.00045	----	----	----	----	----	----
0.00									
18	S	0.00064	0.00036	----	----	----	----	----	----
0.00									
19	S	0.00055	0.00019	----	----	----	----	----	----
0.00									
20	S	0.00039	0.00034	----	----	----	----	----	----
0.00									
21	S	0.00022	0.00050	----	----	----	----	----	----
0.00									
22	S	0.00066	0.00035	----	----	----	----	----	----
0.00									
23	S	0.00050	0.00051	----	----	----	----	----	----
0.00									
24	S	0.00033	0.00067	----	----	----	----	----	----
0.00									
25	S	0.00051	0.00053	----	----	----	----	----	----
0.00									
26	S	0.00048	0.00055	----	----	----	----	----	----
0.00									
27	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----
0.00									
28	S	0.00056	0.00056	----	----	----	----	----	----
0.00									
29	S	0.00052	0.00059	----	----	----	----	----	----
0.00									
30	S	0.00049	0.00062	----	----	----	----	----	----
0.00									
31	S	0.00055	0.00048	----	----	----	----	----	----
0.00									
32	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----
0.00									
33	S	0.00035	0.00067	----	----	----	----	----	----
0.00									
34	S	0.00053	0.00055	----	----	----	----	----	----
0.00									
35	S	0.00051	0.00056	----	----	----	----	----	----



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

0.00										
36	S	0.00049	0.00057	----	----			----	----	----
0.00										
37	S	0.00054	0.00048	----	----			----	----	----
0.00										
38	S	0.00045	0.00056	----	----			----	----	----
0.00										
39	S	0.00037	0.00064	----	----			----	----	----
0.00										
40	S	0.00033	0.00066	----	----			----	----	----
0.00										
41	S	0.00044	0.00054	----	----			----	----	----
0.00										
42	S	0.00056	0.00041	----	----			----	----	----
0.00										

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.96	50.0	5.58	0.0	91.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
2	S	7.94	0.0	7.51	50.0	113.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0
3	S	10.29	0.0	5.06	50.0	85.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
4	S	7.57	0.0	7.31	50.0	110.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
5	S	7.92	0.0	6.88	50.0	105.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
6	S	8.28	0.0	6.45	50.0	100.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
7	S	7.28	0.0	7.17	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
8	S	7.61	0.0	6.76	50.0	103.0	6.0	0.0	0	0.0	0.0
9	S	7.94	0.0	6.36	50.0	98.3	6.0	0.0	0	0.0	0.0
10	S	7.40	50.0	6.72	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
11	S	7.83	0.0	6.21	50.0	96.1	6.0	0.0	0	0.0	0.0
12	S	8.94	0.0	5.03	50.0	82.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
13	S	7.44	0.0	7.14	50.0	107.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
14	S	7.61	0.0	6.90	50.0	104.7	6.0	0.0	0	0.0	0.0
15	S	7.78	0.0	6.65	50.0	101.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
16	S	7.18	50.0	6.34	0.0	96.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
17	S	7.42	0.0	6.02	50.0	92.8	6.0	0.0	0	0.0	0.0
18	S	8.51	0.0	4.86	50.0	79.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
19	S	7.31	0.0	2.48	50.0	45.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
20	S	5.14	0.0	4.57	50.0	69.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
21	S	6.66	50.0	2.96	0.0	51.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
22	S	8.83	0.0	4.67	50.0	77.6	6.0	0.0	0	0.0	0.0
23	S	6.78	50.0	6.62	0.0	99.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
24	S	8.89	50.0	4.42	0.0	74.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
25	S	7.03	50.0	6.77	0.0	102.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
26	S	7.37	50.0	6.36	0.0	97.2	44.0	0.0	0	0.0	0.0
27	S	7.70	50.0	5.95	0.0	92.4	44.0	0.0	0	0.0	0.0
28	S	7.49	50.0	7.43	0.0	111.5	44.0	0.0	0	0.0	0.0
29	S	7.88	50.0	6.96	0.0	106.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0
30	S	8.27	50.0	6.50	0.0	100.6	44.0	0.0	0	0.0	0.0
31	S	7.31	0.0	6.46	50.0	98.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
32	S	7.71	50.0	5.99	0.0	93.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
33	S	8.96	50.0	4.67	0.0	77.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
34	S	7.31	50.0	7.02	0.0	105.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
35	S	7.48	50.0	6.78	0.0	102.9	44.0	0.0	0	0.0	0.0
36	S	7.65	50.0	6.54	0.0	100.0	44.0	0.0	0	0.0	0.0
37	S	7.20	0.0	6.36	50.0	96.9	6.0	0.0	0	0.0	0.0
38	S	7.45	50.0	6.04	0.0	93.1	44.0	0.0	0	0.0	0.0



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

39	S	8.54	50.0	4.88	0.0	79.7	44.0	0.0	0	0.0	0.0
40	S	8.79	50.0	4.36	0.0	73.3	44.0	0.0	0	0.0	0.0
41	S	7.16	50.0	5.90	0.0	90.8	44.0	0.0	0	0.0	0.0
42	S	7.44	0.0	5.53	50.0	86.4	6.0	0.0	0	0.0	0.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00042	0.00075	----	----	----	----	----	
0.00									
2	S	0.00060	0.00056	----	----	----	----	----	
0.00									
3	S	0.00077	0.00038	----	----	----	----	----	
0.00									
4	S	0.00057	0.00055	----	----	----	----	----	
0.00									
5	S	0.00059	0.00052	----	----	----	----	----	
0.00									
6	S	0.00062	0.00048	----	----	----	----	----	
0.00									
7	S	0.00055	0.00054	----	----	----	----	----	
0.00									
8	S	0.00057	0.00051	----	----	----	----	----	
0.00									
9	S	0.00060	0.00048	----	----	----	----	----	
0.00									
10	S	0.00050	0.00055	----	----	----	----	----	
0.00									
11	S	0.00059	0.00047	----	----	----	----	----	
0.00									
12	S	0.00067	0.00038	----	----	----	----	----	
0.00									
13	S	0.00056	0.00054	----	----	----	----	----	
0.00									
14	S	0.00057	0.00052	----	----	----	----	----	
0.00									
15	S	0.00058	0.00050	----	----	----	----	----	
0.00									
16	S	0.00048	0.00054	----	----	----	----	----	
0.00									
17	S	0.00056	0.00045	----	----	----	----	----	
0.00									
18	S	0.00064	0.00036	----	----	----	----	----	
0.00									
19	S	0.00055	0.00019	----	----	----	----	----	
0.00									
20	S	0.00039	0.00034	----	----	----	----	----	
0.00									
21	S	0.00022	0.00050	----	----	----	----	----	
0.00									
22	S	0.00066	0.00035	----	----	----	----	----	
0.00									
23	S	0.00050	0.00051	----	----	----	----	----	
0.00									
24	S	0.00033	0.00067	----	----	----	----	----	
0.00									
25	S	0.00051	0.00053	----	----	----	----	----	



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

0.00									
26	S	0.00048	0.00055	----	----	----	----	----	----
0.00									
27	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----
0.00									
28	S	0.00056	0.00056	----	----	----	----	----	----
0.00									
29	S	0.00052	0.00059	----	----	----	----	----	----
0.00									
30	S	0.00049	0.00062	----	----	----	----	----	----
0.00									
31	S	0.00055	0.00048	----	----	----	----	----	----
0.00									
32	S	0.00045	0.00058	----	----	----	----	----	----
0.00									
33	S	0.00035	0.00067	----	----	----	----	----	----
0.00									
34	S	0.00053	0.00055	----	----	----	----	----	----
0.00									
35	S	0.00051	0.00056	----	----	----	----	----	----
0.00									
36	S	0.00049	0.00057	----	----	----	----	----	----
0.00									
37	S	0.00054	0.00048	----	----	----	----	----	----
0.00									
38	S	0.00045	0.00056	----	----	----	----	----	----
0.00									
39	S	0.00037	0.00064	----	----	----	----	----	----
0.00									
40	S	0.00033	0.00066	----	----	----	----	----	----
0.00									
41	S	0.00044	0.00054	----	----	----	----	----	----
0.00									
42	S	0.00056	0.00041	----	----	----	----	----	----
0.00									

### 14.3 Tabulati di verifica setti 350x70cm

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

EC2/EC8

Pilastro rettangolare ad armatura simmetrica

A Sforzo Norm. costante

Poco aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta v1*fcd:	8.50 MPa (6.9)EC2
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Coeff. K3 Ap.fess. :	0.0000	§C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
Coeff. K4 Ap.fess. :	0.0000	§C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
Coeff. K3 Ap.fess. :	0.0000	§C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
Coeff. K4 Ap.fess. :	0.0000	§C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2

<b>ACCIAIO -</b>	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	350.0	cm
Altezza:	70.0	cm
N°totale barre:	58	
Diametro barre:	26	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-168.0	-28.0
2	-168.0	28.0
3	168.0	28.0
4	168.0	-28.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	22	26
2	2	3	22	26
3	1	2	5	26
4	4	3	5	26

#### ARMATURE A TAGLIO



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Diametro staffe: 20 mm  
Passo staffe: 14.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione  
Vx Taglio [kN] in direzione parallela all'asse x baric. della sezione

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	29842.42	-1320.79	2261.42	-777.61	339.97
2	29699.71	72.90	1652.10	-777.61	339.97
3	29557.00	1466.59	1042.77	-777.61	339.97
4	28207.52	-1790.30	1260.30	-936.59	28.59
5	28064.81	-111.68	1209.05	-936.59	28.59
6	27922.10	1566.95	1157.80	-936.59	28.59
7	27992.55	-2197.40	-23.78	-1178.80	-290.12
8	27849.84	-84.66	496.19	-1178.80	-290.12
9	27707.13	2028.07	1016.16	-1178.80	-290.12
10	28464.05	-1893.66	-139.24	-961.03	143.89
11	28321.34	-171.22	-397.13	-961.03	143.89
12	28178.63	1551.22	-655.02	-961.03	143.89
13	27058.27	-1616.99	-1653.38	-869.59	-233.77
14	26915.56	-58.44	-1234.41	-869.59	-233.77
15	26772.85	1500.11	-815.43	-869.59	-233.77
16	27874.84	1377.36	2345.95	791.82	372.02
17	27732.13	-41.80	1679.20	791.82	372.02
18	27589.42	-1460.96	1012.44	791.82	372.02
19	29105.63	1808.96	1235.16	950.77	12.68
20	28962.92	104.91	1212.43	950.77	12.68
21	28820.21	-1599.14	1189.70	950.77	12.68
22	27474.37	2270.75	386.93	1211.46	-183.95
23	27331.66	99.48	716.61	1211.46	-183.95
24	27188.95	-2071.79	1046.30	1211.46	-183.95
25	28096.96	1971.08	-477.33	986.18	82.10
26	27954.25	203.57	-624.47	986.18	82.10
27	27811.54	-1563.95	-771.62	986.18	82.10
28	27146.02	1636.24	-1899.53	873.68	-276.06
29	27003.31	70.35	-1404.75	873.68	-276.06
30	26860.60	-1495.53	-909.97	873.68	-276.06

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	22148.36	-1073.46	1966.48
2	22038.58	19.56	1426.01
3	21928.81	1112.59	885.54



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

4	21224.81	-1452.83	963.13
5	21115.03	-125.23	945.63
6	21005.25	1202.37	928.14
7	21108.43	-1772.01	-59.84
8	20998.65	-101.27	359.11
9	20888.87	1569.47	778.06
10	21432.12	-1540.07	-127.65
11	21322.34	-169.67	-332.89
12	21212.56	1200.73	-538.12
13	20126.30	-1305.85	-1457.78
14	20016.52	-80.31	-1073.89
15	19906.74	1145.23	-689.99
16	20709.79	1115.50	2041.22
17	20600.01	3.26	1453.83
18	20490.23	-1108.98	866.44
19	21883.72	1467.76	956.24
20	21773.94	120.74	956.25
21	21664.16	-1226.28	956.26
22	20679.89	1829.65	246.35
23	20570.11	113.17	523.95
24	20460.33	-1603.31	801.55
25	21115.21	1600.42	-377.80
26	21005.43	194.94	-500.83
27	20895.65	-1210.54	-623.86
28	20183.46	1321.93	-1656.15
29	20073.69	89.71	-1209.95
30	19963.91	-1142.50	-763.75

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	22148.36	-1073.46	1966.48
2	22038.58	19.56	1426.01
3	21928.81	1112.59	885.54
4	21224.81	-1452.83	963.13
5	21115.03	-125.23	945.63
6	21005.25	1202.37	928.14
7	21108.43	-1772.01	-59.84
8	20998.65	-101.27	359.11
9	20888.87	1569.47	778.06
10	21432.12	-1540.07	-127.65
11	21322.34	-169.67	-332.89
12	21212.56	1200.73	-538.12
13	20126.30	-1305.85	-1457.78
14	20016.52	-80.31	-1073.89
15	19906.74	1145.23	-689.99
16	20709.79	1115.50	2041.22
17	20600.01	3.26	1453.83
18	20490.23	-1108.98	866.44
19	21883.72	1467.76	956.24
20	21773.94	120.74	956.25



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

21	21664.16	-1226.28	956.26
22	20679.89	1829.65	246.35
23	20570.11	113.17	523.95
24	20460.33	-1603.31	801.55
25	21115.21	1600.42	-377.80
26	21005.43	194.94	-500.83
27	20895.65	-1210.54	-623.86
28	20183.46	1321.93	-1656.15
29	20073.69	89.71	-1209.95
30	19963.91	-1142.50	-763.75

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	22148.36	-1073.46	1966.48
2	22038.58	19.56	1426.01
3	21928.81	1112.59	885.54
4	21224.81	-1452.83	963.13
5	21115.03	-125.23	945.63
6	21005.25	1202.37	928.14
7	21108.43	-1772.01	-59.84
8	20998.65	-101.27	359.11
9	20888.87	1569.47	778.06
10	21432.12	-1540.07	-127.65
11	21322.34	-169.67	-332.89
12	21212.56	1200.73	-538.12
13	20126.30	-1305.85	-1457.78
14	20016.52	-80.31	-1073.89
15	19906.74	1145.23	-689.99
16	20709.79	1115.50	2041.22
17	20600.01	3.26	1453.83
18	20490.23	-1108.98	866.44
19	21883.72	1467.76	956.24
20	21773.94	120.74	956.25
21	21664.16	-1226.28	956.26
22	20679.89	1829.65	246.35
23	20570.11	113.17	523.95
24	20460.33	-1603.31	801.55
25	21115.21	1600.42	-377.80
26	21005.43	194.94	-500.83
27	20895.65	-1210.54	-623.86
28	20183.46	1321.93	-1656.15
29	20073.69	89.71	-1209.95
30	19963.91	-1142.50	-763.75

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.7 cm





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

22	S	27474.37	2270.75	386.93	27474.39	5575.75	939.67	2.45
307.9(73.5)								
23	S	27331.66	99.48	716.61	27331.66	2792.99	19450.89	27.16
307.9(73.5)								
24	S	27188.95	-2071.79	1046.30	27189.14	-5503.92	2762.69	2.65
307.9(73.5)								
25	S	28096.96	1971.08	-477.33	28097.24	5476.12	-1338.66	2.78
307.9(73.5)								
26	S	27954.25	203.57	-624.47	27954.14	4157.98	-12782.30	20.46
307.9(73.5)								
27	S	27811.54	-1563.95	-771.62	27811.36	-5433.84	-2678.39	3.47
307.9(73.5)								
28	S	27146.02	1636.24	-1899.53	27145.85	5226.99	-6102.41	3.20
307.9(73.5)								
29	S	27003.31	70.35	-1404.75	27003.07	1114.22	-24678.41	17.56
307.9(73.5)								
30	S	26860.60	-1495.53	-909.97	26860.48	-5499.10	-3374.61	3.69
307.9(73.5)								

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	175.0	-35.0	0.00313	168.0	-28.0	-0.00112	-168.0	28.0
2	0.00350	175.0	35.0	0.00332	168.0	28.0	-0.00126	-168.0	-28.0
3	0.00350	175.0	35.0	0.00308	168.0	28.0	-0.00095	-168.0	-28.0
4	0.00350	175.0	-35.0	0.00306	168.0	-28.0	-0.00109	-168.0	28.0
5	0.00350	175.0	-35.0	0.00326	168.0	-28.0	-0.00147	-168.0	28.0
6	0.00350	175.0	35.0	0.00306	168.0	28.0	-0.00114	-168.0	-28.0
7	0.00350	-175.0	-35.0	0.00301	-168.0	-28.0	-0.00090	168.0	28.0
8	0.00350	175.0	-35.0	0.00321	168.0	-28.0	-0.00148	-168.0	28.0
9	0.00350	175.0	35.0	0.00305	168.0	28.0	-0.00110	-168.0	-28.0
10	0.00350	-175.0	-35.0	0.00302	-168.0	-28.0	-0.00086	168.0	28.0
11	0.00350	-175.0	-35.0	0.00314	-168.0	-28.0	-0.00133	168.0	28.0
12	0.00350	-175.0	35.0	0.00305	-168.0	28.0	-0.00102	168.0	-28.0
13	0.00350	-175.0	-35.0	0.00307	-168.0	-28.0	-0.00130	168.0	28.0
14	0.00350	-175.0	-35.0	0.00331	-168.0	-28.0	-0.00158	168.0	28.0
15	0.00350	-175.0	35.0	0.00304	-168.0	28.0	-0.00122	168.0	-28.0
16	0.00350	175.0	35.0	0.00311	168.0	28.0	-0.00132	-168.0	-28.0
17	0.00350	175.0	-35.0	0.00335	168.0	-28.0	-0.00145	-168.0	28.0
18	0.00350	175.0	-35.0	0.00306	168.0	-28.0	-0.00116	-168.0	28.0
19	0.00350	175.0	35.0	0.00307	168.0	28.0	-0.00099	-168.0	-28.0
20	0.00350	175.0	35.0	0.00327	168.0	28.0	-0.00137	-168.0	-28.0
21	0.00350	175.0	-35.0	0.00307	168.0	-28.0	-0.00104	-168.0	28.0
22	0.00350	175.0	35.0	0.00302	168.0	28.0	-0.00101	-168.0	-28.0
23	0.00350	175.0	35.0	0.00322	168.0	28.0	-0.00154	-168.0	-28.0
24	0.00350	175.0	-35.0	0.00304	168.0	-28.0	-0.00116	-168.0	28.0
25	0.00350	-175.0	35.0	0.00303	-168.0	28.0	-0.00097	168.0	-28.0





CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	805.32	4147.49	1803.22	62.9 41.1	344.5	2.500	1.000	20.0	44.9(0.0)
2	S	403.80	3735.16	2262.52	79.0 51.5	247.3	2.500	1.000	8.0	44.9(0.0)
3	S	763.36	4265.91	1829.02	62.9 41.7	349.4	2.500	1.000	18.7	44.9(0.0)
4	S	936.98	4344.96	1862.67	62.9 42.4	349.4	2.500	1.000	22.6	44.9(0.0)
5	S	880.66	3955.29	1932.93	66.5 44.0	306.5	2.500	1.000	20.4	44.9(0.0)
6	S	934.49	4358.40	1868.83	62.9 42.6	349.3	2.500	1.000	22.4	44.9(0.0)
7	S	1179.02	4402.92	1884.03	63.0 42.9	350.1	2.500	1.000	28.1	44.9(0.0)
8	S	1074.17	3978.80	1847.31	64.0 42.1	322.6	2.500	1.000	26.1	44.9(0.0)
9	S	1186.83	4386.37	1878.15	62.9 42.8	349.8	2.500	1.000	28.4	44.9(0.0)
10	S	960.44	4374.05	1870.48	63.0 42.6	350.3	2.500	1.000	23.0	44.9(0.0)
11	S	937.36	4152.49	1828.04	63.0 41.6	340.3	2.500	1.000	23.0	44.9(0.0)
12	S	964.29	4365.54	1868.50	62.9 42.6	350.0	2.500	1.000	23.2	44.9(0.0)
13	S	881.86	4390.37	1886.51	62.9 43.0	348.6	2.500	1.000	21.0	44.9(0.0)
14	S	830.45	3621.64	2343.24	79.2 53.4	231.5	2.500	1.000	15.9	44.9(0.0)
15	S	861.62	4436.54	1899.98	62.9 43.3	349.8	2.500	1.000	20.4	44.9(0.0)
16	S	822.80	4292.56	1857.82	62.9 42.3	346.1	2.500	1.000	19.9	44.9(0.0)
17	S	118.14	3778.40	3388.86	113.5 77.2	167.0	2.500	1.000	1.6	44.9(0.0)
18	S	776.20	4380.66	1877.85	62.9 42.8	349.4	2.500	1.000	18.6	44.9(0.0)
19	S	950.53	4293.47	1840.66	62.9 41.9	349.4	2.500	1.000	23.2	44.9(0.0)
20	S	871.73	3904.40	1940.11	67.6 44.2	301.4	2.500	1.000	20.2	44.9(0.0)
21	S	949.37	4306.36	1846.65	62.9 42.1	349.3	2.500	1.000	23.1	44.9(0.0)
22	S	1209.59	4420.19	1889.68	62.9 43.0	350.4	2.500	1.000	28.7	44.9(0.0)
23	S	1116.29	4000.56	1879.42	64.5 42.8	318.8	2.500	1.000	26.7	44.9(0.0)
24	S	1216.36	4415.49	1890.56	62.9 43.1	349.8	2.500	1.000	28.9	44.9(0.0)
25	S	984.91	4379.12	1873.76	62.9 42.7	350.1	2.500	1.000	23.6	44.9(0.0)
26	S	963.68	4092.75	1827.29	63.1 41.6	335.5	2.500	1.000	23.7	44.9(0.0)
27	S	988.14	4381.05	1875.77	62.9 42.7	349.8	2.500	1.000	23.6	44.9(0.0)
28	S	890.20	4374.30	1882.49	62.9 42.9	348.1	2.500	1.000	21.2	44.9(0.0)
29	S	860.47	3617.94	2333.85	79.1 53.2	232.2	2.500	1.000	16.5	44.9(0.0)
30	S	863.15	4425.28	1898.03	62.9 43.2	349.2	2.500	1.000	20.4	44.9(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.57	175.0	-35.0	63.9	-168.0	28.0	----	----
2	S	8.42	175.0	35.0	101.4	-168.0	-28.0	----	----
3	S	10.99	175.0	35.0	70.2	-168.0	-28.0	----	----
4	S	11.70	175.0	-35.0	55.1	-168.0	28.0	----	----
5	S	8.12	175.0	-35.0	97.1	-168.0	28.0	----	----
6	S	10.94	175.0	35.0	62.3	-168.0	-28.0	----	----
7	S	12.00	-175.0	-35.0	51.6	168.0	28.0	----	----



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

8	S	7.68	175.0	-35.0	102.0	-168.0	28.0	---	---
9	S	11.79	175.0	35.0	51.1	-168.0	-28.0	---	---
10	S	11.53	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---
11	S	7.96	-175.0	-35.0	101.7	168.0	28.0	---	---
12	S	10.79	-175.0	35.0	66.5	168.0	-28.0	---	---
13	S	11.21	-175.0	-35.0	50.1	168.0	28.0	---	---
14	S	7.69	-175.0	-35.0	91.9	168.0	28.0	---	---
15	S	10.27	-175.0	35.0	60.4	168.0	-28.0	---	---
16	S	11.23	175.0	35.0	54.5	-168.0	-28.0	---	---
17	S	7.90	175.0	35.0	94.3	-168.0	-28.0	---	---
18	S	10.48	175.0	-35.0	63.1	-168.0	28.0	---	---
19	S	11.96	175.0	35.0	58.1	-168.0	-28.0	---	---
20	S	8.34	175.0	35.0	100.6	-168.0	-28.0	---	---
21	S	11.24	175.0	-35.0	64.7	-168.0	28.0	---	---
22	S	12.11	175.0	35.0	46.1	-168.0	-28.0	---	---
23	S	7.66	175.0	35.0	98.1	-168.0	-28.0	---	---
24	S	11.75	175.0	-35.0	47.7	-168.0	28.0	---	---
25	S	11.73	-175.0	35.0	54.6	168.0	-28.0	---	---
26	S	8.01	-175.0	35.0	97.9	168.0	-28.0	---	---
27	S	10.75	-175.0	-35.0	63.9	168.0	28.0	---	---
28	S	11.38	-175.0	35.0	48.3	168.0	-28.0	---	---
29	S	7.81	-175.0	35.0	90.8	168.0	-28.0	---	---
30	S	10.33	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_c$ eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 $S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
22	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
29	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
30	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.57	175.0	-35.0	63.9	-168.0	28.0	---	---
2	S	8.42	175.0	35.0	101.4	-168.0	-28.0	---	---
3	S	10.99	175.0	35.0	70.2	-168.0	-28.0	---	---
4	S	11.70	175.0	-35.0	55.1	-168.0	28.0	---	---
5	S	8.12	175.0	-35.0	97.1	-168.0	28.0	---	---
6	S	10.94	175.0	35.0	62.3	-168.0	-28.0	---	---
7	S	12.00	-175.0	-35.0	51.6	168.0	28.0	---	---
8	S	7.68	175.0	-35.0	102.0	-168.0	28.0	---	---
9	S	11.79	175.0	35.0	51.1	-168.0	-28.0	---	---
10	S	11.53	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---
11	S	7.96	-175.0	-35.0	101.7	168.0	28.0	---	---
12	S	10.79	-175.0	35.0	66.5	168.0	-28.0	---	---
13	S	11.21	-175.0	-35.0	50.1	168.0	28.0	---	---
14	S	7.69	-175.0	-35.0	91.9	168.0	28.0	---	---
15	S	10.27	-175.0	35.0	60.4	168.0	-28.0	---	---
16	S	11.23	175.0	35.0	54.5	-168.0	-28.0	---	---
17	S	7.90	175.0	35.0	94.3	-168.0	-28.0	---	---
18	S	10.48	175.0	-35.0	63.1	-168.0	28.0	---	---
19	S	11.96	175.0	35.0	58.1	-168.0	-28.0	---	---
20	S	8.34	175.0	35.0	100.6	-168.0	-28.0	---	---
21	S	11.24	175.0	-35.0	64.7	-168.0	28.0	---	---
22	S	12.11	175.0	35.0	46.1	-168.0	-28.0	---	---
23	S	7.66	175.0	35.0	98.1	-168.0	-28.0	---	---
24	S	11.75	175.0	-35.0	47.7	-168.0	28.0	---	---
25	S	11.73	-175.0	35.0	54.6	168.0	-28.0	---	---
26	S	8.01	-175.0	35.0	97.9	168.0	-28.0	---	---
27	S	10.75	-175.0	-35.0	63.9	168.0	28.0	---	---
28	S	11.38	-175.0	35.0	48.3	168.0	-28.0	---	---
29	S	7.81	-175.0	35.0	90.8	168.0	-28.0	---	---
30	S	10.33	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
21	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
22	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
24	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
28	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
29	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
30	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.57	175.0	-35.0	63.9	-168.0	28.0	---	---
2	S	8.42	175.0	35.0	101.4	-168.0	-28.0	---	---
3	S	10.99	175.0	35.0	70.2	-168.0	-28.0	---	---
4	S	11.70	175.0	-35.0	55.1	-168.0	28.0	---	---
5	S	8.12	175.0	-35.0	97.1	-168.0	28.0	---	---
6	S	10.94	175.0	35.0	62.3	-168.0	-28.0	---	---
7	S	12.00	-175.0	-35.0	51.6	168.0	28.0	---	---
8	S	7.68	175.0	-35.0	102.0	-168.0	28.0	---	---
9	S	11.79	175.0	35.0	51.1	-168.0	-28.0	---	---
10	S	11.53	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---
11	S	7.96	-175.0	-35.0	101.7	168.0	28.0	---	---
12	S	10.79	-175.0	35.0	66.5	168.0	-28.0	---	---
13	S	11.21	-175.0	-35.0	50.1	168.0	28.0	---	---
14	S	7.69	-175.0	-35.0	91.9	168.0	28.0	---	---
15	S	10.27	-175.0	35.0	60.4	168.0	-28.0	---	---
16	S	11.23	175.0	35.0	54.5	-168.0	-28.0	---	---
17	S	7.90	175.0	35.0	94.3	-168.0	-28.0	---	---
18	S	10.48	175.0	-35.0	63.1	-168.0	28.0	---	---
19	S	11.96	175.0	35.0	58.1	-168.0	-28.0	---	---
20	S	8.34	175.0	35.0	100.6	-168.0	-28.0	---	---
21	S	11.24	175.0	-35.0	64.7	-168.0	28.0	---	---
22	S	12.11	175.0	35.0	46.1	-168.0	-28.0	---	---
23	S	7.66	175.0	35.0	98.1	-168.0	-28.0	---	---
24	S	11.75	175.0	-35.0	47.7	-168.0	28.0	---	---
25	S	11.73	-175.0	35.0	54.6	168.0	-28.0	---	---



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

26	S	8.01	-175.0	35.0	97.9	168.0	-28.0	---	---
27	S	10.75	-175.0	-35.0	63.9	168.0	28.0	---	---
28	S	11.38	-175.0	35.0	48.3	168.0	-28.0	---	---
29	S	7.81	-175.0	35.0	90.8	168.0	-28.0	---	---
30	S	10.33	-175.0	-35.0	60.1	168.0	28.0	---	---

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
21	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
22	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
24	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
28	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
29	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
30	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

**VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)**

N°Comb.	Numero della combinazione SLE
Tipo Comb.	Frequente o Quasi Permanente
Dom.	Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)
k	Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]
kc	Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]
Act	Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]
Ned	Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]
Sc	=Ned/Act sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]
k1	Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)
Frc	Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]
As dom	Area [cm²] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.
As,min	Area [cm²] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2.

N°Comb	Tipo Comb.	Dom.	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Frc	As dom	As,min
1	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

2	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
3	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
4	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
5	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
7	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
8	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
9	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
10	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
11	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
12	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
13	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
14	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
15	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
16	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
17	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
18	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
19	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
20	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
21	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
22	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
23	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
24	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
25	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
26	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
27	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
28	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
29	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
30	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
N°Comb	Tipo Comb.	Dom.	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Frc	As dom	As,min
1	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
3	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
4	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
5	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
7	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
8	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
9	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
10	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
11	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
12	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
13	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
14	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
15	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
16	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
17	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
18	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
19	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
20	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
21	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
22	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
23	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
24	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
25	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
26	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
27	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

28	Quasi perm.	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
29	Quasi perm.	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
30	Quasi perm.	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0

#### 14.4 Tabulati di verifica setti 550x50/60cm

A titolo cautelativo verrà verificata la sezione a spessore inferiore (50cm).

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	EC2/EC8
Tipologia sezione:	Pilastro rettangolare ad armatura simmetrica
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta $v1 * fcd$ :	8.50 MPa (6.9)EC2
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Coeff. K3 Ap.fess. :	0.0000 §C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. K4 Ap.fess. :	0.0000 §C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
	Coeff. K3 Ap.fess. :	0.0000 §C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. K4 Ap.fess. :	0.0000 §C4.1.2.2.4.5 NTC / § 7.3.4(3) EC2

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta1 * \beta2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta1 * \beta2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	550.0	cm
Altezza:	50.0	cm
N°totale barre:	66	
Diametro barre:	26	mm

**CITTA' DI TORINO****Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Copriferro (dal baric.barre): 7.0 cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-268.0	-18.0
2	-268.0	18.0
3	268.0	18.0
4	268.0	-18.0

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	28	26
2	2	3	28	26
3	1	2	3	26
4	4	3	3	26

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 20 mm  
 Passo staffe: 14.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione  
 Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione  
 Vx Taglio [kN] in direzione parallela all'asse x baric. della sezione

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	35552.68	158.12	-353.62	135.25	-93.88
2	35338.18	-166.48	-128.31	135.25	-93.88
3	35123.68	-491.08	97.00	135.25	-93.88
4	32708.80	-203.77	-462.49	-155.64	-89.60
5	32494.30	169.76	-247.44	-155.64	-89.60
6	32279.80	543.30	-32.40	-155.64	-89.60
7	36730.24	-2372.53	-1027.45	-1089.54	-94.49
8	36505.98	-419.78	-858.11	-1089.54	-94.49
9	36281.72	1532.98	-688.76	-1089.54	-94.49
10	33979.28	2579.28	-1096.17	1144.21	-74.74
11	33755.02	528.54	-962.22	1144.21	-74.74
12	33530.76	-1522.20	-828.26	1144.21	-74.74

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	26820.15	105.35	-300.32
2	26655.15	-106.85	-135.92
3	26490.15	-319.05	28.47
4	24693.37	-139.36	-385.83
5	24528.37	109.23	-231.17
6	24363.37	357.83	-76.52
7	27681.62	-1953.04	-770.16
8	27509.11	-386.62	-660.03
9	27336.60	1179.81	-549.90
10	25624.93	2108.33	-830.08
11	25452.43	468.38	-744.20
12	25279.92	-1171.58	-658.32

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	26820.15	105.35	-300.32
2	26655.15	-106.85	-135.92
3	26490.15	-319.05	28.47
4	24693.37	-139.36	-385.83
5	24528.37	109.23	-231.17
6	24363.37	357.83	-76.52
7	27681.62	-1953.04	-770.16
8	27509.11	-386.62	-660.03
9	27336.60	1179.81	-549.90
10	25624.93	2108.33	-830.08
11	25452.43	468.38	-744.20
12	25279.92	-1171.58	-658.32

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	26820.15	105.35	-300.32
2	26655.15	-106.85	-135.92
3	26490.15	-319.05	28.47
4	24693.37	-139.36	-385.83
5	24528.37	109.23	-231.17
6	24363.37	357.83	-76.52



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

7	25000.00	-1600.00	-770.16
8	27509.11	-386.62	-660.03
9	27336.60	1179.81	-549.90
10	25624.93	1500.00	-830.08
11	25452.43	468.38	-744.20
12	25279.92	-1171.58	-658.32

**RISULTATI DEL CALCOLO****Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.7	cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	35552.68	158.12	-353.62	35552.88	3726.23	-8348.21	23.60	
350.4(90.9)									
2	S	35338.18	-166.48	-128.31	35338.26	-3898.44	-3033.83	23.50	
350.4(90.3)									
3	S	35123.68	-491.08	97.00	35123.54	-3969.26	784.62	8.08	
350.4(89.8)									
4	S	32708.80	-203.77	-462.49	32708.94	-3962.68	-8961.87	19.39	
350.4(83.6)									
5	S	32494.30	169.76	-247.44	32494.17	4090.43	-5930.75	24.01	
350.4(83.0)									
6	S	32279.80	543.30	-32.40	32279.94	4268.01	-258.46	7.86	
350.4(82.5)									
7	S	36730.24	-2372.53	-1027.45	36729.96	-3782.50	-1632.07	1.59	
350.4(93.9)									
8	S	36505.98	-419.78	-858.11	36506.20	-3657.67	-7493.62	8.73	
350.4(93.3)									
9	S	36281.72	1532.98	-688.76	36281.79	3828.14	-1730.12	2.50	
350.4(92.7)									
10	S	33979.28	2579.28	-1096.17	33979.09	4063.27	-1711.08	1.57	
350.4(86.8)									
11	S	33755.02	528.54	-962.22	33755.27	3936.76	-7221.11	7.49	
350.4(86.3)									
12	S	33530.76	-1522.20	-828.26	33530.88	-4092.69	-2204.52	2.68	
350.4(85.7)									

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-275.0	25.0	0.00297	-268.0	18.0	-0.00070	268.0	-18.0
2	0.00350	-275.0	-25.0	0.00291	-268.0	-18.0	-0.00051	268.0	18.0
3	0.00350	275.0	-25.0	0.00288	268.0	-18.0	-0.00042	-268.0	18.0
4	0.00350	-275.0	-25.0	0.00294	-268.0	-18.0	-0.00097	268.0	18.0
5	0.00350	-275.0	25.0	0.00290	-268.0	18.0	-0.00089	268.0	-18.0
6	0.00350	-275.0	25.0	0.00283	-268.0	18.0	-0.00067	268.0	-18.0
7	0.00350	-275.0	-25.0	0.00291	-268.0	-18.0	-0.00032	268.0	18.0
8	0.00350	-275.0	-25.0	0.00297	-268.0	-18.0	-0.00059	268.0	18.0
9	0.00350	-275.0	25.0	0.00291	-268.0	18.0	-0.00037	268.0	-18.0
10	0.00350	-275.0	25.0	0.00287	-268.0	18.0	-0.00057	268.0	-18.0
11	0.00350	-275.0	25.0	0.00294	-268.0	18.0	-0.00082	268.0	-18.0
12	0.00350	-275.0	-25.0	0.00287	-268.0	-18.0	-0.00063	268.0	18.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000001892	0.000073895	0.001132294	----	----
2	-0.000000754	-0.000083699	0.001200297	----	----
3	0.000000208	-0.000088638	0.001226756	----	----
4	-0.000002081	-0.000077665	0.000986054	----	----
5	-0.000001461	0.000083542	0.001009624	----	----
6	-0.000000054	0.000096243	0.001079158	----	----
7	-0.000000413	-0.000083731	0.001293046	----	----
8	-0.000001699	-0.000073757	0.001188890	----	----
9	-0.000000437	0.000084410	0.001269493	----	----
10	-0.000000447	0.000089055	0.001150594	----	----
11	-0.000001711	0.000078830	0.001058588	----	----
12	-0.000000567	-0.000088985	0.001119551	----	----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 20 mm  
 Passo staffe: 14.0 cm [Passo massimo di normativa = 15.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (6.9)EC2]  
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]  
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
 La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)  
 I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	137.61	4329.61	1184.13	43.0  27.0	547.7	2.500	1.000	5.2	44.9(0.0)
2	S	134.40	4398.82	1197.59	43.0  27.3	550.2	2.500	1.000	5.0	44.9(0.0)
3	S	135.47	4428.34	1205.81	43.0  27.5	550.1	2.500	1.000	5.0	44.9(0.0)
4	S	157.98	4499.22	1230.55	43.0  28.0	547.7	2.500	1.000	5.8	44.9(0.0)
5	S	154.05	4537.72	1237.81	43.0  28.2	549.1	2.500	1.000	5.6	44.9(0.0)
6	S	155.59	4597.03	1251.91	43.0  28.5	550.0	2.500	1.000	5.6	44.9(0.0)
7	S	1089.99	4326.01	1177.81	43.0  26.8	550.2	2.500	1.000	41.5	44.9(0.0)
8	S	1091.42	4277.87	1169.13	43.0  26.6	548.1	2.500	1.000	41.9	44.9(0.0)
9	S	1089.03	4352.12	1184.91	43.0  27.0	550.2	2.500	1.000	41.2	44.9(0.0)
10	S	1144.57	4488.79	1222.11	43.0  27.8	550.2	2.500	1.000	42.0	44.9(0.0)
11	S	1145.56	4451.15	1215.68	43.0  27.7	548.4	2.500	1.000	42.3	44.9(0.0)
12	S	1143.71	4511.21	1228.17	43.0  28.0	550.2	2.500	1.000	41.8	44.9(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.65	-275.0	25.0	117.5	268.0	-18.0	----	----
2	S	8.55	-275.0	-25.0	117.5	268.0	18.0	----	----
3	S	9.19	275.0	-25.0	109.4	-268.0	18.0	----	----
4	S	8.14	-275.0	-25.0	106.1	268.0	18.0	----	----
5	S	7.94	-275.0	25.0	107.2	268.0	-18.0	----	----
6	S	8.69	-275.0	25.0	98.0	268.0	-18.0	----	----
7	S	15.39	-275.0	-25.0	50.9	268.0	18.0	----	----
8	S	9.94	-275.0	-25.0	108.6	268.0	18.0	----	----
9	S	12.56	-275.0	25.0	79.0	268.0	-18.0	----	----
10	S	15.31	-275.0	25.0	35.5	268.0	-18.0	----	----
11	S	9.61	-275.0	25.0	95.7	268.0	-18.0	----	----
12	S	11.94	-275.0	-25.0	69.3	268.0	18.0	----	----

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica  
e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 =  $(e1 + e2)/(2*e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.000 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.65	-275.0	25.0	117.5	268.0	-18.0	----	----
2	S	8.55	-275.0	-25.0	117.5	268.0	18.0	----	----
3	S	9.19	275.0	-25.0	109.4	-268.0	18.0	----	----
4	S	8.14	-275.0	-25.0	106.1	268.0	18.0	----	----
5	S	7.94	-275.0	25.0	107.2	268.0	-18.0	----	----
6	S	8.69	-275.0	25.0	98.0	268.0	-18.0	----	----
7	S	15.39	-275.0	-25.0	50.9	268.0	18.0	----	----
8	S	9.94	-275.0	-25.0	108.6	268.0	18.0	----	----
9	S	12.56	-275.0	25.0	79.0	268.0	-18.0	----	----
10	S	15.31	-275.0	25.0	35.5	268.0	-18.0	----	----
11	S	9.61	-275.0	25.0	95.7	268.0	-18.0	----	----
12	S	11.94	-275.0	-25.0	69.3	268.0	18.0	----	----

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

1	S	8.65	-275.0	25.0	117.5	268.0	-18.0	---	---
2	S	8.55	-275.0	-25.0	117.5	268.0	18.0	---	---
3	S	9.19	275.0	-25.0	109.4	-268.0	18.0	---	---
4	S	8.14	-275.0	-25.0	106.1	268.0	18.0	---	---
5	S	7.94	-275.0	25.0	107.2	268.0	-18.0	---	---
6	S	8.69	-275.0	25.0	98.0	268.0	-18.0	---	---
7	S	13.36	-275.0	-25.0	51.7	268.0	18.0	---	---
8	S	9.94	-275.0	-25.0	108.6	268.0	18.0	---	---
9	S	12.56	-275.0	25.0	79.0	268.0	-18.0	---	---
10	S	13.23	-275.0	25.0	58.0	268.0	-18.0	---	---
11	S	9.61	-275.0	25.0	95.7	268.0	-18.0	---	---
12	S	11.94	-275.0	-25.0	69.3	268.0	18.0	---	---

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

#### VERIFICA ARMATURE MINIME SLE PER CONTROLLO FESSURAZIONE (§ 7.3.2 EC2)

N°Comb.	Numero della combinazione SLE
Tipo Comb.	Frequente o Quasi Permanente
Dom.	Numero e tipologia dominio di calcestruzzo assegnato (parte di sezione considerata)
k	Coeff. che tiene conto delle autotensioni [(7.1) EC2]
kc	Coeff. associato alla distribuzione degli sforzi [(7.1) EC2]
Act	Area di cls. teso (prima della fessurazione) relativo al dominio corrente [(7.1) EC2]
Ned	Sforzo normale (+ se di compressione) agente nel cls. del dominio prima della fessuraz.[kN]
Sc	=Ned/Act sforzo normale medio nel dominio di area Ac per sezioni rett. o nervature [(7.1) EC2]
k1	Coeff. associato all'effetto dello sforzo normale sulla distribuzione degli sforzi (sez. rett. o nervature)
Frc	Sforzo di trazione (valore assoluto) agente nelle eventuali solette prima della fessuraz.[kN]
As dom	Area [cm <sup>2</sup> ] delle barre long. in zona tesa effettivamente presenti nel dominio considerato.
As,min	Area [cm <sup>2</sup> ] minima delle barre long. da disporre in zona tesa nel dominio considerato in base alla (7.1) EC2.

N°Comb	Tipo Comb.	Dom.	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Frc	As dom	As,min
1	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
3	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
4	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
5	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
7	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
8	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
9	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
10	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
11	Frequente	1 ( )	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

12	Frequente	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
N°Comb	Tipo Comb.	Dom.	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Frc	As dom	As,min
1	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
3	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
4	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
5	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
7	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
8	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
9	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
10	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
11	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
12	Quasi perm.	1 ()	0.00	0.00	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

## 15. ALLEGATO I

### 15.1 Tabulati di verifica fodera sp.50cm

#### DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A. – SP.50cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x, y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	10Ø16	(20.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	16.00	12.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	8.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	8.00 (143.84)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	8.00 (143.84)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	16.00	0.27	335.21	20.950	44.6	0.12	0.70	20.1 (7.5)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	0.00027	45.0	-0.02559	5.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	12.00	213.79	45.0	100.0	0.0045	0.00

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.27	50.0	0.00	36.7	-9.8	45.0	12.3	1228	20.1	10.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= $(e1 + e3)/(2 \cdot e3)$ secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
sm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

M fess.		Momento di prima fessurazione [kNm]									
N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.	
1	S	-0.00006	0.00002	-0.00004	0.83	0.60	0.000029 (0.000029)	420	0.012 (990.00)	143.84	

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.27	50.0	0.00	36.7	-9.8	45.0	12.3	1228	20.1	10.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00006	0.00002	-0.00004	0.83	0.60	0.000029 (0.000029)	420	0.012 (0.40)	143.84

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.27	50.0	0.00	36.7	-9.8	45.0	12.3	1228	20.1	10.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00006	0.00002	-0.00004	0.83	0.40	0.000029 (0.000029)	420	0.012	

**15.2 Tabulati di verifica fodera sp.80 cm – livello 1**

**DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A. – sp.80cm**

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

Normativa di riferimento:

N.T.C.

Tipologia sezione:

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

Forma della sezione:

Rettangolare

Percorso sollecitazione:

A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali:

Poco aggressive

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità:

Comb. non sismiche

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 18.0 MPa  
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm  
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 13.5 MPa  
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.300 mm

ACCIAIO -

Tipo: B450C  
 Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.0 MPa  
 Resist. caratt. a rottura ftk: 450.0 MPa  
 Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa  
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa  
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa  
 Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza istant.  $\beta_1*\beta_2$ : 1.00  
 Coeff. Aderenza differito  $\beta_1*\beta_2$ : 0.50  
 Comb.Rare - Sf Limite: 360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 80.0 cm  
 Barre inferiori: 10Ø20 (31.4 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori: 5Ø18 (12.7 cm<sup>2</sup>)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 6.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 6.0 cm  
 Coprif.Lat. (dal baric.barre): 6.0 cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	133.00	120.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	103.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	103.00 (374.36)



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	103.00 (374.36)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 5.0 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	133.00	-0.21	865.53	6.508	72.4	0.10	0.70	31.4 (12.4)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	0.00073	74.0	-0.03067	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 d Altezza utile sezione [cm]  
 bw Larghezza minima sezione [cm]  
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Scp Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb Ver Ved Vwct d bw Ro Scp

1 S 120.00 315.19 74.0 100.0 0.0042 0.00

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.29	80.0	0.00	59.0	-48.9	74.0	15.0	1500	31.4	9.8

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e3 Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo  
K2 = (e1 + e3)/(2\*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00010	-0.00020	0.87	0.60	0.000147 (0.000147)	453	0.066 (990.00)	374.36

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.29	80.0	0.00	59.0	-48.9	74.0	15.0	1500	31.4	9.8

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00010	-0.00020	0.87	0.60	0.000147 (0.000147)	453	0.066 (0.40)	374.36

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.29	80.0	0.00	59.0	-48.9	74.0	15.0	1500	31.4	9.8

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00010	-0.00020	0.87	0.40	0.000147 (0.000147)	453	0.066 (0.30)	374.36

### 15.3 Tabulati di verifica fodere sp.80 – livello secondo

#### DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A. – sp. 80 cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm²)



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

Barre superiori: 5Ø20 (15.7 cm<sup>2</sup>)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 6.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 6.0 cm  
 Coprif.Lat. (dal baric.barre): 6.0 cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	723.00	387.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	556.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	556.00 (401.05)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	556.00 (401.05)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4.8 cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	723.00	-0.01	1229.74	1.701	70.2	0.13	0.70	45.2 (12.4)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	0.00135	74.0	-0.02298	6.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a  $5(c+\varnothing/2)$  e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.04	80.0	0.00	55.7	-185.7	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e3 Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo  
 K2 =  $(e1 + e3)/(2 \cdot e3)$  secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00104	0.00045	-0.00076	0.87	0.60	0.000587 (0.000557)	397	0.233 (990.00)	



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

401.05

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.04	80.0	0.00	55.7	-185.7	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00104	0.00045	-0.00076	0.87	0.60	0.000587 (0.000557)	397	0.233 (0.40)	

401.05

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.04	80.0	0.00	55.7	-185.7	74.0	15.0	1500	45.2	9.8

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00104	0.00045	-0.00076	0.87	0.40	0.000701 (0.000557)	397	0.279 (0.30)	

401.05

### 15.4 Tabulati di verifica fodere sp.100 cm

#### DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A. – sp.100cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26 + 5Ø20	(68.8 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	6.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1922.00	985.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1479.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1479.00 (692.61)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Verona – Relazione di calcolo Strutture interne stazione	MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

N°Comb.	N	Mx
1	100.00	1300.00 (702.92)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.7	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1922.00	-0.17	2393.86	1.246	89.8	0.11	0.70	68.8 (15.8)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	100.0	0.00143	94.0	-0.02891	6.0

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Verona – Relazione di calcolo  
 Strutture interne stazione

MTL2T1A2DSTRSVRR002-0-2

1 S 8.32 100.0 0.00 69.0 -253.5 94.0 15.0 1500 68.8 6.3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e3 Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo  
 K2 = (e1 + e3)/(2\*e3) secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00139	0.00062	-0.00109	0.89	0.60	0.001025 (0.000761)	323	0.331 (990.00)	692.61

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.32	100.0	0.00	69.0	-253.5	94.0	15.0	1500	68.8	6.3

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00139	0.00062	-0.00109	0.89	0.60	0.001025 (0.000761)	323	0.331 (0.40)	692.61

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.41	100.0	0.00	68.1	-216.5	94.0	15.0	1500	68.8	6.3

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00119	0.00056	-0.00093	0.89	0.40	0.000921 (0.000649)	323	0.297 (0.30)	702.92