

# AUTOSTRADA VALDASTICO

## A31 NORD

### 1° LOTTO

### Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

## PROGETTO DEFINITIVO

CUP	G21B1 30006 60005
WBS	B25.A31N.L1
COMMESSA	J16L1

#### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
PER LA PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:  
**CONSORZIO RAETIA**



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTERMEDIAZIONE  
TRA LE PARTI SPECIALISTICHE:  
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renzo



PROGETTAZIONE:  
**ITALCONSULT**



Il Responsabile:  
Ing. Giovanni Mondello

ELABORATO: **IMPIANTI**  
**RELAZIONI**  
**STRUTTURE**  
**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE CABINE ELETTRICHE**

Progressivo Rev.  
**12 01 04 003 02**

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: -
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	ITALCONSULT - CUGINI	A. MIOSI	G. MONDELLO	NOME FILE: J16L1_12_01_04_003_0101_OPD_02.dwg
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER VERIFICA	ITALCONSULT - CUGINI	A. MIOSI	G. MONDELLO	CM. PROGR. FG. LIV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	ITALCONSULT - CUGINI	A. MIOSI	G. MONDELLO	J16L1_12_01_04_003_0101_OPD_02

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO**  
**PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO**

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO CABINE ELETTRICHE**

## I N D I C E

<b>1</b>	<b>OGGETTO</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI</b>	<b>5</b>
4.1	Calcestruzzo per getti in opera C28/35 (Rck = 35 MPa)	5
4.2	Calcestruzzo per getti strutture prefabbricate C35/45 (Rck = 45MPa)	5
4.3	Acciaio per armature	6
<b>5</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>6</b>
5.1	Parametri geotecnici Tratto da 0+000 a 0+450	6
5.2	Parametri geotecnici Tratto da 0+450 a 2+200	6
5.3	Parametri geotecnici viadotto Astico - Piovene Rocchette	6
5.1	Parametri geotecnici galleria artificiale Sant’Agata	6
5.2	Parametri geotecnici galleria Sant’Agata 2 – Imbocco sud	7
5.3	Parametri geotecnici galleria Sant’Agata 2 - Galleria	7
5.4	Parametri geotecnici galleria Sant’Agata 2 – Imbocco nord	7
5.5	Parametri geotecnici svincolo Cogollo del Cengio	7
<b>6</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO E VERIFICA</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>CODICE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>8</b>
8.1	Carico da neve	8
8.2	Input sismico	9
8.2.1	<i>Piovene Rocchette</i>	9
8.2.2	<i>Input sismico Cogollo del Cengio</i>	11
8.2.3	<i>Input sismico Valdastico</i>	13
<b>9</b>	<b>MODELLAZIONE 3D</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE CABINA TIPO 1 E 2</b>	<b>17</b>
10.1	Verifica delle strutture di elevazione	17
10.1.1	<i>Pilastro 50x50 cm</i>	17
10.1.2	<i>Travata a L</i>	19
10.1.3	<i>Solaio in tegoli alveolari</i>	22
10.2	Verifica delle strutture di fondazione	23

10.2.1	Sottoplinto in c.a. in opera 200x200 cm	23
<b>10.3</b>	<b>Plinti di fondazione</b>	<b>25</b>
10.3.1	Verifica della capacità portante	25
<b>11</b>	<b>VERIFICHE CABINA TIPO 3</b>	<b>27</b>
<b>11.1</b>	<b>Verifica delle strutture di elevazione</b>	<b>27</b>
11.1.1	Pilastro 50x50 cm	27
11.1.2	Travata a L	29
11.1.3	Solaio in tegoli alveolari	32
<b>11.2</b>	<b>Verifica delle strutture di fondazione</b>	<b>33</b>
11.2.1	Sottoplinto in c.a. in opera 200x200 cm	33
<b>11.3</b>	<b>Plinti di fondazione</b>	<b>35</b>
11.3.1	Verifica della capacità portante	35
<b>12</b>	<b>VERIFICA BASAMENTI DEI GRUPPI ELETTROGENI</b>	<b>37</b>
<b>12.1</b>	<b>Verifica della capacità portante</b>	<b>37</b>

### Indice delle tabelle

Tabella 1 – Carichi applicati alla copertura della cabina .....	8
---	---

### Indice delle figure

Figura 1 – Individuazione del comune di Piovene Rocchette .....	9
Figura 2 - Determinazione del periodo di riferimento .....	10
Figura 3 - Determinazione dello spettro di progetto.....	10
Figura 4 - Parametri dello spettro di progetto .....	11
Figura 5 - Individuazione del comune di Cagollo del Cengio .....	11
Figura 6 - Determinazione del periodo di riferimento .....	12
Figura 7 - Determinazione dello spettro di progetto.....	12
Figura 8 - Parametri dello spettro di progetto .....	13
Figura 9 - Individuazione del comune di Valdastico .....	13
Figura 10 - Determinazione del periodo di riferimento .....	14
Figura 11 - Determinazione dello spettro di progetto.....	14
Figura 12 - Parametri dello spettro di progetto .....	15
Figura 13 - Modello agli elementi finiti della Cabina tipo 1 e 2.....	16
Figura 14 - Modello agli elementi finiti cabina tipo 3.....	16

## **1 OGGETTO**

Il presente documento riporta i calcoli e le verifiche strutturali delle cabine elettriche tipo 1, 2 e 3 che saranno realizzate sulla tratta dell’Autostrada A31 Nord Trento Rovigo – Tronco Trento - Valdastico – Piovene Rocchette che attraversa i territori dei comuni di Valdastico, Cogollo del Cengio e Piovene Rocchette.

## **2 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

Le strutture della cabine sono caratterizzate dai seguenti elementi:

- Fondazioni: sottofondazioni in calcestruzzo armato gettato in opera e plinti prefabbricati a bicchiere.
- Elevazioni: pilastri prefabbricati di dimensioni 50x50 cm;
- Solaio di copertura: solaio alveolare di spessore pari a 35 cm (30+5 cm).

## **3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1:

Regole generali”;

- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;
- UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- CNR-DT 207/2008 – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

#### **4 MATERIALI**

##### **4.1 Calcestruzzo per getti in opera C28/35 (Rck = 35 MPa)**

- resistenza caratteristica cubica: Rck = 35 MPa
- resistenza caratteristica cilindrica: fck = 28 MPa
- modulo di elasticità: Eck = 31447 MPa
- rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio: Ea/Ec = 15
- coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.2$
- resistenza ammissibile a compressione:  $\sigma_{adm} = 11$  MPa
- resistenza ammissibile a taglio sezione non armata:  $\tau_{c0} = 0.67$  MPa
- resistenza ammissibile massima a taglio:  $\tau_{c1} = 1.97$  MPa

##### **4.2 Calcestruzzo per getti strutture prefabbricate C35/45 (Rck = 45MPa)**

- resistenza caratteristica cubica: Rck = 45 MPa
- resistenza caratteristica cilindrica: fck = 37.4 MPa

- modulo di elasticità: Eck = 31220 MPa
- rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio: Ea/Ec = 15
- coefficiente di Poisson: v = 0.2
- resistenza ammissibile a compressione: σadm = 13.5 MPa
- resistenza ammissibile a taglio sezione non armata: τc0 = 0.80 MPa
- resistenza ammissibile massima a taglio: τc1 = 2.26 MPa

#### 4.3 Acciaio per armature

- barre in acciaio tipo B450C ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento:
- modulo di elasticità: Ek = 206000 MPa
- tensione caratteristica di rottura: ftk = 540 MPa
- tensione caratteristica di snervamento : fyk = 450 MPa
- resistenza ammissibile a trazione: σs = 255 MPa

### 5 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri costitutivi che caratterizzano i terreni che interessano i plinti di fondazione delle cabine, utilizzati nei calcoli svolti, sono riepilogati qui nel seguito:

#### 5.1 Parametri geotecnici Tratto da 0+000 a 0+450

γ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	φ' (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
19	-	2.75	2	60	1E-6	-	-	0	40	40	100	0.3	0.5

#### 5.2 Parametri geotecnici Tratto da 0+450 a 2+200

γ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	φ' (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
20	-	2.75	2	65	5E-6	-	-	0	42	150	300	0.3	0.5

#### 5.3 Parametri geotecnici viadotto Astico - Piovene Rocchette

γ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	φ' (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
19.5	-	2.75	1.5	60	5E-6	-	-	0	40	40	100	0.3	0.5

#### 5.1 Parametri geotecnici galleria artificiale Sant'Agata

γ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	φ' (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
29	-	2.75	1.5	65	5E-6	-	-	0	40	150	300	0.3	0.5

### 5.2 Parametri geotecnici galleria Sant'Agata 2 – Imbocco sud

$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	$\phi'$ (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
20	-	2.75	1.5	65	5E-6	-	-	0	40	150	300	0.3	0.5

### 5.3 Parametri geotecnici galleria Sant'Agata 2 - Galleria

$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	$\phi'$ (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
20	-	2.75	1.5	50	5E-6	-	-	0	40	150	300	0.3	0.5

### 5.4 Parametri geotecnici galleria Sant'Agata 2 – Imbocco nord

$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	$\phi'$ (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
20	-	2.75	1.5	65	5E-6	-	-	0	40	150	300	0.3	0.5

### 5.5 Parametri geotecnici svincolo Cogollo del Cengio

$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	IP (-)	G <sub>s</sub> (-)	OCR (-)	DR (%)	K (m/s)	C <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /s)	C <sub>u</sub> (kPa)	C' kPa	$\phi'$ (°)	E (MPa)	G <sub>max</sub> (Mpa)	v (-)	k <sub>0</sub> (-)
20	-	2.75	1.5	70	1E-6	-	-	0	38	150	300	0.3	0.45

## 6 CRITERI DI CALCOLO E VERIFICA

Le verifiche vengono svolte in accordo ai seguenti criteri:

### Verifiche strutturali

Per le verifiche strutturali si fa riferimento alla teoria degli stati limite (SLU/SLE) in accordo al DM 14/01/08 (Nuove norme tecniche per le costruzioni).

L'analisi degli elementi strutturali è condotta secondo i metodi della scienza delle costruzioni applicando tutti i carichi permanenti ed i carichi variabili nella combinazione più sfavorevole in modo tale da imprimere sull'elemento

considerato la massima sollecitazione.

Le analisi e le verifiche vengono effettuate con programmi di calcolo della TecniSoft o con fogli elettronici autoprodotti.

## 7 CODICE DI CALCOLO

Programma di calcolo:

MODEST Versione 8.12 prodotto da Tecnisoft

Licenza d'uso intestata a:

ETS SPA

Via Don A. Mazzi 32

24018 Villa D'Almè BG

Chiave HW: 6972

## 8 ANALISI DEI CARICHI

COPERTURA - Solaio Alveolare H = 35 cm	daN/m <sup>2</sup>	daN/m <sup>2</sup>
Solaio alveolare	500	
Isolamento - massetto pendenze - intonaco	400	
Variabili neve	135	
<b>Sovr. Perm. Strutturale</b>		<b>500</b>
<b>Sovr. Perm. Non Strutturale</b>		<b>400</b>
<b>Sovraccarico Variabile</b>		<b>135</b>
Carico Totale	1035	

Tabella 1 – Carichi applicati alla copertura delle cabine

Sono presenti inoltre i carichi dovuti ai pannelli di tamponamento perimetrali che ammontano a 425 daN/m<sup>2</sup>. Ai fini della modellazione la massa dei pannelli è stata applicata come carico linearmente distribuito lungo l'altezza dei pilastri.

### 8.1 Carico da neve

Il carico da neve è calcolato con riferimento al comune di Valdastico che è quello di altitudine maggiore.

Altitudine sul livello del mare: 405 m

Tipologia di copertura ad una falda

Pressione della neve  $p_s = \mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$

Parametri d'input ed intermedi:

Categoria del coefficiente d'esposizione: Battuta dai venti

$C_e$  (Coefficiente d'esposizione): 0.9

$C_t$  (Coefficiente termico): 1

Angolo d'inclinazione della falda: 0°

$\mu_1$  (Coefficiente di forma della copertura): 0.80

Carichi agenti:

qsk (Valore di riferimento del carico neve al suolo): 182 daN/m<sup>2</sup>

qss (Carico provocato dalla neve sulle coperture): 135 daN/m<sup>2</sup>

## 8.2 Input sismico

Si riportano gli input sismici dei territori dei tre comuni interessati dalla realizzazione delle cabine elettriche. Ai fini dei calcoli sarà utilizzato l’input sismico del comune di Piovene Rocchette che risulta essere quello con l’accelerazione al suolo maggiore.

### 8.2.1 Piovene Rocchette



Figura 1 – Individuazione del comune di Piovene Rocchette



Figura 2 - Determinazione del periodo di riferimento

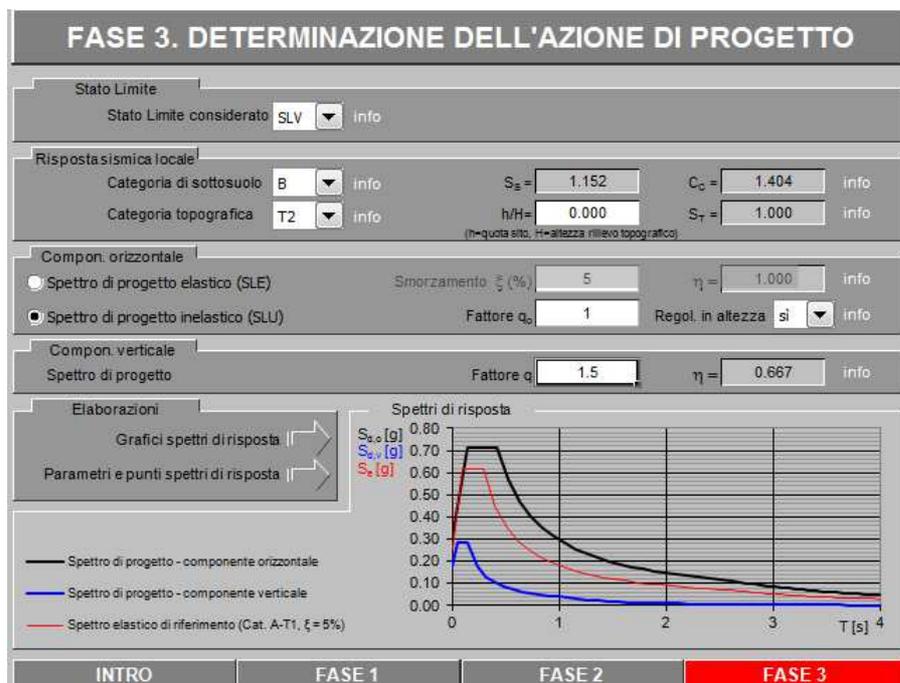


Figura 3 - Determinazione dello spettro di progetto

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV**

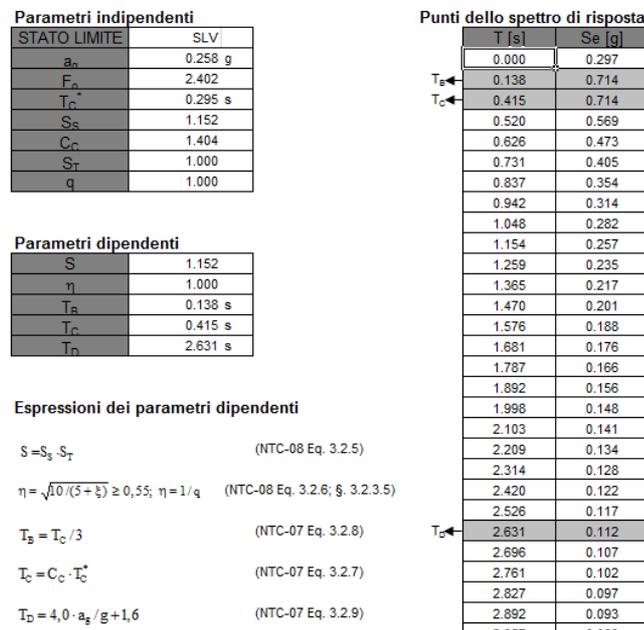


Figura 4 - Parametri dello spettro di progetto

8.2.2 *Input sismico Cogollo del Cengio*



Figura 5 - Individuazione del comune di Cogollo del Cengio



Figura 6 - Determinazione del periodo di riferimento

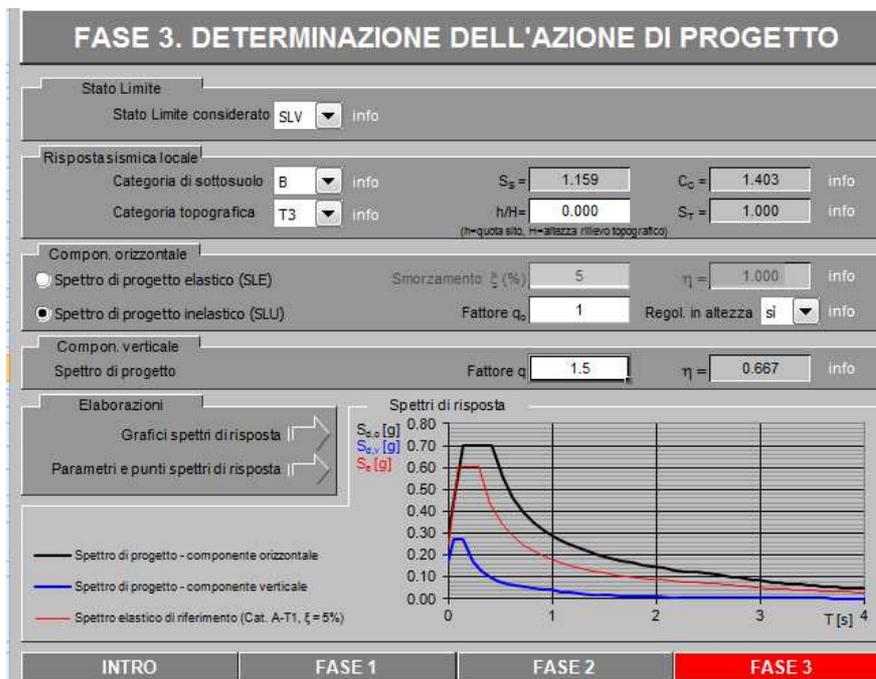


Figura 7 - Determinazione dello spettro di progetto

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV**

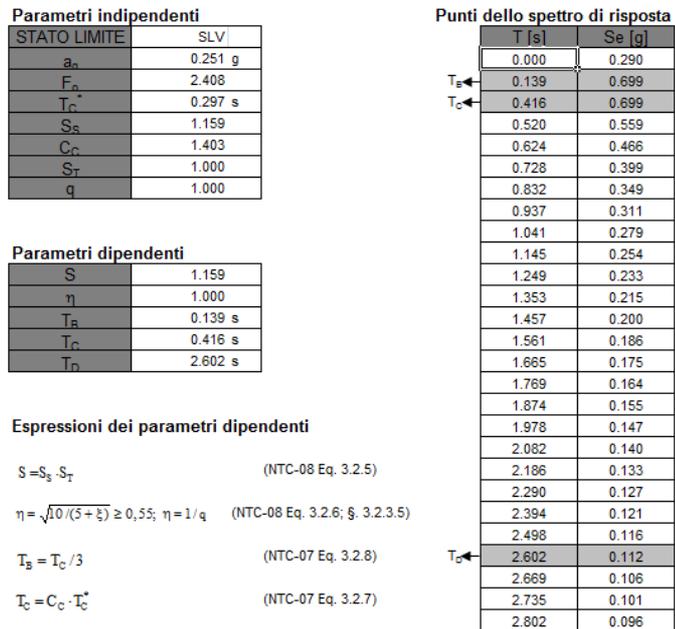


Figura 8 - Parametri dello spettro di progetto

8.2.3 *Input sismico Valdastico*



Figura 9 - Individuazione del comune di Valdastico

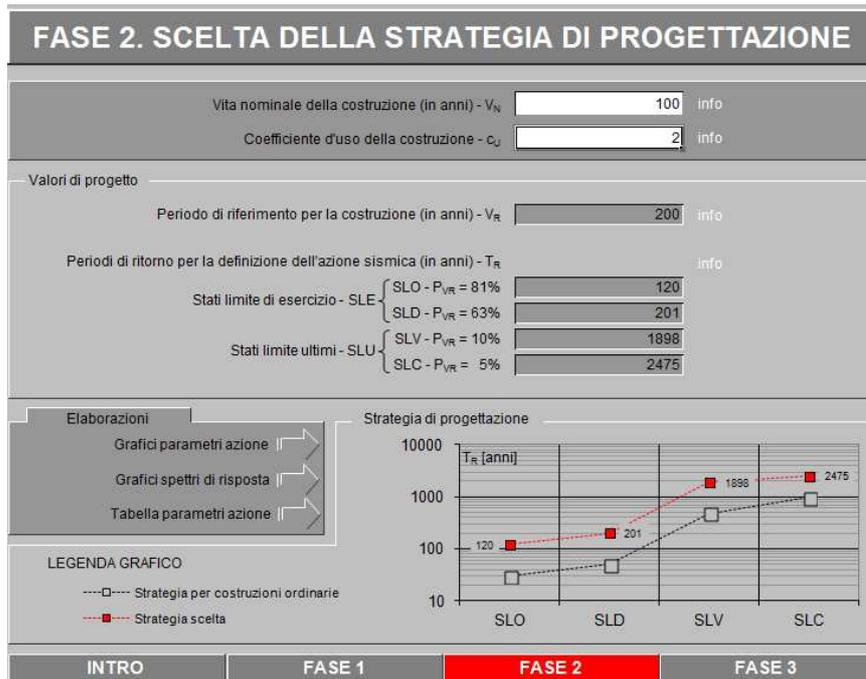


Figura 10 - Determinazione del periodo di riferimento

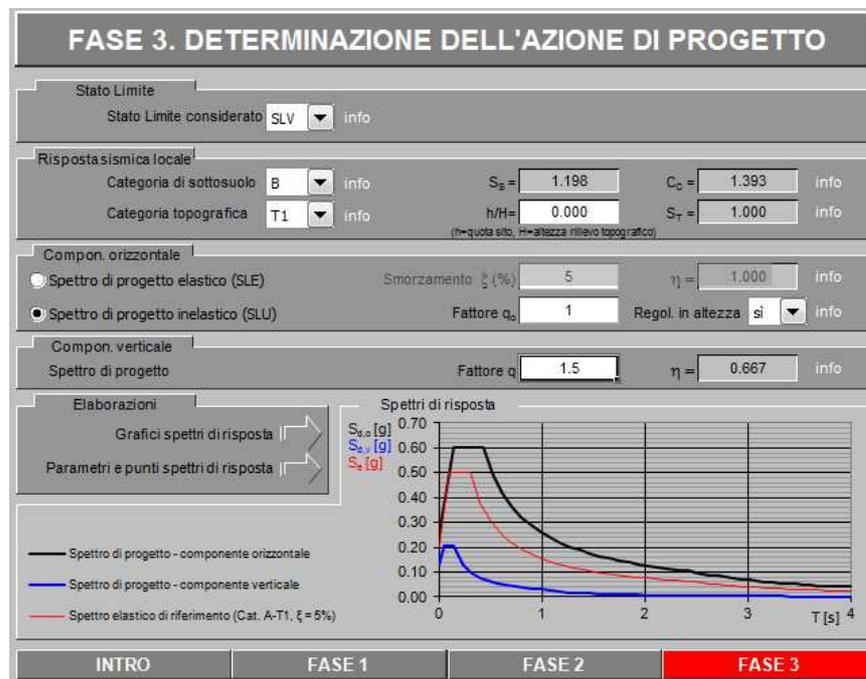


Figura 11 - Determinazione dello spettro di progetto

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_s$	0.205 g
$F_c$	2.463
$T_c$	0.307 s
$S_s$	1.198
$C_c$	1.393
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.198
$\eta$	1.000
$T_B$	0.142 s
$T_C$	0.427 s
$T_D$	2.418 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_s / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.245
$T_B$ ←	0.142	0.604
$T_C$ ←	0.427	0.604
	0.522	0.494
	0.617	0.418
	0.712	0.363
	0.807	0.320
	0.901	0.286
	0.996	0.259
	1.091	0.236
	1.186	0.218
	1.281	0.201
	1.375	0.188
	1.470	0.175
	1.565	0.165
	1.660	0.155
	1.755	0.147
	1.849	0.140
	1.944	0.133
	2.039	0.127
	2.134	0.121
	2.229	0.116
	2.323	0.111
$T_D$ ←	2.418	0.107
	2.494	0.100
	2.569	0.095
	2.644	0.089
	2.720	0.084
	> 7000	0.080

Figura 12 - Parametri dello spettro di progetto

## 9 MODELLAZIONE 3D

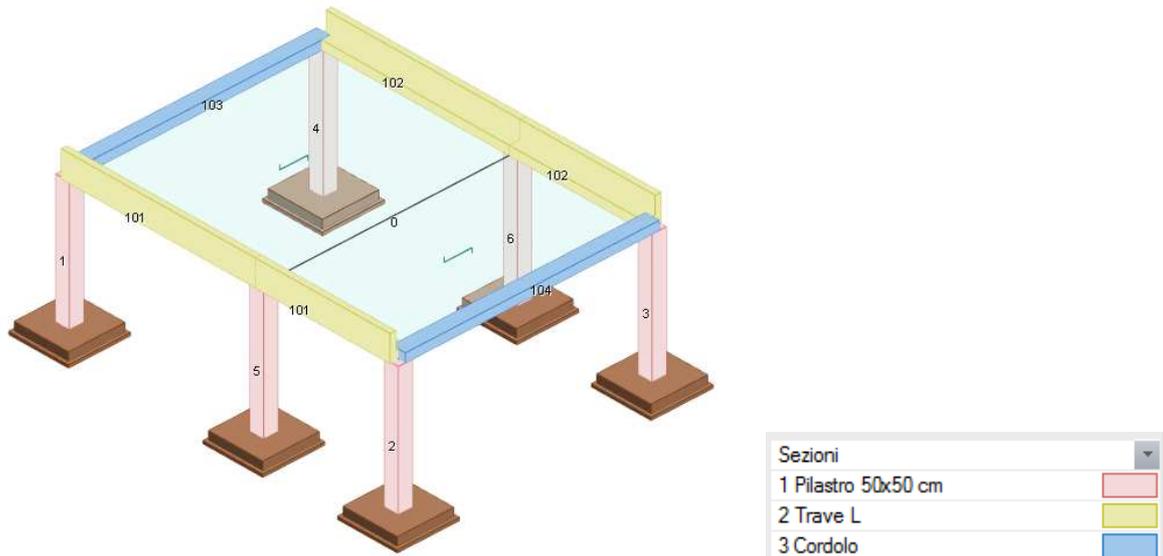


Figura 13 - Modello agli elementi finiti della Cabina tipo 1 e 2

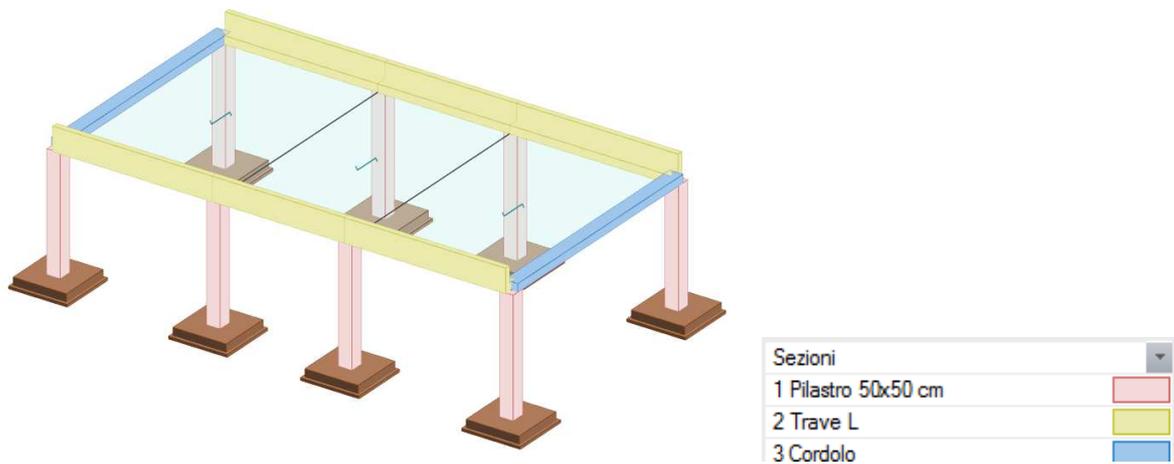


Figura 14 - Modello agli elementi finiti cabina tipo 3

## 10 VERIFICHE CABINA TIPO 1 E 2

### 10.1 Verifica delle strutture di elevazione

#### 10.1.1 Pilastro 50x50 cm

##### Pilastrata n. 5

###### Simbologia

Xg	=	Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	=	Combinazione delle condizioni di carico elementari e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione $\alpha$ = amplificazione per gerarchia delle resistenze TG = taglio da gerarchia delle resistenze
TCC	=	Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica) SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SLV = Stato limite di salvaguardia della vita SLC = Stato limite di prevenzione del collasso SLO = Stato limite di operatività SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
El	=	Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	=	Numero della sezione
X	=	Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N	=	Sforzo normale
Mz	=	Momento flettente intorno all'asse Z
My	=	Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	=	Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
c	=	Ricoprimento dell'armatura
s	=	Distanza minima tra le barre
K3	=	Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
$s_{rm}$	=	Distanza media tra le fessure
$\Phi$	=	Diametro della barra
$A_s$	=	Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{c\ eff}$	=	Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	=	Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	=	Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\epsilon_{sm}$	=	Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=	Apertura delle fessure
Mz ver.	=	Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
Nu	=	Sforzo normale ultimo
Myu	=	Momento ultimo intorno all'asse Y
Mzu	=	Momento ultimo intorno all'asse Z
$\alpha$	=	Angolo asse neutro a rottura
$\epsilon_y$	=	Deformazione nell'acciaio (*1000)
Sic.	=	Sicurezza a rottura
AfT	=	Area di ferro tesa
AfC	=	Area di ferro compressa
$\sigma_c$	=	Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	=	Tensione nel ferro
X0	=	Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	=	Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Staff.	=	Staffatura adottata
Br <sub>y</sub>	=	Numero bracci in dir. Y locale
Br <sub>z</sub>	=	Numero bracci in dir. Z locale
bw <sub>,y</sub>	=	Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
Vsdu <sub>,y</sub>	=	Taglio agente in dir. Y
ctg $\theta_{,y}$	=	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
VRsd <sub>,y</sub>	=	Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRcd <sub>,y</sub>	=	Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
bw <sub>,z</sub>	=	Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
Vsdu <sub>,z</sub>	=	Taglio agente in dir. Z
ctg $\theta_{,z}$	=	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
VRsd <sub>,z</sub>	=	Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
VRcd <sub>,z</sub>	=	Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Sì  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Rgsn = Rapporto geometrico di staffatura nodo (7.4.29)  
 Tipo = Tipologia  
     2C = Doppia C lato labbri  
     2Cdx = Doppia C lato costola  
     2I = Doppia I  
     2L = Doppia L lato labbri  
     2Ldx = Doppia L lato costole  
     C = C  
     Cdx = C destra  
     Cir. = Circolare  
     Cir.c = Circolare cava  
     I = I  
     L = L  
     Ldx = L destra  
     Om. = Omega  
     Pg = Pi greco  
     Pr = Poligono regolare  
     Prc = Poligono regolare cavo  
     Pc = Per coordinate  
     Ia = Inerzie assegnate  
     R = Rettangolare  
     Rc = Rettangolare cava  
     T = T  
     U = U  
     Ur = U rovescia  
     V = V  
     Vr = V rovescia  
     Z = Z  
     Zdx = Z destra  
     Ts = T stondata  
     Ls = L stondata  
     Cs = C stondata  
     Is = I stondata  
     Dis. = Disegnata  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Cf = Copriferro  
 Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
 Acc. = Tipo di acciaio  
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Acc.	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1	R	50.00	50.00	4.30	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Mzu <daNm>	α	ε <sub>s</sub>	Sic.
------------	----	-----	----	------	-----------	------------	--------------	-------------------	--------------	-------------------	-------------	---------------	---------------	---	----------------	------



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

$\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
Tz = Taglio in dir. Z  
X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione  
Staff. = Staffatura adottata  
AfE St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)  
bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
ctg $\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo  
Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
c = Ricoprimento dell'armatura  
s = Distanza minima tra le barre  
K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{rm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
Wk = Apertura delle fessure  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I  
2L = Doppia L lato labbri  
2Ldx = Doppia L lato costole  
C = C  
Cdx = C destra  
Cir. = Circolare  
Cir.c = Circolare cava  
I = I  
L = L  
Ldx = L destra  
Om. = Omega  
Pg = Pi greco  
Pr = Poligono regolare  
Prc = Poligono regolare cavo  
Pc = Per coordinate  
Ia = Inerzie assegnate  
R = Rettangolare  
Rc = Rettangolare cava  
T = T  
U = U  
Ur = U rovescia  
V = V  
Vr = V rovescia  
Z = Z  
Zdx = Z destra  
Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata  
B = Base  
b = Base inferiore  
H = Altezza  
h = Altezza parte inf.  
Cf sup = Copriferro superiore  
Cf inf = Copriferro inferiore  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Acc. = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B	b	H	h	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >		<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >
2	Ldx	20.00	60.00	60.00	30.00	3.50	3.50	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg	CC	TCC	EL	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	Myu	Sic.
<cm>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.25	17	SLU	1	690.00	12.19	13.57	12.19	7.58	-18711.10	-40173.40	2.147
3.37	17	SLU	1	377.65	12.19	13.57	12.19	12.95	19721.30	42237.80	2.142
6.90	17	SLU	1	25.00	12.19	27.14	12.19	15.73	-28778.70	-40175.50	1.396
7.40	5	SLV	2	470.00	12.19	27.14	12.19	17.70	-18543.20	-40174.70	2.167
10.68	5	SLV	2	142.22	12.19	13.57	12.19	11.51	7966.21	37555.10	4.714
11.85	3	SLV	2	25.00	12.19	13.57	12.19	9.82	-11789.40	-40176.60	3.408
0.25	6	SLD	1	690.00	12.19	13.57	12.19	7.58	-17757.70	-46406.00	2.613
3.37	4	SLD	1	377.65	12.19	13.57	12.19	12.95	13540.10	48632.60	3.592

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

6.90	4	SLD	1	25.00	12.19	27.14	12.19	15.73	-23127.70	-46401.10	2.006
7.40	6	SLD	2	470.00	12.19	27.14	12.19	17.70	-17935.80	-46400.40	2.587
10.68	6	SLD	2	142.22	12.19	13.57	12.19	11.51	7565.33	43252.60	5.717
11.85	4	SLD	2	25.00	12.19	13.57	12.19	9.82	-11077.40	-46404.30	4.189

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura a taglio**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE I <cmq>	Tz <daN>	AfEP I <cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>
0.25	17	SLU	1	690.00	13.57	-23461.00	6.00	3913.04
0.25	6	SLD	1	690.00	13.57	-16576.80	6.00	2764.83
3.37	3	SLV	1	377.65	13.57	1742.65	0.62	2819.43
3.37	4	SLD	1	377.65	13.57	1584.87	0.62	2564.15
6.90	17	SLU	1	25.00	27.14	26488.80	11.41	2321.40
6.90	4	SLD	1	25.00	27.14	18512.30	11.41	1622.36
7.40	17	SLU	2	470.00	27.14	-19493.60	9.45	2063.69
7.40	6	SLD	2	470.00	27.14	-15436.90	9.45	1634.22
10.68	3	SLV	2	142.22	13.57	6551.14	2.06	3173.73
10.68	4	SLD	2	142.22	13.57	6254.66	2.06	3030.10
11.85	17	SLU	2	25.00	13.57	13931.40	3.75	3717.53
11.85	4	SLD	2	25.00	13.57	11881.30	3.75	3170.47

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.25	18	SLE R	1	690.00	12.19	13.57	-13468.70	1362.29	-285.95	23.70
0.25	20	SLE Q	1	690.00	12.19	13.57	-11956.30	1209.31	-253.84	21.04
3.37	18	SLE R	1	377.65	12.19	13.57	14197.70	-537.98	1317.57	41.08
3.37	20	SLE Q	1	377.65	12.19	13.57	12602.70	-477.55	1169.55	36.47
6.90	18	SLE R	1	25.00	12.19	27.14	-20720.60	2076.07	-370.80	31.60
6.90	20	SLE Q	1	25.00	12.19	27.14	-18391.90	1842.75	-329.13	28.05
7.40	18	SLE R	2	470.00	12.19	27.14	-13332.50	1335.83	-238.59	20.33
7.40	20	SLE Q	2	470.00	12.19	27.14	-11833.70	1185.66	-211.77	18.05
10.68	18	SLE R	2	142.22	12.19	13.57	3984.41	-150.98	369.76	11.53
10.68	20	SLE Q	2	142.22	12.19	13.57	3536.43	-134.00	328.19	10.23
11.85	18	SLE R	2	25.00	12.19	13.57	-4418.18	446.88	-93.80	7.77
11.85	20	SLE Q	2	25.00	12.19	13.57	-3922.63	396.75	-83.28	6.90

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

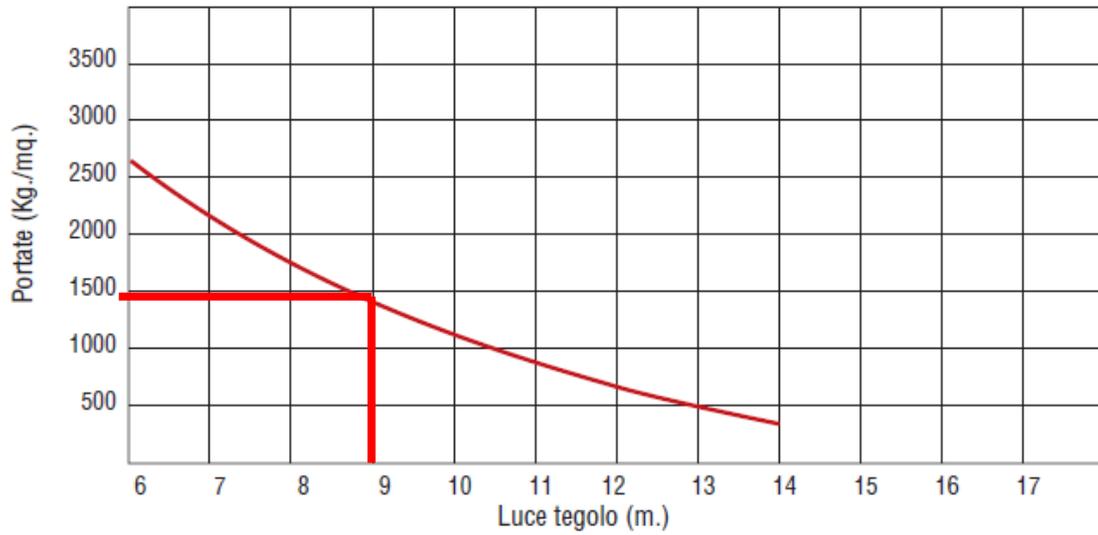
Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>rm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c</sub> eff <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
19	0.25	20	SLE Q	1	2	1	690.00	-11956.30	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1209.31	1631.22	0.23	0.05
20	0.25	19	SLE F	1	2	1	690.00	-12258.70	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1239.91	1631.22	0.24	0.05
39	3.37	20	SLE Q	1	2	1	377.65	12602.70	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	1169.55	2451.72	0.23	0.09
40	3.37	19	SLE F	1	2	1	377.65	12921.70	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	1199.16	2451.72	0.23	0.09
59	6.90	20	SLE Q	1	2	1	25.00	-18391.90	23.00	65.00	0.21	123.34	24.00	12.19	396.44	1842.75	1673.66	0.53	0.11
60	6.90	19	SLE F	1	2	1	25.00	-18857.60	23.00	65.00	0.21	123.34	24.00	12.19	396.44	1889.41	1673.66	0.56	0.12
79	7.40	20	SLE Q	2	2	1	470.00	-11833.70	23.00	65.00	0.21	123.34	24.00	12.19	396.44	1185.66	1673.66	0.23	0.05
80	7.40	19	SLE F	2	2	1	470.00	-12133.40	23.00	65.00	0.21	123.34	24.00	12.19	396.44	1215.69	1673.66	0.24	0.05
99	10.68	20	SLE Q	2	2	1	142.22	3536.43	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	328.19	2451.72	0.06	0.03
100	10.68	19	SLE F	2	2	1	142.22	3626.02	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	336.50	2451.72	0.07	0.03
119	11.85	20	SLE Q	2	2	1	25.00	-3922.63	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	396.75	1631.22	0.08	0.02
120	11.85	19	SLE F	2	2	1	25.00	-4021.74	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	406.78	1631.22	0.08	0.02

**Staffe - Verifiche armatura**

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
TG	0.25	1.12	0.87	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	29655.90	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.58
TG	1.12	6.03	4.92	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	25503.90	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.84
17 SLU	6.03	6.90	0.87	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	26488.80	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.77
TG	7.40	8.27	0.87	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	26873.10	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.75
TG	8.27	10.98	2.72	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	28409.30	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.65
TG	10.98	11.85	0.87	ø8/15 2 br.	6.70	0.20	32561.40	2.30	46900.20	46900.20	46900.20	1.44

10.1.3 Solaio in tegoli alveolari

**Diagrammi di portata tegolo alveolare H 30**



La portata del solaio in tegoli alveolari per una luce di 9 m è pari a 1400 daN/m<sup>2</sup>. Considerata l'entità dei carichi in copertura la verifica risulta soddisfatta.

## 10.2 Verifica delle strutture di fondazione

### 10.2.1 Sottoplinto in c.a. in opera 200x200 cm

#### Simbologia

Caso	=	Caso di verifica
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC	=	Tipo di combinazione di carico
SLU	=	Stato limite ultimo
SLU S	=	Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	=	Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	=	Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	=	Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	=	Stato limite di danno
SLV	=	Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	=	Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	=	Stato limite di operatività
SLU I	=	Stato limite di resistenza al fuoco
Az	=	Azioni ed effetti sul plinto/palo
RVN	=	Reazioni vincolari agenti
TAG	=	Effetti dovuti ai tagli
ECC	=	Effetti dovuti all'eccentricità
PP	=	Effetti dovuti al peso proprio
SVR	=	Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno
TOT	=	Azioni totali di calcolo
N	=	Sforzo normale
Tx	=	Taglio in dir. X
Ty	=	Taglio in dir. Y
Mx	=	Momento intorno all'asse X
My	=	Momento intorno all'asse Y
$\sigma_t$	=	Tensione sul terreno
$P_{sd}$	=	Sollecitazione di punzonamento
Pv	=	Perimetro di verifica per punzonamento
$P_{rd}$	=	Resistenza al punzonamento
PV	=	Punto di verifica
		XXn = Posizione di verifica (coord. Y) per flessione intorno all'asse X
		YYn = Posizione di verifica (coord. X) per flessione intorno all'asse Y
Coord.	=	Coordinata del punto di verifica
Mom	=	Momento flettente
Mu	=	Momento ultimo
Sic.	=	Sicurezza a rottura
AfT	=	Area di ferro tesa
AfC	=	Area di ferro compressa
$\sigma_c$	=	Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	=	Tensione nel ferro
c	=	Ricoprimento dell'armatura
s	=	Distanza minima tra le barre
K3	=	Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
$s_{xm}$	=	Distanza media tra le fessure
$\Phi$	=	Diametro della barra
$A_s$	=	Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{c\ eff}$	=	Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	=	Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	=	Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\epsilon_{sm}$	=	Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=	Apertura delle fessure
Tipo	=	Tipo di verifica effettuata
Cf	=	Copriferro
Cls	=	Tipo di calcestruzzo
Fck	=	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk	=	Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd	=	Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd	=	Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Acc.	=	Tipo di acciaio
Fyk	=	Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd	=	Resistenza di calcolo dell'acciaio

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Acc.	Fyk	Fyd
<cm>		<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >		<daN/cm <sup>2</sup> >	<daN/cm <sup>2</sup> >
4.00	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**Azioni, effetti e tensioni sul terreno**

Caso	CC	TCC	Az	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	$\sigma_t$ <daN/cm <sup>2</sup> >	P <sub>sd</sub> <daN>	P <sub>v</sub> <m>	P <sub>rd</sub> <daN>
9	9	SLV	RVN	36292.10	6997.06	5325.02	-20177.70	11487.10				
	9	SLV	TAG				-1597.51	2099.12				
	9	SLV	ECC				0.00	0.00				
	9	SLV	TOT	39292.10	6997.06	5325.02	-21775.20	13586.30	-5.00	80189.40	6.16	77698.40
10	10	SLD	RVN	36239.60	6856.91	5314.84	-20133.90	11067.00				
	10	SLD	TAG				-1594.45	2057.07				
	10	SLD	ECC				0.00	0.00				
	10	SLD	TOT	39239.60	6856.91	5314.84	-21728.30	13124.10	-4.89	78474.70	6.16	77698.40
20	20	SLE Q	RVN	32286.60	4976.71	835.73	-1126.91	6291.99				
	20	SLE Q	TAG				-250.72	1493.01				
	20	SLE Q	ECC				0.00	0.00				
	20	SLE Q	TOT	35286.60	4976.71	835.73	-1377.63	7785.00	-1.57			
18	18	SLE R	RVN	34335.70	5606.25	835.73	-1126.91	7087.76				
	18	SLE R	TAG				-250.72	1681.88				
	18	SLE R	ECC				0.00	0.00				
	18	SLE R	TOT	37335.70	5606.25	835.73	-1377.63	8769.64	-1.69			
19	19	SLE F	RVN	32696.40	5102.62	835.73	-1126.91	6451.15				
	19	SLE F	TAG				-250.72	1530.78				
	19	SLE F	ECC				0.00	0.00				
	19	SLE F	TOT	35696.40	5102.62	835.73	-1377.63	7981.93	-1.59			

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	Mu <daNm>	Sic.
9	9	SLV	XX1	0.25	20774.90	20847.80	1.00
9	9	SLV	XX2	-0.25	20774.90	20847.80	1.00
9	9	SLV	YY1	0.25	20774.90	20853.40	1.00
9	9	SLV	YY2	-0.25	20774.90	20853.40	1.00
10	10	SLD	XX1	0.25	20330.70	24435.30	1.20
10	10	SLD	XX2	-0.25	20330.70	24435.30	1.20
10	10	SLD	YY1	0.25	20330.70	24453.80	1.20
10	10	SLD	YY2	-0.25	20330.70	24453.80	1.20

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a flessione**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_f$ <daN/cm <sup>2</sup> >
18	18	SLE R	XX1	0.25	6832.00	21.49	10.18	-36.53	1365.46
18	18	SLE R	XX2	-0.25	6832.00	21.49	10.18	-36.53	1365.46
18	18	SLE R	YY1	0.25	6832.00	21.49	11.06	-36.68	1370.00
18	18	SLE R	YY2	-0.25	6832.00	21.49	11.06	-36.68	1370.00
19	19	SLE F	XX1	0.25	6409.88	21.49	10.18	-34.27	1281.09
19	19	SLE F	XX2	-0.25	6409.88	21.49	10.18	-34.27	1281.09
19	19	SLE F	YY1	0.25	6409.88	21.49	11.06	-34.42	1285.36
19	19	SLE F	YY2	-0.25	6409.88	21.49	11.06	-34.42	1285.36
20	20	SLE Q	XX1	0.25	6304.35	21.49	10.18	-33.71	
20	20	SLE Q	XX2	-0.25	6304.35	21.49	10.18	-33.71	
20	20	SLE Q	YY1	0.25	6304.35	21.49	11.06	-33.85	
20	20	SLE Q	YY2	-0.25	6304.35	21.49	11.06	-33.85	

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S <sub>rm</sub> <mm>	$\Phi$	A <sub>s</sub> <cm <sup>2</sup> >	A <sub>c eff</sub> <cm <sup>2</sup> >	$\sigma_s$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_{sr}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\epsilon_{sm}$	W <mm>
20	20	SLE Q	XX1	0.25	6304.35	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1255.34	2332.09	0.24	0.00
20	20	SLE Q	XX2	-0.25	6304.35	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1255.34	2332.09	0.24	0.00
20	20	SLE Q	YY1	0.25	6304.35	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1256.55	2332.47	0.24	0.00
20	20	SLE Q	YY2	-0.25	6304.35	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1256.55	2332.47	0.24	0.00
19	19	SLE F	XX1	0.25	6409.88	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1276.36	2332.09	0.25	0.00
19	19	SLE F	XX2	-0.25	6409.88	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1276.36	2332.09	0.25	0.00
19	19	SLE F	YY1	0.25	6409.88	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1277.59	2332.47	0.25	0.00
19	19	SLE F	YY2	-0.25	6409.88	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1277.59	2332.47	0.25	0.00

**Verifiche effettuate**

Caso	Tipo
9	$\sigma_{t, \min}$ (max compr.), sLU N cost - min. sic., sLU Punzonamento - min. sic.
10	sLD N cost - min. sic., sLD Punzonamento - min. sic.
20	c.Q.Per. - $\sigma_{c, \min}$ (max compr.), c.Q.Per. - $W_{k, \max}$
18	c.Rare - $\sigma_{c, \min}$ (max compr.), c.Rare - $\sigma_{f, \max}$ (max traz.), c.Rare - $\sigma_{f, \min}$ (max compr.)
19	c.Freq - $W_{k, \max}$

### 10.3 Plinti di fondazione

#### 10.3.1 Verifica della capacità portante

Come indicato al capitolo 5 i parametri geotecnici dell'unità stratigrafica interessata dalla realizzazione dei plinti sono i seguenti:

$$\phi = 38^\circ$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

#### Fattori di capacità portante

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi'/2) = 48,87$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan \phi' = 77,92$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi' = 61,27$$

#### Fattori di forma (per fondazione a pianta di forma quadrata)

$$s_c = 1 + N_q / N_c = 1 + 48,87 / 61,27 = 1,79$$

$$s_q = 1 + \tan \phi = 1,78$$

$$s_\gamma = 0,6$$

#### Fattori di profondità

A favore di sicurezza si decide di non considerare il contributo dei fattori di profondità.

#### Fattori di inclinazione

I fattori di inclinazione della base e di inclinazione del piano campagna sono da considerare unitari in quanto i plinti poggiano su piani orizzontali.

Pertanto la formula di Brinch Hansen è riconducibile a:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + c \cdot N_c \cdot s_c$$

Verifica capacità portante

Il carico esercitato dal plinto sul terreno dall'analisi dinamica modale condotta risulta:

$$Ned = 78100 \text{ daN}$$

Si determina il carico limite trascurando a favore di sicurezza il contributo della profondità di posa:

$$\begin{aligned} Q_{lim} &= (1/2 \cdot 2000 \text{ daN/m}^3 \cdot 2 \text{ m} \cdot 77,92 \cdot 0,6) \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = \\ &= 93504 \text{ daN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 374016 \text{ daN} \end{aligned}$$

$$Q_{lim} / 2,3 = 162615 \text{ daN}$$

$$Q_{lim} / Ned = 162615 \text{ daN} / 78100 \text{ daN} = 2,08 > 1 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

## 11 VERIFICHE CABINA TIPO 3

### 11.1 Verifica delle strutture di elevazione

#### 11.1.1 Pilastro 50x50 cm

##### Pilastrata n. 5

Nodi: 5 9

##### Simbologia

Xg	=	Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	=	Combinazione delle condizioni di carico elementari
	e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
	$\alpha$	= amplificazione per gerarchia delle resistenze
	TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TCC	=	Tipo di combinazione di carico
	SLU	= Stato limite ultimo
	SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
	SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD	= Stato limite di danno
	SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
	SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
	SLO	= Stato limite di operatività
	SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
El	=	Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	=	Numero della sezione
X	=	Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N	=	Sforzo normale
Mz	=	Momento flettente intorno all'asse Z
My	=	Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	=	Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
c	=	Ricoprimento dell'armatura
s	=	Distanza minima tra le barre
K3	=	Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
S <sub>rm</sub>	=	Distanza media tra le fessure
$\Phi$	=	Diametro della barra
A <sub>s</sub>	=	Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A <sub>c eff</sub>	=	Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	=	Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	=	Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\epsilon_{sm}$	=	Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=	Apertura delle fessure
Mz ver.	=	Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
Nu	=	Sforzo normale ultimo
Myu	=	Momento ultimo intorno all'asse Y
Mzu	=	Momento ultimo intorno all'asse Z
$\alpha$	=	Angolo asse neutro a rottura
$\epsilon_y$	=	Deformazione nell'acciaio (*1000)
Sic.	=	Sicurezza a rottura
AfT	=	Area di ferro tesa
AfC	=	Area di ferro compressa
$\sigma_c$	=	Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	=	Tensione nel ferro
X0	=	Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	=	Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Staff.	=	Staffatura adottata
Br <sub>y</sub>	=	Numero bracci in dir. Y locale
Br <sub>z</sub>	=	Numero bracci in dir. Z locale
bw <sub>,y</sub>	=	Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
Vsdu <sub>,y</sub>	=	Taglio agente in dir. Y
ctg $\theta_{,y}$	=	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
VRsd <sub>,y</sub>	=	Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRcd <sub>,y</sub>	=	Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
bw <sub>,z</sub>	=	Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
Vsdu <sub>,z</sub>	=	Taglio agente in dir. Z
ctg $\theta_{,z}$	=	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
VRsd <sub>,z</sub>	=	Taglio ultimo lato armatura in dir. Z

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

VRcd<sub>,z</sub> = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Sì  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Rgsn = Rapporto geometrico di staffatura nodo (7.4.29)  
 Tipo = Tipologia  
     2C = Doppia C lato labbri  
     2Cdx = Doppia C lato costola  
     2I = Doppia I  
     2L = Doppia L lato labbri  
     2Ldx = Doppia L lato costole  
     C = C  
     Cdx = C destra  
     Cir. = Circolare  
     Cir.c = Circolare cava  
     I = I  
     L = L  
     Ldx = L destra  
     Om. = Omega  
     Pg = Pi greco  
     Pr = Poligono regolare  
     Prc = Poligono regolare cavo  
     Pc = Per coordinate  
     Ia = Inerzie assegnate  
     R = Rettangolare  
     Rc = Rettangolare cava  
     T = T  
     U = U  
     Ur = U rovescia  
     V = V  
     Vr = V rovescia  
     Z = Z  
     Zdx = Z destra  
     Ts = T stondata  
     Ls = L stondata  
     Cs = C stondata  
     Is = I stondata  
     Dis. = Disegnata  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Cf = Copriferro  
 Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
 Acc. = Tipo di acciaio  
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Acc.	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1	R	50.00	50.00	4.30	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Mzu <daNm>	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_r$	Sic.
0.00	9	SLV	1	1	0.00	-46108.00	-7256.94		30440.50		-46111.70	-7919.61	32437.60	105.47	6.56	1.067
0.00	9	SLV	1	1	0.00	-46108.00	-7256.94		30440.50		-46111.70	-7919.61	32437.60	105.47	6.56	1.067
4.45	1(e)	SLV	1	1	445.00	-26857.00	17253.50	17253.50	-91.23	671.42	-26857.00	30235.40	1640.80	2.81	9.57	1.754
0.00	10	SLD	1	1	0.00	-46114.70	-6784.59		30370.20		-46114.70	-8616.07	37991.70	102.66	8.37	1.252
0.00	10	SLD	1	1	0.00	-46114.70	-6784.59		30370.20		-46114.70	-8616.07	37991.70	102.66	8.37	1.252
4.45	2(e)	SLD	1	1	445.00	-26879.60	16048.10	16048.10	-90.94	-671.99	-26879.60	35140.40	-1224.75	358.59	12.88	2.189

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	18	SLE R	1	1	0.00	-49606.30	44.99	-2486.37	0.00	31.42	26.43	370.73
0.00	20	SLE Q	1	1	0.00	-46176.70	44.99	-2206.89	0.00	31.42	24.20	340.12
0.00	18	SLE R	1	1	0.00	-49606.30	44.99	-2486.37	0.00	31.42	26.43	370.73
0.00	20	SLE Q	1	1	0.00	-46176.70	44.99	-2206.89	0.00	31.42	24.20	340.12
4.45	18	SLE R	1	1	445.00	-30527.00	32.42	4947.46	9.42	21.99	32.21	419.30
4.45	20	SLE Q	1	1	445.00	-27097.30	32.42	4391.32	9.42	21.99	28.60	372.39

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$ <cmq>	$A_s$ <cmq>	$A_c\text{ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
4.45	20	SLE Q	1	1	445.00	-27097.30	4391.32	32.42	34.00	206.00	0.13	199.76	20.00	9.42	853.49	158.26	681.80	0.03	0.01

**Staffe - Verifiche armatura**

X0 <cm>	X1 <cm>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	$bw_{r,y}$ <cm>	$Vsdu_{r,y}$ <daN>	$ctg\theta_{r,y}$	$VRsd_{r,y}$ <daN>	$VRcd_{r,y}$ <daN>	$bw_{r,z}$ <cm>	$Vsdu_{r,z}$ <daN>	$ctg\theta_{r,z}$	$VRsd_{r,z}$ <daN>	$VRcd_{r,z}$ <daN>	Sic.T
0.00	0.74	ø8/ 5	2	2	17	SLU	0.50	3.67	2.26	72999.30	72999.20	0.50	2319.84	2.26	72999.30	72999.20	31.47
0.00	0.74	ø8/ 5	2	2	2(TG)	SLD	0.50	4498.44	2.47	91858.90	91858.90	0.50	16912.40	2.47	91858.90	91858.90	5.43
0.00	0.74	ø8/ 5	2	2	16(TG)	SLD	0.50	14903.80	2.47	91882.60	91882.60	0.50	7669.88	2.47	91882.60	91882.60	6.17
0.00	0.74	ø8/ 5	2	2	3(TG)	SLV	0.50	3641.60	2.14	69041.80	69041.80	0.50	14512.90	2.14	69041.80	69041.80	4.76
0.00	0.74	ø8/ 5	2	2	11(TG)	SLV	0.50	13680.00	2.14	69072.30	69072.40	0.50	6012.64	2.14	69072.30	69072.40	5.05
0.74	3.71	ø8/15	2	2	17	SLU	0.50	3.67	2.50	26907.30	67410.00	0.50	2319.84	2.50	26907.30	67410.00	11.60
0.74	3.71	ø8/15	2	2	2(TG)	SLD	0.50	4498.44	2.50	30943.40	91164.30	0.50	16912.40	2.50	30943.40	91164.30	1.83
0.74	3.71	ø8/15	2	2	16(TG)	SLD	0.50	14903.80	2.50	30943.40	91204.70	0.50	7669.88	2.50	30943.40	91204.70	2.08
0.74	3.71	ø8/15	2	2	3(TG)	SLV	0.50	3641.60	2.50	26907.30	62040.60	0.50	14512.90	2.50	26907.30	62040.60	1.85
0.74	3.71	ø8/15	2	2	11(TG)	SLV	0.50	13680.00	2.50	26907.30	62085.80	0.50	6012.64	2.50	26907.30	62085.80	1.97
3.71	4.45	ø8/ 5	2	2	17	SLU	0.50	3.67	2.20	70937.60	70937.60	0.50	2319.84	2.20	70937.60	70937.60	30.58
3.71	4.45	ø8/ 5	2	2	2(TG)	SLD	0.50	4498.44	2.47	91858.90	91858.90	0.50	16912.40	2.47	91858.90	91858.90	5.43
3.71	4.45	ø8/ 5	2	2	16(TG)	SLD	0.50	14903.80	2.47	91882.60	91882.60	0.50	7669.88	2.47	91882.60	91882.60	6.17
3.71	4.45	ø8/ 5	2	2	3(TG)	SLV	0.50	3641.60	2.14	69041.80	69041.80	0.50	14512.90	2.14	69041.80	69041.80	4.76
3.71	4.45	ø8/ 5	2	2	11(TG)	SLV	0.50	13680.00	2.14	69072.30	69072.40	0.50	6012.64	2.14	69072.30	69072.40	5.05

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <cm>	Hjc <cm>	Hjw <cm>	Ash <cmq>	Rgsn
9N		ø8/ 5	Z+	I	2	10.62	13.57	0.60	0.41	0.83	18.10	1.04
			Z-	I	2	10.62	13.57	0.60	0.41	0.83	18.10	1.04

**11.1.2 Travata a L**

**Travata n. 101**

Nodi: 7 9 12 16

**Simbologia**

- Caso = Caso di verifica
- Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
- CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari
- c = momento fittizio in campata
- a = momento fittizio agli appoggi
- TG = taglio da gerarchia delle resistenze
- T = momento traslato per taglio
- e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
- TCC = Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo
- SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
- SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
- SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
- SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
- SLD = Stato limite di danno
- SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
- SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
- SLO = Stato limite di operatività
- SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
- El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
- Sez. = Numero della sezione
- Crit. = Numero del criterio di progetto
- X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
- AfE S = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
- AfE I = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
- AfEP S = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore

**AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD**  
**1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO**

AfEP I = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore  
My = Momento flettente intorno all'asse Y  
Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y  
Sic. = Sicurezza a rottura  
 $\sigma_{fdd}$  = Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)  
 $\Delta\%$  = Incremento percentuale sicurezza  
 $\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
Tz = Taglio in dir. Z  
X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione  
Staff. = Staffatura adottata  
AfE St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)  
bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
ctg $\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo  
Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
c = Ricoprimento dell'armatura  
s = Distanza minima tra le barre  
K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{zm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
Wk = Apertura delle fessure  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I  
2L = Doppia L lato labbri  
2Ldx = Doppia L lato costole  
C = C  
Cdx = C destra  
Cir. = Circolare  
Cir.c = Circolare cava  
I = I  
L = L  
Ldx = L destra  
Om. = Omega  
Pg = Pi greco  
Pr = Poligono regolare  
Prc = Poligono regolare cavo  
Pc = Per coordinate  
Ia = Inerzie assegnate  
R = Rettangolare  
Rc = Rettangolare cava  
T = T  
U = U  
Ur = U rovescia  
V = V  
Vr = V rovescia  
Z = Z  
Zdx = Z destra  
Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata  
B = Base  
b = Base inferiore  
H = Altezza  
h = Altezza parte inf.  
Cf sup = Copriferro superiore  
Cf inf = Copriferro inferiore  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Acc. = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Acc.	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
2	Ldx	20.00	60.00	60.00	30.00	3.50	3.50	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	Myu <daNm>	Sic.
0.25	7	SLV	1	575.00	12.19	13.57	12.19	8.63	-14827.70	-40175.10	2.709
2.83	17	SLU	1	317.41	12.19	13.57	12.19	12.75	13967.80	41588.10	2.977
5.75	17	SLU	1	25.00	12.19	13.57	12.19	7.96	-19413.70	-40174.10	2.069
6.25	7	SLV	2	470.00	12.19	13.57	12.19	9.31	-14608.80	-40176.00	2.750

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

8.47	17	SLU	2	247.50	12.19	12.19	12.19	11.38	5130.73	37135.70	7.238
10.70	3	SLV	2	25.00	12.19	13.57	12.19	9.29	-14699.50	-40175.90	2.733
11.20	17	SLU	3	580.00	12.19	13.57	12.19	7.91	-19760.20	-40174.00	2.033
14.16	17	SLU	3	284.35	12.19	13.57	12.19	12.75	14204.80	41586.00	2.928
16.75	3	SLV	3	25.00	12.19	13.57	12.19	8.58	-14966.20	-40175.00	2.684
0.25	8	SLD	1	575.00	12.19	13.57	12.19	8.63	-14170.20	-46405.20	3.275
2.83	2	SLD	1	317.41	12.19	13.57	12.19	12.75	9900.51	47886.50	4.837
5.75	2	SLD	1	25.00	12.19	13.57	12.19	7.96	-17736.30	-46405.70	2.616
6.25	8	SLD	2	470.00	12.19	13.57	12.19	9.31	-14069.90	-46404.70	3.298
8.47	6	SLD	2	247.50	12.19	12.19	12.19	11.38	3282.64	42771.00	13.030
10.70	4	SLD	2	25.00	12.19	13.57	12.19	9.29	-14159.90	-46404.60	3.277
11.20	6	SLD	3	580.00	12.19	13.57	12.19	7.91	-17937.30	-46405.70	2.587
14.16	6	SLD	3	284.35	12.19	13.57	12.19	12.75	10060.90	47884.10	4.759
16.75	4	SLD	3	25.00	12.19	13.57	12.19	8.58	-14311.30	-46405.20	3.243

**Stato limite ultimo - Ferri longitudinali - Verifiche armatura a taglio**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE I <cmq>	Tz <daN>	AfEP I <cmq>	σ <sub>e</sub> inf <daN/cmq>
0.25	17	SLU	1	575.00	13.57	-19348.30	4.94	3913.04
0.25	8	SLD	1	575.00	13.57	-14489.50	4.94	2930.39
2.83	1	SLV	1	317.41	13.57	2345.54	0.82	2863.85
2.83	2	SLD	1	317.41	13.57	2125.81	0.82	2595.56
5.75	17	SLU	1	25.00	13.57	21963.60	5.61	3913.04
5.75	2	SLD	1	25.00	13.57	16161.40	5.61	2879.33
6.25	17	SLU	2	470.00	13.57	-16683.30	4.26	3913.04
6.25	6	SLD	2	470.00	13.57	-13004.50	4.26	3050.18
8.47	3	SLV	2	247.50	12.19	2604.20	0.81	3209.84
8.47	4	SLD	2	247.50	12.19	2361.84	0.81	2911.11
10.70	17	SLU	2	25.00	13.57	16741.80	4.28	3913.04
10.70	2	SLD	2	25.00	13.57	13041.80	4.28	3048.26
11.20	17	SLU	3	580.00	13.57	-22155.00	5.66	3913.04
11.20	6	SLD	3	580.00	13.57	-16256.30	5.66	2871.21
14.16	3	SLV	3	284.35	13.57	2347.68	0.82	2864.01
14.16	4	SLD	3	284.35	13.57	2130.78	0.82	2599.41
16.75	17	SLU	3	25.00	13.57	19532.40	4.99	3913.04
16.75	4	SLD	3	25.00	13.57	14579.70	4.99	2920.84

**Stato limite d'esercizio - Ferri longitudinali - Verifiche armatura**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>e</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>e</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.25	18	SLE R	1	575.00	12.19	13.57	-8797.24	889.80	-186.77	15.48
0.25	20	SLE Q	1	575.00	12.19	13.57	-7809.28	789.87	-165.79	13.74
2.83	18	SLE R	1	317.41	12.19	13.57	10055.80	-381.04	933.19	29.10
2.83	20	SLE Q	1	317.41	12.19	13.57	8926.04	-338.23	828.35	25.83
5.75	18	SLE R	1	25.00	12.19	13.57	-13977.90	1413.79	-296.76	24.59
5.75	20	SLE Q	1	25.00	12.19	13.57	-12407.20	1254.92	-263.41	21.83
6.25	18	SLE R	2	470.00	12.19	13.57	-9980.89	1009.52	-211.90	17.56
6.25	20	SLE Q	2	470.00	12.19	13.57	-8859.51	896.09	-188.09	15.59
8.47	18	SLE R	2	247.50	12.19	12.19	3693.31	-143.15	380.00	11.01
8.47	20	SLE Q	2	247.50	12.19	12.19	3278.49	-127.07	337.32	9.78
10.70	18	SLE R	2	25.00	12.19	13.57	-10074.50	1018.99	-213.89	17.73
10.70	20	SLE Q	2	25.00	12.19	13.57	-8942.61	904.50	-189.86	15.73
11.20	18	SLE R	3	580.00	12.19	13.57	-14227.30	1439.02	-302.05	25.03
11.20	20	SLE Q	3	580.00	12.19	13.57	-12628.60	1277.32	-268.11	22.22
14.16	18	SLE R	3	284.35	12.19	13.57	10226.40	-387.50	949.03	29.59
14.16	20	SLE Q	3	284.35	12.19	13.57	9077.52	-343.97	842.41	26.27
16.75	18	SLE R	3	25.00	12.19	13.57	-8985.06	908.79	-190.76	15.81
16.75	20	SLE Q	3	25.00	12.19	13.57	-7976.00	806.73	-169.33	14.03

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c</sub> eff <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
19	0.25	20	SLE Q	1	2	1	575.00	-7809.28	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	789.87	1631.22	0.15	0.03
20	0.25	19	SLE F	1	2	1	575.00	-8006.87	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	809.86	1631.22	0.16	0.03
39	2.83	20	SLE Q	1	2	1	317.41	8926.04	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	828.35	2451.72	0.16	0.06
40	2.83	19	SLE F	1	2	1	317.41	9151.98	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	849.32	2451.72	0.16	0.07
59	5.75	20	SLE Q	1	2	1	25.00	-12407.20	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1254.92	1631.22	0.24	0.05
60	5.75	19	SLE F	1	2	1	25.00	-12721.30	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1286.70	1631.22	0.25	0.05
79	6.25	20	SLE Q	2	2	1	470.00	-8859.51	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	896.09	1631.22	0.17	0.04
80	6.25	19	SLE F	2	2	1	470.00	-9083.78	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	918.78	1631.22	0.18	0.04
99	8.47	20	SLE Q	2	2	1	247.50	3278.49	23.00	265.00	0.18	240.90	24.00	12.19	1022.33	337.32	2683.29	0.07	0.03
100	8.47	19	SLE F	2	2	1	247.50	3361.45	23.00	265.00	0.18	240.90	24.00	12.19	1022.33	345.85	2683.29	0.07	0.03
119	10.70	20	SLE Q	2	2	1	25.00	-8942.61	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	904.50	1631.22	0.18	0.04

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

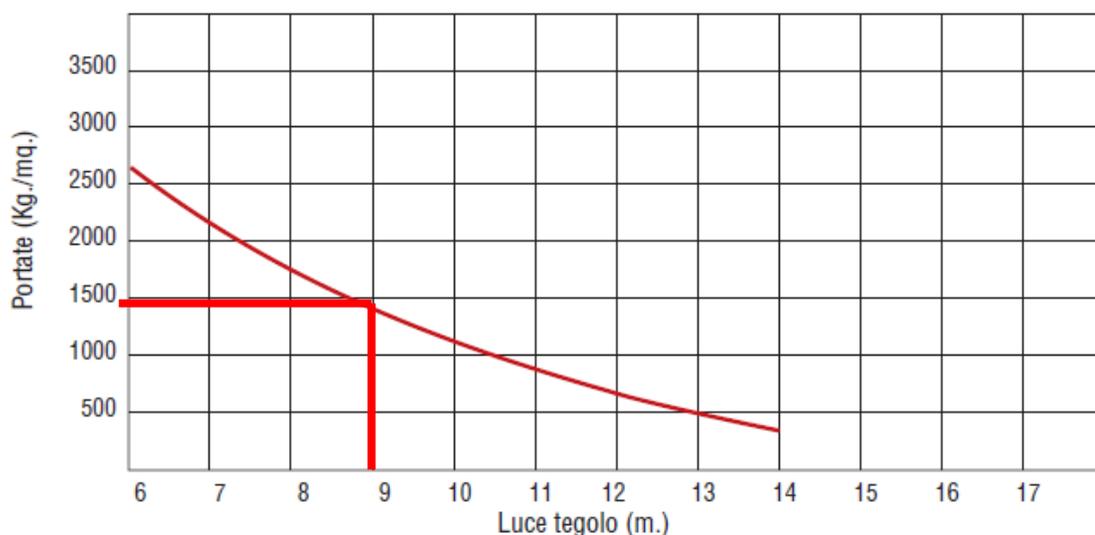
120	10.70	19	SLE F	2	2	1	25.00	-9168.99	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	927.40	1631.22	0.18	0.04
139	11.20	20	SLE Q	3	2	1	580.00	-12628.60	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1277.32	1631.22	0.25	0.05
140	11.20	19	SLE F	3	2	1	580.00	-12948.30	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	1309.66	1631.22	0.25	0.05
159	14.16	20	SLE Q	3	2	1	284.35	9077.52	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	842.41	2451.72	0.16	0.07
160	14.16	19	SLE F	3	2	1	284.35	9307.30	23.00	265.00	0.18	236.18	24.00	13.57	1102.96	863.74	2451.72	0.17	0.07
179	16.75	20	SLE Q	3	2	1	25.00	-7976.00	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	806.73	1631.22	0.16	0.03
180	16.75	19	SLE F	3	2	1	25.00	-8177.81	23.00	65.00	0.20	122.92	24.00	12.19	396.44	827.14	1631.22	0.16	0.03

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
TG	0.25	1.12	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	25203.70	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.81
TG	1.12	4.88	3.77	ø8/32 2 br.	3.14	0.20	21445.10	2.50	23925.60	44191.10	23925.60	1.12
TG	4.88	5.75	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	25597.10	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.78
TG	6.25	7.12	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	26487.60	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.72
TG	7.12	9.83	2.72	ø8/32 2 br.	3.14	0.20	22346.40	2.50	23925.60	44191.10	23925.60	1.07
TG	9.83	10.70	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	26498.40	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.72
TG	11.20	12.06	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	25577.90	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.79
TG	12.06	15.88	3.82	ø8/32 2 br.	3.14	0.20	21425.90	2.50	23925.60	44191.10	23925.60	1.12
TG	15.88	16.75	0.87	ø8/16 2 br.	6.28	0.20	25186.90	2.39	45679.00	45679.00	45679.00	1.81

11.1.3 *Solaio in tegoli alveolari*

**Diagrammi di portata tegolo alveolare H 30**



La portata del solaio in tegoli alveolari per una luce di 9 m è pari a 1400 daN/m<sup>2</sup>. Considerata l'entità dei carichi in copertura la verifica risulta soddisfatta.

## 11.2 Verifica delle strutture di fondazione

### 11.2.1 Sottoplinto in c.a. in opera 200x200 cm

#### Plinto pilastro n. 1

##### Simbologia

Caso	=	Caso di verifica
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC	=	Tipo di combinazione di carico
SLU	=	Stato limite ultimo
SLU S	=	Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	=	Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	=	Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	=	Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	=	Stato limite di danno
SLV	=	Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	=	Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	=	Stato limite di operatività
SLU I	=	Stato limite di resistenza al fuoco
Az	=	Azioni ed effetti sul plinto/palo
RVN	=	Reazioni vincolari agenti
TAG	=	Effetti dovuti ai tagli
ECC	=	Effetti dovuti all'eccentricità
PP	=	Effetti dovuti al peso proprio
SVR	=	Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno
TOT	=	Azioni totali di calcolo
N	=	Sforzo normale
Tx	=	Taglio in dir. X
Ty	=	Taglio in dir. Y
Mx	=	Momento intorno all'asse X
My	=	Momento intorno all'asse Y
$\sigma_t$	=	Tensione sul terreno
P <sub>sd</sub>	=	Sollecitazione di punzonamento
Pv	=	Perimetro di verifica per punzonamento
P <sub>rd</sub>	=	Resistenza al punzonamento
PV	=	Punto di verifica
		XXn = Posizione di verifica (coord. Y) per flessione intorno all'asse X
		YYn = Posizione di verifica (coord. X) per flessione intorno all'asse Y
Coord.	=	Coordinata del punto di verifica
Mom	=	Momento flettente
Mu	=	Momento ultimo
Sic.	=	Sicurezza a rottura
AfT	=	Area di ferro tesa
AfC	=	Area di ferro compressa
$\sigma_c$	=	Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	=	Tensione nel ferro
c	=	Ricoprimento dell'armatura
s	=	Distanza minima tra le barre
K3	=	Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
S <sub>rm</sub>	=	Distanza media tra le fessure
$\Phi$	=	Diametro della barra
A <sub>s</sub>	=	Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A <sub>c eff</sub>	=	Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	=	Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	=	Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\epsilon_{sm}$	=	Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=	Apertura delle fessure
Tipo	=	Tipo di verifica effettuata
Cf	=	Copriferro
Cls	=	Tipo di calcestruzzo
Fck	=	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk	=	Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd	=	Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd	=	Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Acc.	=	Tipo di acciaio
Fyk	=	Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd	=	Resistenza di calcolo dell'acciaio

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Cf <cm>	Cl <sub>s</sub>	F <sub>ck</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	F <sub>ctk</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	F <sub>cd</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	F <sub>ctd</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	Acc.	F <sub>yk</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	F <sub>yd</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >
4.00	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti

**Azioni, effetti e tensioni sul terreno**

Caso	CC	TCC	Az	N <daN>	T <sub>x</sub> <daN>	T <sub>y</sub> <daN>	M <sub>x</sub> <daNm>	M <sub>y</sub> <daNm>	σ <sub>t</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	P <sub>sd</sub> <daN>	P <sub>v</sub> <m>	P <sub>rd</sub> <daN>
1	1	SLV	RVN	35250.50	9341.46	1849.35	-5314.17	21048.90				
	1	SLV	TAG				-554.81	2802.44				
	1	SLV	ECC				0.00	0.00				
	1	SLV	TOT	38250.50	9341.46	1849.35	-5868.97	23851.30	-4.25	68039.00	6.16	77698.40
2	2	SLD	RVN	35008.70	8836.16	1847.20	-5304.74	19584.00				
	2	SLD	TAG				-554.16	2650.85				
	2	SLD	ECC				0.00	0.00				
	2	SLD	TOT	38008.70	8836.16	1847.20	-5858.90	22234.90	-3.84	61272.90	6.16	77698.40
20	20	SLE Q	RVN	29658.40	3588.73	833.66	-1124.31	4919.54				
	20	SLE Q	TAG				-250.10	1076.62				
	20	SLE Q	ECC				0.00	0.00				
	20	SLE Q	TOT	32658.40	3588.73	833.66	-1374.41	5996.16	-1.37			
18	18	SLE R	RVN	31374.90	4042.78	833.66	-1124.31	5541.98				
	18	SLE R	TAG				-250.10	1212.83				
	18	SLE R	ECC				0.00	0.00				
	18	SLE R	TOT	34374.90	4042.78	833.66	-1374.41	6754.82	-1.47			
19	19	SLE F	RVN	30001.70	3679.54	833.66	-1124.31	5044.03				
	19	SLE F	TAG				-250.10	1103.86				
	19	SLE F	ECC				0.00	0.00				
	19	SLE F	TOT	33001.70	3679.54	833.66	-1374.41	6147.89	-1.39			

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	Mu <daNm>	Sic.
1	1	SLV	XX1	0.25	17627.10	20847.80	1.18
1	1	SLV	XX2	-0.25	17627.10	20847.80	1.18
1	1	SLV	YY1	0.25	17627.10	20853.40	1.18
1	1	SLV	YY2	-0.25	17627.10	20853.40	1.18
2	2	SLD	XX1	0.25	15874.20	24435.30	1.54
2	2	SLD	XX2	-0.25	15874.20	24435.30	1.54
2	2	SLD	YY1	0.25	15874.20	24453.80	1.54
2	2	SLD	YY2	-0.25	15874.20	24453.80	1.54

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a flessione**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	A <sub>FT</sub> <cmq>	A <sub>FC</sub> <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	σ <sub>f</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >
18	18	SLE R	XX1	0.25	5881.21	21.49	10.18	-31.44	1175.43
18	18	SLE R	XX2	-0.25	5881.21	21.49	10.18	-31.44	1175.43
18	18	SLE R	YY1	0.25	5881.21	21.49	11.06	-31.58	1179.35
18	18	SLE R	YY2	-0.25	5881.21	21.49	11.06	-31.58	1179.35
19	19	SLE F	XX1	0.25	5544.35	21.49	10.18	-29.64	1108.10
19	19	SLE F	XX2	-0.25	5544.35	21.49	10.18	-29.64	1108.10
19	19	SLE F	YY1	0.25	5544.35	21.49	11.06	-29.77	1111.79
19	19	SLE F	YY2	-0.25	5544.35	21.49	11.06	-29.77	1111.79
20	20	SLE Q	XX1	0.25	5460.13	21.49	10.18	-29.19	
20	20	SLE Q	XX2	-0.25	5460.13	21.49	10.18	-29.19	
20	20	SLE Q	YY1	0.25	5460.13	21.49	11.06	-29.32	
20	20	SLE Q	YY2	-0.25	5460.13	21.49	11.06	-29.32	

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	CC	TCC	PV	Coord. <m>	Mom <daNm>	c <mm>	s <mm>	K <sub>3</sub>	S <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	σ <sub>sr</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	ε <sub>sm</sub>	W <sub>k</sub> <mm>
20	20	SLE Q	XX1	0.25	5460.13	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1087.24	2332.09	0.21	0.08

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD  
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

20	20	SLE Q	XX2	-0.25	5460.13	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1087.24	2332.09	0.21	0.08
20	20	SLE Q	YY1	0.25	5460.13	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1088.29	2332.47	0.21	0.08
20	20	SLE Q	YY2	-0.25	5460.13	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1088.29	2332.47	0.21	0.08
19	19	SLE F	XX1	0.25	5544.35	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1104.01	2332.09	0.21	0.09
19	19	SLE F	XX2	-0.25	5544.35	30.00	233.49	0.13	233.29	20.00	13.45	1702.18	1104.01	2332.09	0.21	0.09
19	19	SLE F	YY1	0.25	5544.35	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1105.07	2332.47	0.21	0.09
19	19	SLE F	YY2	-0.25	5544.35	30.00	238.49	0.13	235.66	20.00	13.45	1720.54	1105.07	2332.47	0.21	0.09

**Verifiche effettuate**

Caso	Tipo
1	$\sigma_{t \min}$ (max compr.), sLU N cost - min. sic., sLU Punzonamento - min. sic.
2	sLD N cost - min. sic., sLD Punzonamento - min. sic.
20	c.Q.Per. - $\sigma_{c \min}$ (max compr.), c.Q.Per. - $W_{k \max}$
18	c.Rare - $\sigma_{c \min}$ (max compr.), c.Rare - $\sigma_{f \max}$ (max traz.), c.Rare - $\sigma_{f \min}$ (max compr.)
19	c.Freq - $W_{k \max}$

### 11.3 Plinti di fondazione

#### 11.3.1 Verifica della capacità portante

I parametri geotecnici dell'unità stratigrafica interessata dalla realizzazione dei plinti sono i seguenti:

$$\phi = 38^\circ$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

#### Fattori di capacità portante

$$N_q = e^{\pi \text{tg} \phi} \cdot \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'/2) = 48,87$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi' = 77,92$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotg} \phi' = 61,27$$

#### Fattori di forma (per fondazione a pianta di forma quadrata)

$$s_c = 1 + N_q / N_c = 1 + 48,87 / 61,27 = 1,79$$

$$s_q = 1 + \text{tg} \phi = 1,78$$

$$s_\gamma = 0,6$$

#### Fattori di profondità

A favore di sicurezza si decide di non considerare il contributo dei fattori di profondità.

Fattori di inclinazione

I fattori di inclinazione della base e di inclinazione del piano campagna sono da considerare unitari in quanto i plinti poggiano su piani orizzontali.

Pertanto la formula di Brinch Hansen è riconducibile a:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + c \cdot N_c \cdot s_c$$

Verifica capacità portante

Il carico esercitato dal plinto sul terreno dall'analisi dinamica modale condotta risulta:

$$N_{ed} = 69200 \text{ daN}$$

Si determina il carico limite:

$$\begin{aligned} Q_{lim} &= (1/2 \cdot 2000 \text{ daN/m}^3 \cdot 2 \text{ m} \cdot 77,92 \cdot 0,6) \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = \\ &= 93504 \text{ daN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 374016 \text{ daN} \end{aligned}$$

$$Q_{lim} / 2,3 = 162615 \text{ daN}$$

$$Q_{lim} / N_{ed} = 162615 \text{ daN} / 69200 \text{ daN} = 2,34 > 1 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

## 12 VERIFICA BASAMENTI DEI GRUPPI ELETTROGENI

Si riporta la verifica del basamento del gruppo elettrogeno più pesante vale a dire il Gruppo Elettrogeno delle cabine elettriche di Cogollo sud e Cogollo nord che pesa 25000 daN.

### 12.1 Verifica della capacità portante

Il peso del gruppo elettrogeno è:

$$P_{g.e.} = 25000 \text{ daN}$$

Il peso del basamento è pari a:

$$P_{basamento} = 2,5 \text{ m} \cdot 12 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 2500 \text{ daN/m}^3 = 22500 \text{ daN}$$

La pressione esercitata sul terreno è pari a

$$(1,5 \cdot 47500 \text{ daN}) / (2,5 \text{ m} \times 12 \text{ m}) = 2375 \text{ daN/m}^2$$

Si determina il carico limite:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot 1900 \text{ daN/m}^3 \cdot 2,5 \text{ m} \cdot 109 \cdot 0,6 = 155325 \text{ daN/m}^2 = 15,53 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} / 2,3 = 6,75 \text{ daN/cm}^2$$

$$0,23 \text{ daN/cm}^2 < 6,75 \text{ daN/cm}^2 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$