




Autostrada Asti-Cuneo

ADEGUAMENTO DELLA TANGENZIALE DI ALBA

PROGETTO DEFINITIVO

05 - OPERE D'ARTE

05.01 - Adeguamento ponte Canale Riddone Relazione di calcolo Tracciato principale

| | | | |
|--|--|--|---|
| IMPRESA  | PROGETTISTA  | INTEGRATORE ATTIVITA' SPECIALISTICHE Dott. Ing. Salvatore Sguazzo Albo degli Ingegneri provincia di Salerno n. 5031  | COMMITTENTE Autostrada Asti-Cuneo S.p.A. Direzione e Coordinamento: S.A.L.T. p.A. (Gruppo ASTM) Via XX Settembre, 98/E 00187 Roma |
|--|--|--|---|

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTR. | APPROV. | RIESAME | DATA | SCALA |
|------|---------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|-------------|-------|
| A | 05-2021 | EMISSIONE | Ing. Grandi | Ing. Ferrari | Ing. Sguazzo | XXXX | MAGGIO 2021 | varie |
| | | | | | | | N. Progr. | |
| | | | | | | | 05.01.01 | |

| | | | | | | | |
|----------|----------|-----|-----------|----|-----|-----|-----------------|
| CODIFICA | PROGETTO | LIV | DOCUMENTO | | | REV | WBS |
| | P018 | D | OMG | CA | 001 | A | A331TA0000 |
| | | | | | | | CUP |
| | | | | | | | G64E20002060005 |

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO | VISTO DELLA COMMITTENTE |
| | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 5 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 7 |
| 3 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 4 | ANALISI DEI CARICHI..... | 10 |
| 4.1 | PESO PROPRIO | 10 |
| 4.2 | SOVRACCARICO PERMANENTE | 10 |
| 4.2.1 | Pavimentazione | 10 |
| 4.3 | VENTO..... | 10 |
| 4.4 | SOVRACCARICO STRADALE | 14 |
| 4.5 | URTO..... | 15 |
| 5 | SOFTWARE DI CALCOLO | 16 |
| 5.1 | METODO ED IPOTESI DI CALCOLO | 16 |
| 5.2 | DATI IMPALCATO..... | 18 |
| 5.2.1 | Traversi in testata | 19 |
| 5.2.2 | Trave prefabbricata VH160 | 19 |
| 5.2.3 | Geometria getto in opera | 20 |
| 5.2.4 | Materiali..... | 21 |
| 6 | CARICHI APPLICATI | 22 |
| 6.1 | VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI PERMANENTI | 22 |
| 6.1.1 | Fase 1 | 22 |
| 6.1.2 | Fase 2 | 22 |
| 6.2 | VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI VARIABILI | 22 |
| 6.3 | CARICHI MOBILI PER CALCOLO M_{MAX} TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE)..... | 23 |
| 7 | COMBINAZIONI DI CARICO..... | 24 |
| 8 | SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE | 27 |
| 8.1 | Valori caratteristici sollecitazioni..... | 27 |
| 8.1.1 | Prima fase - Al taglio trefoli ed in opera | 27 |
| 8.1.2 | Seconda fase - carichi permanenti | 27 |
| 8.1.3 | Seconda fase - carichi da traffico | 29 |
| 8.2 | Valori di combinazione..... | 32 |
| 8.2.1 | Combinazioni SLU | 32 |

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8.2.1.1 | Prima fase - Al taglio dei trefoli | 32 |
| 8.2.1.2 | Prima fase - Al getto soletta | 33 |
| 8.2.1.3 | Seconda fase – Persistenti transitorie P/T | 34 |
| 8.2.2 | Combinazioni SLE | 34 |
| 8.2.2.1 | Prima fase - Al taglio dei trefoli | 34 |
| 8.2.2.2 | Prima fase - Al getto soletta | 35 |
| 8.2.2.3 | Seconda fase - S.L.E. Rara..... | 36 |
| 8.2.2.4 | Seconda fase - S.L.E. Frequente..... | 37 |
| 8.2.2.5 | Seconda fase - S.L.E. Quasi permanente..... | 37 |
| 9 | SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA..... | 39 |
| 9.1 | Valori caratteristici momenti flettenti..... | 39 |
| 9.1.1 | Effetto globale..... | 39 |
| 9.1.1.1 | Carichi permanenti..... | 39 |
| 9.1.1.2 | Carichi da traffico | 39 |
| 9.1.2 | Effetto locale..... | 40 |
| 9.2 | Combinazioni SLU..... | 41 |
| 9.2.1 | Persistenti/Transitorie (P/T)..... | 41 |
| 9.3 | Combinazioni SLE | 42 |
| 9.3.1 | Combinazioni Rare | 42 |
| 9.3.2 | Combinazioni Frequenti | 42 |
| 9.3.3 | Combinazioni Quasi Permanenti | 42 |
| 10 | REAZIONI MASSIME SUGLI APPOGGI | 43 |
| 10.1 | VALORI CARATTERISTICI REAZIONI VERTICALI | 43 |
| 10.1.1 | Carichi 1° fase | 43 |
| 10.1.2 | Carichi 2° fase | 43 |
| 10.1.3 | Carichi da traffico | 43 |
| 10.2 | VALORI CARATTERISTICI REAZIONI ORIZZONTALI | 44 |
| 10.2.1 | Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione..... | 44 |
| 10.3 | Combinazioni..... | 45 |
| 10.3.1 | Combinazioni SLU P/T..... | 45 |
| 10.3.2 | SLE Rare..... | 45 |
| 10.3.3 | SLE Frequenti..... | 45 |
| 10.3.4 | SLE Quasi permanenti | 46 |
| 11 | INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI..... | 47 |
| 12 | VERIFICA TRAVE PREFABBRICATA | 53 |

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

| | | |
|----------|---|----|
| 12.1 | MODELLO DI CALCOLO..... | 53 |
| 12.2 | CODICE DI CALCOLO | 53 |
| 12.3 | DATI DI CALCOLO..... | 54 |
| 12.3.1 | Dati geometrici..... | 54 |
| 12.3.1.1 | Schemi statici..... | 54 |
| 12.3.1.2 | Unità di misura | 55 |
| 12.3.1.3 | Prima fase..... | 55 |
| 12.3.1.4 | Seconda fase | 55 |
| 12.3.2 | Armature trave prefabbricata..... | 56 |
| 12.3.2.1 | Armature di precompressione pretesate | 56 |
| 12.3.2.2 | Armatura lenta..... | 56 |
| 12.3.2.3 | Armatura getto in opera..... | 57 |
| 12.3.3 | Materiali..... | 57 |
| 12.3.3.1 | Calcestruzzo delle travi prefabbricate | 57 |
| 12.3.3.2 | Calcestruzzo gettato in opera | 59 |
| 12.3.3.3 | Acciaio per c.a.p..... | 59 |
| 12.3.3.4 | Acciaio per armatura lenta..... | 60 |
| 12.4 | VERIFICA AGLI SLU..... | 61 |
| 12.4.1 | Verifica sezione all'appoggio..... | 61 |
| 12.4.1.1 | Verifiche prima fase..... | 61 |
| 12.4.1.2 | Verifica a taglio dopo getto 2° fase | 61 |
| 12.4.1.3 | Verifica seconda fase: trave+getto in opera | 62 |
| 12.4.2 | Verifica sezione di mezzaria..... | 62 |
| 12.4.2.1 | Verifiche prima fase..... | 62 |
| 12.4.2.2 | Verifica a flessione dopo getto 2° fase..... | 64 |
| 12.4.2.3 | Verifica a taglio dopo getto 2° fase | 64 |
| 12.4.2.4 | Verifica seconda fase: trave+getto in opera | 64 |
| 12.5 | VERIFICA AGLI SLE | 65 |
| 12.5.1 | Verifica sezione all'appoggio..... | 65 |
| 12.5.1.1 | Verifica tensionale..... | 65 |
| 12.5.1.2 | Verifica a rottura per flessione $t=inf$ | 67 |
| 12.5.1.3 | Verifica rottura per taglio $t=inf$ | 67 |
| 12.5.1.4 | Verifica rottura per torsione $t=inf$ | 67 |
| 12.5.1.5 | Verifica a taglio/torsione $t=inf$ | 68 |
| 12.5.1.6 | Forze di scorrimento tra i getti | 68 |
| 12.5.2 | Verifica sezione di mezzaria..... | 68 |

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

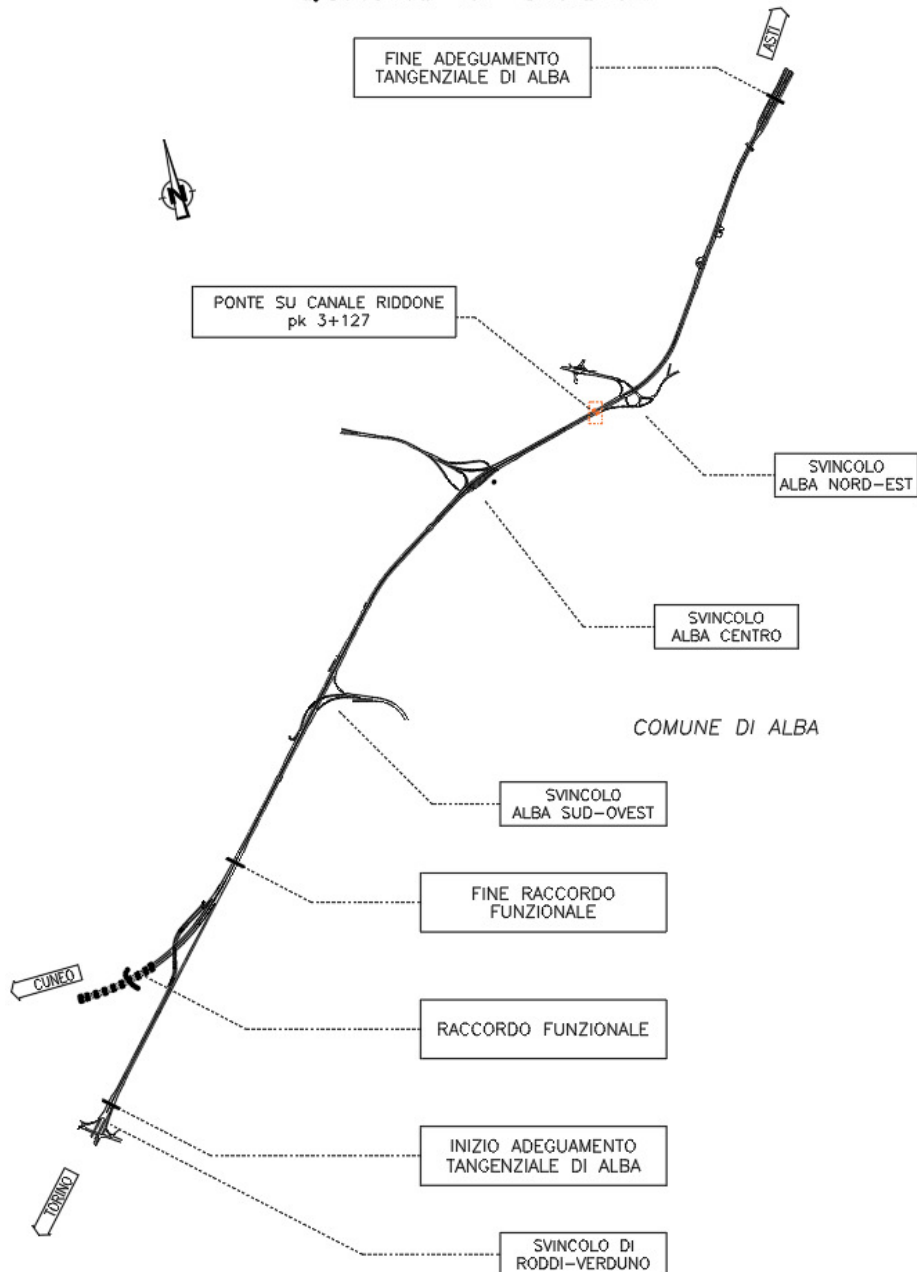
| | | |
|-----------|--|-----------|
| 12.5.2.1 | Verifica tensionale..... | 68 |
| 12.5.2.2 | Verifica a rottura per flessione t=inf..... | 70 |
| 12.5.2.3 | Verifica rottura per taglio t=inf..... | 70 |
| 12.5.2.4 | Verifica rottura per torsione t=inf..... | 71 |
| 12.5.2.5 | Verifica a taglio/torsione t=inf..... | 71 |
| 12.5.2.6 | Forze di scorrimento tra i getti | 72 |
| 13 | VERIFICA SOLETTA..... | 73 |
| 13.1 | DATI SEZIONE..... | 73 |
| 13.1.1 | Sezione C32/40 | 73 |
| 13.1.2 | Armature longitudinali – B450C..... | 73 |
| 13.2 | VERIFICHE AGLI SLU..... | 73 |
| 13.2.1 | Rottura per flessione | 73 |
| 13.2.2 | Rottura per taglio | 74 |
| 13.3 | VERIFICHE AGLI SLE..... | 74 |
| 13.3.1 | Verifiche a fessurazione..... | 74 |
| 13.3.1.1 | Combinazioni frequenti..... | 75 |
| 13.3.1.2 | Combinazioni quasi permanenti..... | 75 |
| 14 | VERIFICA PULVINO..... | 76 |
| 14.1 | VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI | 76 |
| 14.2 | VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO..... | 78 |
| 15 | PALI DI FONDAZIONE..... | 80 |
| 15.1 | VERIFICHE PALI..... | 80 |
| 15.1.1 | Verifiche stato limite ultimo..... | 81 |
| 15.1.2 | Verifiche stato limite di esercizio..... | 87 |
| 16 | CORDOLO..... | 96 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

1 PREMESSA

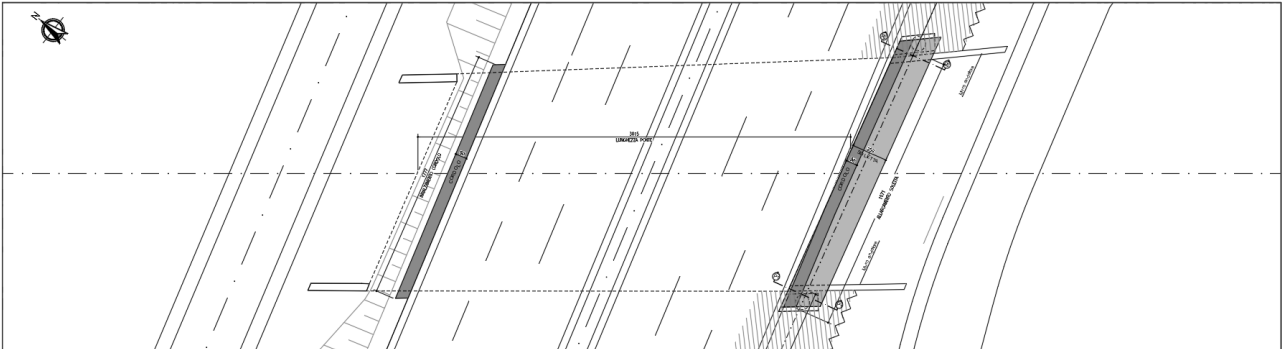
Nella presente relazione si procede al dimensionamento dell'allargamento del Canale Riddone mediante la realizzazione di un'opera su pali di grande diametro, tali opere sono previste nel quadro dei lavori per l'adeguamento e la messa in sicurezza della tangenziale di Alba (CN). L'opera è individuata ai pk 3+127.

QUADRO DI UNIONE

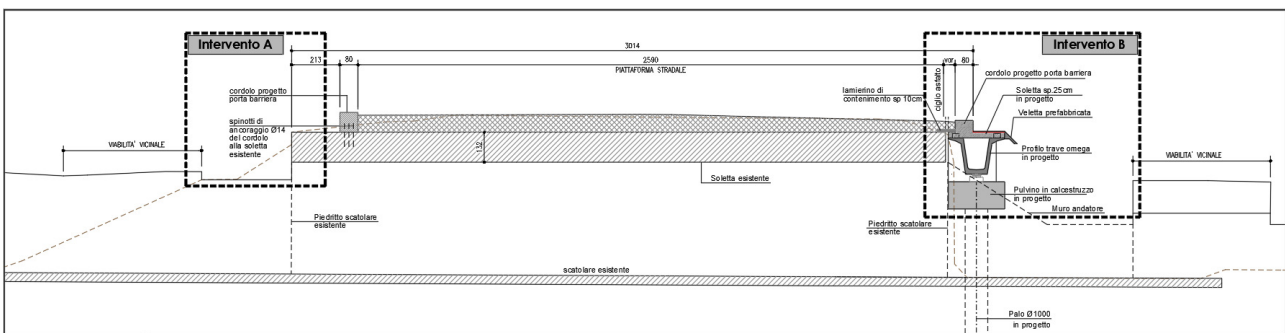


Il progetto l'allargamento della soletta (spessore 25cm) e la realizzazione di un nuovo cordolo (spessore 80cm) in c.a. secondo lo schema riportato nella figura sotto.

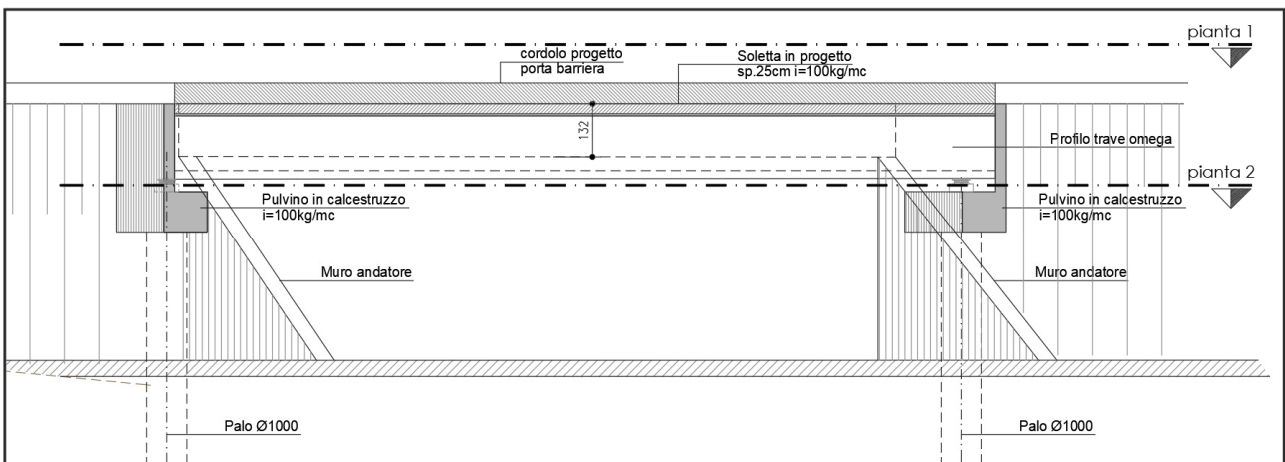
Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo



Pianta canale Riddone



Profilo canale Riddone



Vista allargamento canale Riddone

La larghezza dell'allargamento sarà di 2.50 lungo lo sviluppo dell'impalcato, per maggiore chiarezza si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Lo schema di calcolo adottato per la situazione in esame prevede lo studio della porzione di struttura in allargamento composta da una trave prefabbricata con forma ad omega, su cui viene realizzata una soletta ed il manto stradale, la struttura viene studiata con nella condizione di appoggio sui pali di fondazione.

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prof. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- CIRCOLARE esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019, "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prof. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- CIRCOLARE esplicativa n. 617 del 2 febbraio 2009, "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le caratteristiche dei materiali si faccia riferimento alla tabella dei materiali presente nell'elaborato grafico 05.01.02 "Adeguamento ponte Canale Riddone – Carpenterie e dettagli costruttivi".

| TABELLA MATERIALI IN OPERA | |
|---|---|
| <p>CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO ELEVAZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Classe di resistenza C32/40 – Slump S4 – Diametro massimo dell'inerte 32 mm – Classe di esposizione XA2 | <p>ACCIAIO IN BARRE B450C</p> <ul style="list-style-type: none"> – Copriferro minimo 4 cm – Sovrapposizione minima continua 80Ø |
| <p>CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO FONDAZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Classe di resistenza C32/40 – Slump S4 – Diametro massimo dell'inerte 32 mm – Classe di esposizione XA2 | |
| <p>CALCESTRUZZO MAGRO DI SOTTOFONDAZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Classe di resistenza C12/15 – Classe di esposizione X0 | |
| TABELLA MATERIALI PREFABBRICATI | |
| <p>CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO TRAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Classe di resistenza C35/45 | <p>ACCIAIO PRECOMPRESSO</p> <ul style="list-style-type: none"> – Trefoli fpk 1860MPa |

Si prevede comunque l'utilizzo di un calcestruzzi **C32/40** sia per l'elevazione che la fondazione, adeguato a resistere a condizioni ordinarie, per quanto riguarda la trave ad omega prefabbricata si prevede l'uso di calcestruzzo **C35/45**.

L'acciaio da armatura è del tipo **B450C** per le opere gettate in opera e trefoli fpk 1860 MPa per le opere prefabbricate.

4 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riassumono i carichi che sono stati inseriti nella modellazione.

I carichi sotto esposti verranno poi opportunamente combinati secondo la normativa vigente.

4.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio della struttura viene calcolato automaticamente dal programma.

4.2 SOVRACCARICO PERMANENTE

Il sovraccarico permanente (PERM) è rappresentato dal peso proprio della pavimentazione stradale.

4.2.1 Pavimentazione

Si adotta un valore pari a **3.00 kN/m²**.

4.3 VENTO

L'azione del vento è stata calcolata come previsto dalle NTC 2018 al par. 3.3 e dal Documento tecnico CNR DT 207: 2008 ("Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni").

La pressione cinetica di picco del vento è data dall'espressione:

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e(z)$$

dove:

- q_p è la pressione cinetica di picco;
- ρ è la densità media dell'aria, pari a 1.25kg/m²;
- v_r è la velocità di riferimento di progetto in m/s;
- c_e è il coefficiente di esposizione.

Di seguito si procede calcolando nell'ordine le seguenti grandezze:

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

- Velocità di base di riferimento;
- Periodo di ritorno e velocità di riferimento di progetto;
- Coefficiente di topografia;
- Coefficiente di esposizione;
- Pressione cinetica di picco del vento.

- Velocità base di riferimento

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, la velocità di base di riferimento viene definita dalla seguente espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

dove: $v_{b,0}$ è la velocità di base di riferimento a livello del mare;

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_a \cdot \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_s > a_0$$

dove: a_0, k_a sono parametri assegnati in funzione della zona geografica;

a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito in esame.

In base alla zona geografica (Zona 1) e all'altitudine del sito (circa 150m. s.l.m.), si ricava una velocità base di riferimento (v_b) pari a 25m/s.

- Periodo di ritorno e velocità di riferimento di progetto

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, la velocità è fornita dalla relazione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

dove:

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

v_b è la velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

c_r è il coefficiente di ritorno fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.65 \cdot \left\{ 1 - 0.138 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right] \right\} \quad \text{per } TR \geq 50 \text{ anni}$$

In base ad un periodo di ritorno di progetto stimato in 50 anni, si ottiene un valore di velocità del vento pari a 25.0m/s ($c_r = 1.0$).

- Coefficiente di topografia

In mancanza di più approfondite valutazioni, il coefficiente di topografia è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

- Coefficiente di esposizione

In mancanza di più approfondite valutazioni si sceglie la classe di rugosità 'C' (area con ostacoli diffusi). Pertanto, considerata la zona e l'altitudine del sito, la costruzione è ubicata nella categoria di esposizione III, cui risultano assegnati i parametri seguenti:

$$k_r = 0.20$$

$$z_0 = 0.10 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5.0 \text{ m}$$

Il coefficiente di esposizione è fornito dalle seguenti relazioni:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right) \cdot c_t(z_{min}) \cdot \left[\ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right) \cdot c_t(z_{min}) + 7 \right] \quad \text{per } z \leq z_{min}$$

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \cdot c_t(z) \cdot \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \cdot c_t(z) + 7 \right] \quad \text{per } z > z_{min}$$

In base all'altezza massima del manufatto (circa 7m) si possono ipotizzare le barriere poste ad una altezza $z = 10\text{m}$ ($z > z_{min}$):

$$c_e(z) = 2.34$$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

- Pressione cinetica di picco del vento

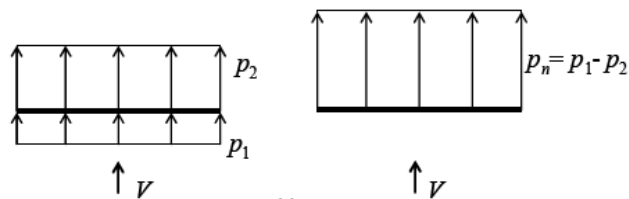
In base a quanto esposto, la pressione cinetica del vento sulle barriere assume il seguente valore:

$$q_p(z) = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 25^2 \cdot 2.34 = 929 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0.93 \text{ kN/m}^2}$$

a favore di sicurezza si assume un $q_p(z)$ pari a **1 kN/m²**

- Pressione complessiva sulla barriera

Le azioni esercitate dal vento su ciascuna faccia delle superfici di una barriera possono essere espresse come pressioni complessive, o risultanti, agenti perpendicolarmente alle superfici.



Pressioni esercitate dal vento su ciascuna faccia di una superficie

Tali pressioni sono date dalla relazione:

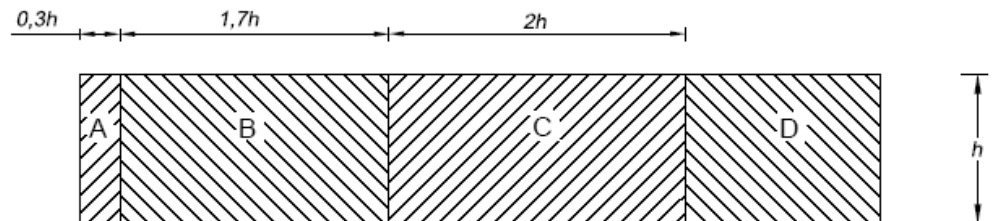
$$p_n(z) = q_p(z) \cdot c_{pn}$$

dove: q_p è la pressione cinetica del vento;

c_{pn} è il coefficiente di pressione complessiva.

Per il caso in esame la valutazione del coefficiente di pressione complessiva può essere fatta sulla base delle indicazioni riportate nell'appendice G, paragrafo 5 (muri e parapetti piani), del CNR DT 207. Dalla tabella G.X, per il caso $\phi = 1.0$ (assenza di aperture) e $L/h > 10$:

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo



Suddivisione della barriera in aree di uguale pressione compressiva

Si considera il caso intermedio B con un coefficiente c_{pn} pari a 2.10.

$$p_n = 1 \cdot 2.10 = 2.10 \text{ kN/m}^2$$

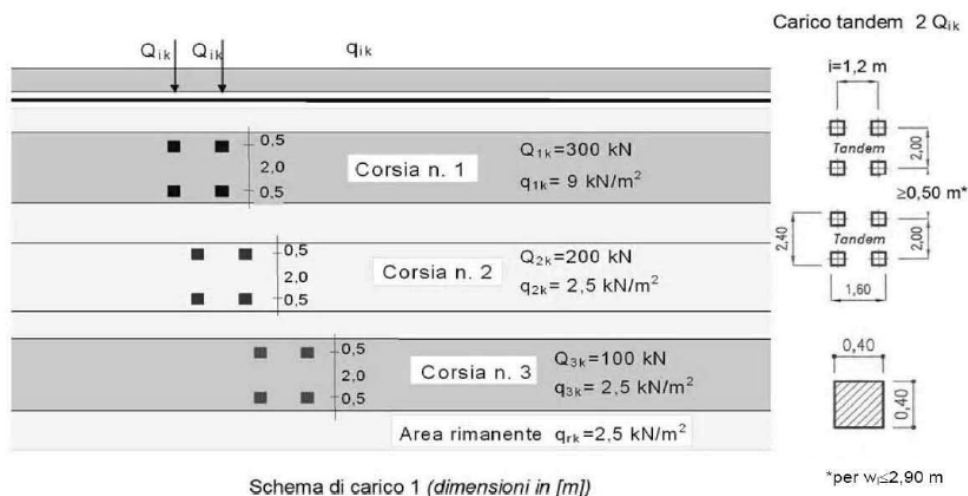
tenuto conto che l'azione del vento agisce su una barriera alta 3.00 m si considerano i seguenti carichi agenti sul muro derivanti dall'azione del vento:

$$F = 2.10 \cdot 3.00 = \mathbf{6.30 \text{ kN/m}}$$

$$M = 6.30 \cdot 3.00^2 / 2 = \mathbf{28.35 \text{ kNm}}$$

4.4 SOVRACCARICO STRADALE

Le azioni variabili da traffico gravanti sulla soletta superiore sono definite dallo schema di carico 1 (par. 5.1.3.3.5 NTC 2018), relativo a un ponte di prima categoria. Lo schema di carico considerato è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Si considera il caso la corsia di carico n.1.



Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

Come previsto al par. 5.1.3.3.6 delle NTC 2018 si considera un angolo di diffusione di 45° sino al piano medio della soletta, il carico agente pari a **300 kN** risulta distribuito su impronte di dimensioni 1.10x1.10 ml.

4.5 URTO

L'urto da traffico veicolare (par. 3.6.3.3 NTC 2018) può essere rappresentato da una forza orizzontale pari a 100 kN agente ad una distanza di 1.02 m dal piano viabile. Si considera una barriera con elementi resistenti ad interasse di 1,50m ed un urto che agisce su 2 montanti.

$$F = 100 / 1.50 = \mathbf{66.67 \text{ kN/m}}$$

$$M = 66.67 * 1.02 = \mathbf{68 \text{ kN}}$$

5 SOFTWARE DI CALCOLO

Per la modellazione della struttura fuori terra è stato utilizzato il programma SIGMAC ed. 8.31.

5.1 METODO ED IPOTESI DI CALCOLO

L'impalcato viene realizzato con travi in semplice appoggio collaboranti tra loro grazie all'azione della soletta.

Esso si presenta quindi come una lastra appoggiata sui lati opposti e che presenta una forte ortotropia.

Per la ricerca delle sollecitazioni nei vari elementi componenti l'impalcato si ricorre al metodo di Massonnet che permette, mediante l'ausilio di opportuni coefficienti, di risolvere la ripartizione dei carichi e conoscere le sollecitazioni.

Questo metodo fu proposto da Guyon nel 1946 per un grigliato di travi prive di rigidezza torsionale, ripreso da Massonnet nel 1950 per tener conto della torsione, infine esteso da Bares; questi ultimi Autori hanno sistemato in modo definitivo la materia in un libro ("Les calculs des grillages de pontres ed dalles orthotropes selon la Method Guyon - Massonnet - Bares", Dunod, Parigi, 1966) che fornisce un gran numero di tabelle direttamente utilizzabili dal progettista e che ne ha agevolato una larga diffusione.

Nel grigliato ortotropo il procedimento di Massonnet trae origine dallo studio di un graticcio appoggiato in corrispondenza degli estremi delle travi principali longitudinali e libero sugli altri estremi; graticcio che si suppone equivalente ad una piastra ortotropa.

Se si osserva un graticcio di travi si constata che si tratta di una struttura a travi bidirezionali a direzioni per lo più ortogonali.

Il comportamento dell'impalcato dipende essenzialmente dalle rigidezze flessionali e torsionali dei due ordini di travi e dalla loro reciproca influenza.

Si può, pertanto, pensare di assimilare l'impalcato ad una piastra ortotropa nella quale la caratterizzazione di comportamento nelle due direzioni sia data dalle rigidezze flessionali e torsionali anziché dai legami costitutivi dei materiali.

Il metodo di Massonnet considera l'impalcato reale come una lastra rettangolare di larghezza teorica

$$2 \cdot B = n \cdot i$$

$n = n.\text{travi}$, $i = \text{interasse travi}$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

e lunghezza pari alla luce di calcolo; tiene conto della differente deformabilità della lastra in senso longitudinale e in senso trasversale.

Si considera una condizione di carico

$$p(x;e) = P_m \text{ sen } (\pi x/l)$$

variabile con legge sinusoidale ed agente parallelamente all'asse x con eccentricità e; per tale carico la deformata ha una legge $w(x,y;e)$ che si ottiene integrando l'equazione di Huber. Esprimendo in serie di Levy, la deformata assume la forma

$$w(x,y;e) = w(1/2,y;e) \text{ sen } (\pi x/l)$$

considerando una condizione di carico avente la stessa legge di variazione e lo stesso P_m ma distribuito su tutta la larghezza dell'impalcato

$$p(x;e) = (P_m/2b) \text{ sen } (\pi x/l)$$

si avrà una deformata cilindrica che può assumere la forma

$$w(x) = w(1/2) \text{ sen } (\pi x/l)$$

Si può, quindi, definire per una trave di ordinata y e carico di eccentricità e, il coefficiente di ripartizione trasversale (adimensionale)

$$K(y;e) = w(x,y;e) / w(x) = w(1/2,y;e) / w(1/2)$$

Si ha, pertanto, per il carico unitario di eccentricità e, il rapporto fra il carico su una trave di ordinata y e il carico medio $1/n$ dove n è il numero delle travi.

Il valore di $K(y;e)$ è stato calcolato dal Massonnet e tabellato in base ai parametri dai quali dipende e precisamente

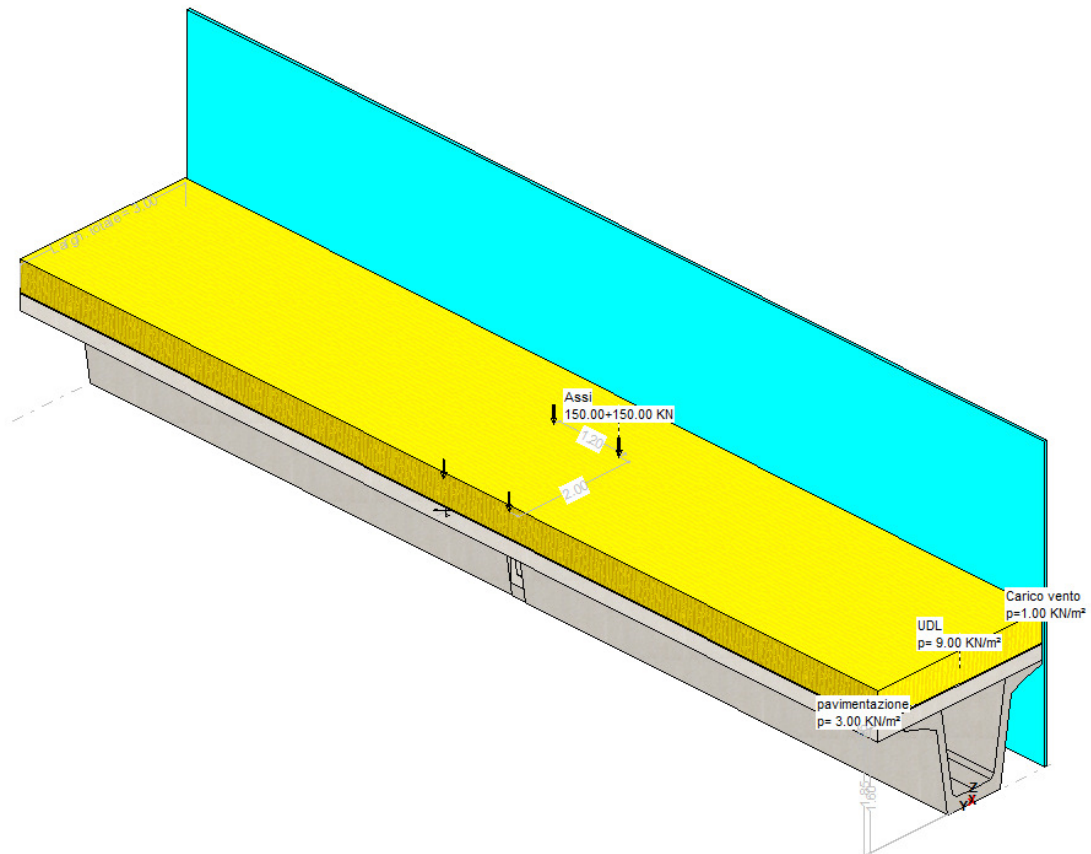
- a) dal rapporto y/b rappresentante la posizione della trave longitudinale presa in considerazione (e lungo la quale y ha sempre lo stesso valore);
- b) dal rapporto e/b che rappresenta la posizione del carico
- c) dal rapporto di rigidezza torsionale (compreso tra 0 e 1)

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

d) dal rapporto adimensionale di rigidità flessionale

5.2 DATI IMPALCATO

Tipo di impalcato: travi prefabbricate più soletta collaborante.



Modellazione adottata: visualizzazione 3D

| | |
|---------------------------------|-------|
| Luce di calcolo | 19.00 |
| Larghezza cordolo sinistro | 0.00 |
| Larghezza carreggiata | 3.00 |
| Larghezza cordolo destro | 0.00 |
| Larghezza fuori tutto impalcato | 3.00 |
| Numero travi | 1 |
| Tipo trave | VH160 |
| Interasse travi | 2.50 |
| Larghezza travi | 2.50 |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

| | |
|--------------------------------|------|
| Lunghezza retrotrave | 0.10 |
| Lunghezza ringrosso | 0.00 |
| Lunghezza svasatura | 0.00 |
| Eccentricità travi-soletta | 0.25 |
| Spessore medio soletta | 0.25 |
| Spessore minimo soletta | 0.20 |
| Luce di calcolo soletta | 1.30 |
| Larghezza marciapiede sinistro | 0.00 |
| Dist. marciapiede sinistro | 0.00 |
| Larghezza marciapiede destro | 0.00 |
| Dist. marciapiede destro | 0.00 |
| Spessore medio cordoli | 0.00 |

5.2.1 Traversi in testata

| | |
|---------------------------|--------------|
| Altezza sezione traversi | 1.40 |
| Spessore sezione traversi | 0.25 |
| n. | X [m] |
| 1 | 0.00 |
| 2 | 19.00 |

5.2.2 Trave prefabbricata VH160

Per la descrizione geometrica delle sezioni della trave viene utilizzato il sistema di riferimento x,y locale, avente asse x allineato con l'asse Y globale ma di direzione discorde, ed asse y concorde con asse Z globale.

| Vertice n. | x | y |
|------------|-------|------|
| 1 | -0.48 | 0.00 |
| 2 | -0.68 | 1.34 |
| 3 | -0.93 | 1.47 |
| 4 | -1.25 | 1.55 |
| 5 | -1.25 | 1.60 |
| 6 | -0.58 | 1.60 |
| 7 | -0.38 | 0.28 |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

| Vertice n. | x | y |
|------------|-------|------|
| 8 | -0.31 | 0.22 |
| 9 | 0.00 | 0.19 |
| 10 | 0.31 | 0.22 |
| 11 | 0.38 | 0.28 |
| 12 | 0.58 | 1.60 |
| 13 | 1.25 | 1.60 |
| 14 | 1.25 | 1.55 |
| 15 | 0.93 | 1.47 |
| 16 | 0.68 | 1.34 |
| 17 | 0.48 | 0.00 |

| | | |
|------------------------------|------|-------------------|
| Altezza della sezione | 1.60 | [m] |
| Spessore complessivo anime | 0.28 | [m] |
| Area sezione di calcestruzzo | 0.75 | [m ²] |
| Ordinata y baricentro | 0.80 | [m] |
| Ascissa x baricentro | 0.00 | [m] |
| J baricentro | 0.24 | [m ⁴] |
| Coefficiente torsionale | 0.18 | [m ⁴] |

5.2.3 Geometria getto in opera

La descrizione geometrica delle sezioni del getto in opera viene data nel sistema di riferimento X,Y,Z globale dell'impalcato

| Vertice n. | x | y |
|------------|-------|------|
| 1 | 1.75 | 1.60 |
| 2 | 1.75 | 1.85 |
| 3 | 0.25 | 1.85 |
| 4 | -1.25 | 1.85 |
| 5 | -1.25 | 1.60 |
| 6 | -0.58 | 1.60 |

| | | |
|-----------------------|-------|-----|
| Lunghezza in direz. X | 19.20 | [m] |
|-----------------------|-------|-----|

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

| | | |
|-----------------------|------|-------------------|
| Altezza della sezione | 0.25 | [m] |
| Area sezione | 0.75 | [m ²] |
| Z baricentro | 1.73 | [m] |
| J baricentrico | 0.00 | [m ⁴] |

5.2.4 Materiali

| | | |
|--|------------|----------------------|
| Ritiro differenziale trave - soletta | 0.00000 | [-] |
| Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave | 1.00 | [-] |
| Modulo elastico trave e soletta (calcolo frecce) | 3.364278E7 | [KN/m ²] |
| Peso specifico trave prefabbricata | 24.5250 | [KN/m ³] |
| Peso specifico calcestruzzo getto in opera | 24.5250 | [KN/m ³] |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

6 CARICHI APPLICATI

6.1 VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI PERMANENTI

6.1.1 Fase 1

Pesi gravanti sulla trave singola:

| | | |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Lunghezza trave in asse | 19.20 | [m] |
| Peso trave (sezione filante) | 18.34 | [KN/m] |
| Peso totale trave prefabbricata | 352.22 | [KN] |
| Peso soletta gravante sulla trave | 18.39 | [KN/m] |
| Peso trasverso in testata | 0.00 | [KN] |

6.1.2 Fase 2

Pavimentazione

La larghezza della carreggiata viene suddivisa in 20 intervalli uguali e per ciascuno di essi si determina il valore del coefficiente K_a di Massonet in corrispondenza del proprio baricentro. Si procede poi alla somma di tali effetti in modo da ottenere la porzione del carico pavimentazione agente sulla trave considerata

| | | |
|---|------|----------------------|
| Peso pavimentazione per unità di superficie | 3.00 | [KN/m ²] |
| Carico gravante sulla trave da verificare | 8.94 | [KN/m] |

6.2 VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI VARIABILI

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00 m. In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a 5,40 m.

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

Categoria ponte : *Stradale 1a categoria*

Numero assi per corsia: 2

| corsia | Nome | Q [KN] | p [KN/m ²] | α_Q | α_q |
|--------|----------|--------|------------------------|------------|------------|
| 1 | Corsia 1 | 300.00 | 9.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | Corsia 2 | 200.00 | 2.50 | 1.00 | 1.00 |
| 3 | Corsia 3 | 100.00 | 2.50 | 1.00 | 1.00 |

6.3 CARICHI MOBILI PER CALCOLO M_{MAX} TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE)

La ricerca del massimo momento flettente (che tende le fibre inferiori) viene effettuata spostando i carichi mobili in senso longitudinale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per il singolo traverso o per la soletta e in senso trasversale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per la singola sezione del traverso o della soletta.

A titolo esemplificativo si riporta il diagramma del coefficiente di influenza del traverso/soletta in corrispondenza della sezione di eccentricità $Y=0$

| Descrizione | Q a [KN] | q a [KN/m] | ecc.Y | Larghezza | μ |
|----------------|----------|------------|-------|-----------|-------|
| Zona rimanente | 0.00 | 7.50 | 0.25 | 3.00 | 0.097 |

| |
|---|
| <p>Collegamento autostradale Asti – Cuneo</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo</p> |
|---|

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico considerate sono quelle indicate dal D.M. 17 gennaio 2018 al punto 5.1.3

I carichi di interesse ai fini del dimensionamento e della verifica dell'impalcato, secondo la definizione riportata dalla suddetta normativa, sono:

- Azioni permanenti:

peso proprio degli elementi strutturali: g_1 ;

carichi permanenti portati: g_2 (pavimentazione stradale; marciapiedi, sicurvita, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili);

altre azioni permanenti: g_3 (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.);

- Deformazioni impresse:

distorsioni e presollecitazioni di progetto: ϵ_1 ;

Effetti reologici - ritiro e viscosità: ϵ_2, ϵ_3 ;

cedimenti vincolari ϵ_4 ;

- Azioni variabili:

Traffico veicolare; Q_1

Vento e neve; q_5

Variazioni termiche q_7 ;

- Azioni eccezionali;

- Azioni sismiche.

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (A1 STR) valgono:

| | $\gamma_{sup.}$ | $\gamma_{inf.}$ |
|---|-----------------|-----------------|
| Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali | 1.35 | 1.00 |
| Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali | 1.50 | 0.00 |
| Coeff. sicurezza carichi traffico | 1.35 | 0.00 |
| Coeff. sicurezza carichi variabili | 1.50 | 0.00 |

I coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali da utilizzare nelle combinazioni di carico agli SLE valgono:

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Carico | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|---|----------|----------|----------|
| gruppo 1 - Schema 1 - carichi distribuiti | 0.40 | 0.40 | 0.00 |
| gruppo 1 - Schema 1 - carichi tandem | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| gruppi 2 - frenatura/centrifuga | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| gruppo 3 - Schema 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| gruppo 4 - Schema 5 (folla) | 0.00 | 0.75 | 0.00 |
| gruppo 5 - veicoli speciali | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| gruppo 1 - Schema 2 (asse singolo) | 0.00 | 0.75 | 0.00 |
| vento a ponte scarico | 0.60 | 0.20 | 0.00 |
| termico | 0.60 | 0.60 | 0.50 |

I coefficienti ψ si riferiscono ai gruppi di azioni 1,2a,2b come specificato dalla tabella 5.1.IV del D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini delle verifiche degli stati limite vengono prese in considerazione le seguenti combinazioni delle azioni:

Verifiche agli stati limite ultimi

situazioni persistenti e transitorie EQU/STR/GEO

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Verifiche agli stati limite di esercizio

combinazione caratteristica (rara):

$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione frequente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione quasi permanente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

sismica E:

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

8 SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE

8.1 VALORI CARATTERISTICI SOLLECITAZIONI

8.1.1 Prima fase - Al taglio trefoli ed in opera

| X | Descrizione | peso trave | | peso soletta+traversi | |
|-------|-------------|------------|---------|-----------------------|---------|
| | | M [KN m] | V [KN] | M [KN m] | V [KN] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 174.27 | 0.00 | 174.74 |
| 1.00 | | 164.77 | 155.93 | 165.21 | 156.35 |
| 2.00 | | 311.68 | 137.59 | 312.51 | 137.95 |
| 3.00 | | 440.00 | 119.24 | 441.18 | 119.56 |
| 4.00 | | 550.04 | 100.90 | 551.51 | 101.17 |
| 5.00 | | 641.93 | 82.55 | 643.65 | 82.77 |
| 6.00 | | 715.10 | 64.21 | 717.01 | 64.38 |
| 7.00 | | 770.41 | 45.86 | 772.47 | 45.98 |
| 8.00 | | 806.84 | 27.52 | 809.00 | 27.59 |
| 9.00 | | 825.28 | 9.17 | 827.49 | 9.20 |
| 9.50 | mezzeria | 827.80 | 0.00 | 830.02 | 0.00 |
| 10.00 | | 825.28 | -9.17 | 827.49 | -9.20 |
| 11.00 | | 806.84 | -27.52 | 809.00 | -27.59 |
| 12.00 | | 770.41 | -45.86 | 772.47 | -45.98 |
| 13.00 | | 715.10 | -64.21 | 717.01 | -64.38 |
| 14.00 | | 641.93 | -82.55 | 643.65 | -82.77 |
| 15.00 | | 550.04 | -100.90 | 551.51 | -101.17 |
| 16.00 | | 440.00 | -119.24 | 441.18 | -119.56 |
| 17.00 | | 311.68 | -137.59 | 312.51 | -137.95 |
| 18.00 | | 164.77 | -155.93 | 165.21 | -156.35 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -174.27 | 0.00 | -174.74 |

8.1.2 Seconda fase - carichi permanenti

| Sez.X | Descrizione | peso cordoli | | |
|-------|-------------|--------------|--------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | peso cordoli | | |
|-------|-------------|--------------|--------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Sez.X | Descrizione | permanenti portati | | |
|-------|-------------|--------------------|--------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 84.93 | 14.93 |
| 1.00 | | 80.30 | 75.99 | 14.67 |
| 2.00 | | 151.90 | 67.05 | 13.93 |
| 3.00 | | 214.44 | 58.11 | 12.75 |
| 4.00 | | 268.07 | 49.17 | 11.22 |
| 5.00 | | 312.85 | 40.23 | 9.42 |
| 6.00 | | 348.51 | 31.29 | 7.44 |
| 7.00 | | 375.46 | 22.35 | 5.36 |
| 8.00 | | 393.22 | 13.41 | 3.23 |
| 9.00 | | 402.20 | 4.47 | 1.08 |
| 9.50 | mezzeria | 403.43 | 0.00 | 0.00 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | permanenti portati | | |
|-------|-------------|--------------------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 10.00 | | 402.20 | -4.47 | -1.08 |
| 11.00 | | 393.22 | -13.41 | -3.23 |
| 12.00 | | 375.46 | -22.35 | -5.36 |
| 13.00 | | 348.51 | -31.29 | -7.44 |
| 14.00 | | 312.85 | -40.23 | -9.42 |
| 15.00 | | 268.07 | -49.17 | -11.22 |
| 16.00 | | 214.44 | -58.11 | -12.75 |
| 17.00 | | 151.90 | -67.05 | -13.93 |
| 18.00 | | 80.30 | -75.99 | -14.67 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -84.93 | -14.93 |

8.1.3 Seconda fase - carichi da traffico

| Sez.X | Descrizione | Tandem-TS | | |
|-------|-------------|-----------|---------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 590.48 | 40.43 |
| 1.00 | | 557.21 | 558.39 | 94.90 |
| 2.00 | | 1051.95 | 526.30 | 113.84 |
| 3.00 | | 1481.68 | 494.20 | 95.59 |
| 4.00 | | 1847.41 | 462.11 | 63.19 |
| 5.00 | | 2149.66 | 430.02 | 41.23 |
| 6.00 | | 2386.38 | 397.93 | 38.83 |
| 7.00 | | 2560.64 | 365.84 | 44.34 |
| 8.00 | | 2668.86 | 333.75 | 41.06 |
| 9.00 | | 2714.11 | 301.66 | 24.45 |
| 9.50 | mezzeria | 2713.31 | -285.61 | 13.86 |
| 10.00 | | 2714.11 | -301.66 | -24.45 |
| 11.00 | | 2668.86 | -333.75 | -41.06 |
| 12.00 | | 2560.64 | -365.84 | -44.34 |
| 13.00 | | 2386.38 | -397.93 | -38.83 |
| 14.00 | | 2149.66 | -430.02 | -41.23 |
| 15.00 | | 1847.41 | -462.11 | -63.19 |
| 16.00 | | 1481.68 | -494.20 | -95.59 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | Tandem-TS | | |
|-------|-------------|-----------|---------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 17.00 | | 1051.95 | -526.30 | -113.84 |
| 18.00 | | 557.21 | -558.39 | -94.90 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -590.48 | -40.43 |

| Sez.X | Descrizione | Distribuito-UDL | | |
|-------|-------------|-----------------|---------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 260.66 | 71.42 |
| 1.00 | | 246.44 | 233.97 | 67.90 |
| 2.00 | | 466.17 | 208.69 | 59.32 |
| 3.00 | | 658.11 | 184.87 | 49.14 |
| 4.00 | | 822.69 | 162.49 | 40.73 |
| 5.00 | | 960.13 | 141.53 | 35.17 |
| 6.00 | | 1069.57 | 122.05 | 31.50 |
| 7.00 | | 1152.29 | 103.98 | 28.09 |
| 8.00 | | 1206.79 | 87.39 | 24.32 |
| 9.00 | | 1234.37 | 72.22 | 20.76 |
| 9.50 | mezzeria | 1238.14 | 57.19 | 19.08 |
| 10.00 | | 1234.37 | -72.22 | -20.76 |
| 11.00 | | 1206.79 | -87.39 | -24.32 |
| 12.00 | | 1152.29 | -103.98 | -28.09 |
| 13.00 | | 1069.57 | -122.05 | -31.50 |
| 14.00 | | 960.13 | -141.53 | -35.17 |
| 15.00 | | 822.69 | -162.49 | -40.73 |
| 16.00 | | 658.11 | -184.87 | -49.14 |
| 17.00 | | 466.17 | -208.69 | -59.32 |
| 18.00 | | 246.44 | -233.97 | -67.90 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -260.66 | -71.42 |

| Sez.X | Descrizione | Folla marciapiedi | | |
|-------|-------------|-------------------|--------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | Folla marciapiedi | | |
|-------|-------------|-------------------|--------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Sez.X | | gruppo1 (tab. 5.1.IV) | | |
|-------|----------|-----------------------|---------|----------|
| | | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 851.14 | 111.85 |
| 1.00 | | 803.65 | 792.36 | 162.80 |
| 2.00 | | 1518.12 | 734.98 | 173.16 |
| 3.00 | | 2139.79 | 679.07 | 144.73 |
| 4.00 | | 2670.10 | 624.60 | 103.92 |
| 5.00 | | 3109.79 | 571.55 | 76.40 |
| 6.00 | | 3455.95 | 519.98 | 70.34 |
| 7.00 | | 3712.93 | 469.82 | 72.43 |
| 8.00 | | 3875.66 | 421.14 | 65.38 |
| 9.00 | | 3948.48 | 373.88 | 45.21 |
| 9.50 | mezzeria | 3951.45 | -228.42 | 32.94 |
| 10.00 | | 3948.48 | -373.88 | -45.21 |
| 11.00 | | 3875.66 | -421.14 | -65.38 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | | gruppo1 (tab. 5.1.IV) | | |
|-------|----------|-----------------------|---------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 12.00 | | 3712.93 | -469.82 | -72.43 |
| 13.00 | | 3455.95 | -519.98 | -70.34 |
| 14.00 | | 3109.79 | -571.55 | -76.40 |
| 15.00 | | 2670.10 | -624.60 | -103.92 |
| 16.00 | | 2139.79 | -679.07 | -144.73 |
| 17.00 | | 1518.12 | -734.98 | -173.16 |
| 18.00 | | 803.65 | -792.36 | -162.80 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -851.14 | -111.85 |

8.2 VALORI DI COMBINAZIONE

8.2.1 Combinazioni SLU

8.2.1.1 Prima fase - Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,1} \}$$

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|--------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 235.27 |
| 1.00 | | 222.43 | 210.51 |
| 2.00 | | 420.76 | 185.74 |
| 3.00 | | 594.01 | 160.97 |
| 4.00 | | 742.56 | 136.21 |
| 5.00 | | 866.61 | 111.44 |
| 6.00 | | 965.38 | 86.68 |
| 7.00 | | 1040.05 | 61.91 |
| 8.00 | | 1089.24 | 37.15 |
| 9.00 | | 1114.13 | 12.38 |
| 9.50 | mezzeria | 1117.53 | 0.00 |
| 10.00 | | 1114.13 | -12.38 |
| 11.00 | | 1089.24 | -37.15 |
| 12.00 | | 1040.05 | -61.91 |
| 13.00 | | 965.38 | -86.68 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|---------|
| 14.00 | | 866.61 | -111.44 |
| 15.00 | | 742.56 | -136.21 |
| 16.00 | | 594.01 | -160.97 |
| 17.00 | | 420.76 | -185.74 |
| 18.00 | | 222.43 | -210.51 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -235.27 |

8.2.1.2 *Prima fase - Al getto soletta*

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|---------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 471.17 |
| 1.00 | | 445.46 | 421.57 |
| 2.00 | | 842.65 | 371.98 |
| 3.00 | | 1189.60 | 322.38 |
| 4.00 | | 1487.10 | 272.78 |
| 5.00 | | 1735.54 | 223.19 |
| 6.00 | | 1933.35 | 173.59 |
| 7.00 | | 2082.88 | 123.99 |
| 8.00 | | 2181.39 | 74.40 |
| 9.00 | | 2231.24 | 24.80 |
| 9.50 | mezzeria | 2238.06 | 0.00 |
| 10.00 | | 2231.24 | -24.80 |
| 11.00 | | 2181.39 | -74.40 |
| 12.00 | | 2082.88 | -123.99 |
| 13.00 | | 1933.35 | -173.59 |
| 14.00 | | 1735.54 | -223.19 |
| 15.00 | | 1487.10 | -272.78 |
| 16.00 | | 1189.60 | -322.38 |
| 17.00 | | 842.65 | -371.98 |
| 18.00 | | 445.46 | -421.57 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -471.17 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

8.2.1.3 Seconda fase – Persistenti transitorie P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN-m] | V [KN] | T [KN-m] |
|-------|-------------|----------|----------|----------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 1747.61 | 173.40 |
| 1.00 | | 1650.84 | 1605.25 | 241.78 |
| 2.00 | | 3119.96 | 1464.78 | 254.66 |
| 3.00 | | 4399.97 | 1326.29 | 214.51 |
| 4.00 | | 5493.84 | 1189.75 | 157.12 |
| 5.00 | | 6403.03 | 1055.13 | 117.27 |
| 6.00 | | 7121.64 | 922.51 | 106.12 |
| 7.00 | | 7658.53 | 791.78 | 105.83 |
| 8.00 | | 8003.36 | 663.05 | 93.12 |
| 9.00 | | 8164.99 | 536.24 | 62.65 |
| 9.50 | mezzeria | 8177.67 | -308.36 | 44.47 |
| 10.00 | | 8164.99 | -536.24 | -62.65 |
| 11.00 | | 8003.36 | -663.05 | -93.12 |
| 12.00 | | 7658.53 | -791.78 | -105.83 |
| 13.00 | | 7121.64 | -922.51 | -106.12 |
| 14.00 | | 6403.03 | -1055.13 | -117.27 |
| 15.00 | | 5493.84 | -1189.75 | -157.12 |
| 16.00 | | 4399.97 | -1326.29 | -214.51 |
| 17.00 | | 3119.96 | -1464.78 | -254.66 |
| 18.00 | | 1650.84 | -1605.25 | -241.78 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -1747.61 | -173.40 |

8.2.2 Combinazioni SLE

8.2.2.1 Prima fase - Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G1_{k,1} \}$$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|---------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 174.27 |
| 1.00 | | 164.77 | 155.93 |
| 2.00 | | 311.68 | 137.59 |
| 3.00 | | 440.00 | 119.24 |
| 4.00 | | 550.04 | 100.90 |
| 5.00 | | 641.93 | 82.55 |
| 6.00 | | 715.10 | 64.21 |
| 7.00 | | 770.41 | 45.86 |
| 8.00 | | 806.84 | 27.52 |
| 9.00 | | 825.28 | 9.17 |
| 9.50 | mezzeria | 827.80 | 0.00 |
| 10.00 | | 825.28 | -9.17 |
| 11.00 | | 806.84 | -27.52 |
| 12.00 | | 770.41 | -45.86 |
| 13.00 | | 715.10 | -64.21 |
| 14.00 | | 641.93 | -82.55 |
| 15.00 | | 550.04 | -100.90 |
| 16.00 | | 440.00 | -119.24 |
| 17.00 | | 311.68 | -137.59 |
| 18.00 | | 164.77 | -155.93 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -174.27 |

8.2.2.2 Prima fase - Al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M | V |
|-------|-------------|---------|--------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 289.68 |
| 1.00 | | 271.13 | 252.94 |
| 2.00 | | 505.57 | 216.21 |
| 3.00 | | 703.31 | 179.47 |
| 4.00 | | 864.36 | 142.73 |
| 5.00 | | 988.71 | 105.99 |
| 6.00 | | 1076.37 | 69.25 |
| 7.00 | | 1127.33 | 32.51 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | M | V |
|-------|-------------|---------|---------|
| 7.88 | mezzeria | 1142.07 | 0.00 |
| 8.00 | | 1141.73 | -4.22 |
| 9.00 | | 1119.17 | -40.96 |
| 10.00 | | 1059.78 | -77.70 |
| 11.00 | | 963.55 | -114.44 |
| 12.00 | | 830.63 | -151.18 |
| 13.00 | | 661.02 | -187.92 |
| 14.00 | | 454.71 | -224.66 |
| 15.00 | | 211.71 | -261.39 |
| 15.77 | appoggio | 0.00 | -289.68 |

8.2.2.3 Seconda fase - S.L.E. Rara

$$E_d = E \{ \sum G_{1,k,2^{a}fase} + \sum G_{2,k,2^{a}fase} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
|-------|-------------|----------|---------|----------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 936.07 | 126.78 |
| 1.00 | | 883.95 | 868.35 | 177.47 |
| 2.00 | | 1670.02 | 802.04 | 187.09 |
| 3.00 | | 2354.23 | 737.18 | 157.48 |
| 4.00 | | 2938.17 | 673.77 | 115.14 |
| 5.00 | | 3422.64 | 611.79 | 85.82 |
| 6.00 | | 3804.45 | 551.28 | 77.78 |
| 7.00 | | 4088.39 | 492.17 | 77.79 |
| 8.00 | | 4268.87 | 434.55 | 68.62 |
| 9.00 | | 4350.68 | 378.35 | 46.29 |
| 9.50 | mezzeria | 4354.88 | -228.42 | 32.94 |
| 10.00 | | 4350.68 | -378.35 | -1.08 |
| 11.00 | | 4268.87 | -434.55 | -3.23 |
| 12.00 | | 4088.39 | -492.17 | -5.36 |
| 13.00 | | 3804.45 | -551.28 | -7.44 |
| 14.00 | | 3422.64 | -611.79 | -9.42 |
| 15.00 | | 2938.17 | -673.77 | -11.22 |
| 16.00 | | 2354.23 | -737.18 | -12.75 |
| 17.00 | | 1670.02 | -802.04 | -13.93 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
|-------|-------------|----------|---------|----------|
| 18.00 | | 883.95 | -868.35 | -14.67 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -936.07 | -14.93 |

8.2.2.4 Seconda fase - S.L.E. Frequente

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2^{\alpha}fase} + \sum G_{2,k,2^{\alpha}fase} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
|-------|-------------|----------|---------|----------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 632.06 | 73.82 |
| 1.00 | | 596.78 | 588.37 | 113.00 |
| 2.00 | | 1127.33 | 545.25 | 123.04 |
| 3.00 | | 1588.94 | 502.71 | 104.10 |
| 4.00 | | 1982.70 | 460.75 | 74.91 |
| 5.00 | | 2309.14 | 419.36 | 54.41 |
| 6.00 | | 2566.12 | 378.56 | 49.17 |
| 7.00 | | 2756.86 | 338.32 | 49.85 |
| 8.00 | | 2877.58 | 298.68 | 43.76 |
| 9.00 | | 2931.54 | 259.60 | 27.72 |
| 9.50 | mezzeria | 2933.67 | -191.33 | 18.03 |
| 10.00 | | 2931.54 | -259.60 | -1.08 |
| 11.00 | | 2877.58 | -298.68 | -3.23 |
| 12.00 | | 2756.86 | -338.32 | -5.36 |
| 13.00 | | 2566.12 | -378.56 | -7.44 |
| 14.00 | | 2309.14 | -419.36 | -9.42 |
| 15.00 | | 1982.70 | -460.75 | -11.22 |
| 16.00 | | 1588.94 | -502.71 | -12.75 |
| 17.00 | | 1127.33 | -545.25 | -13.93 |
| 18.00 | | 596.78 | -588.37 | -14.67 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -632.06 | -14.93 |

8.2.2.5 Seconda fase - S.L.E. Quasi permanente

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2^{\alpha}fase} + \sum G_{2,k,2^{\alpha}fase} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
|-------|-------------|----------|--------|----------|
|-------|-------------|----------|--------|----------|

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez.X | Descrizione | M [KN m] | V [KN] | T [KN m] |
|--------------|--------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 0.00 | appoggio | 0.00 | 84.93 | 14.93 |
| 1.00 | | 80.30 | 75.99 | 14.67 |
| 2.00 | | 151.90 | 67.05 | 13.93 |
| 3.00 | | 214.44 | 58.11 | 12.75 |
| 4.00 | | 268.07 | 49.17 | 11.22 |
| 5.00 | | 312.85 | 40.23 | 9.42 |
| 6.00 | | 348.51 | 31.29 | 7.44 |
| 7.00 | | 375.46 | 22.35 | 5.36 |
| 8.00 | | 393.22 | 13.41 | 3.23 |
| 9.00 | | 402.20 | 4.47 | 1.08 |
| 9.50 | mezzeria | 403.43 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 402.20 | -4.47 | -1.08 |
| 11.00 | | 393.22 | -13.41 | -3.23 |
| 12.00 | | 375.46 | -22.35 | -5.36 |
| 13.00 | | 348.51 | -31.29 | -7.44 |
| 14.00 | | 312.85 | -40.23 | -9.42 |
| 15.00 | | 268.07 | -49.17 | -11.22 |
| 16.00 | | 214.44 | -58.11 | -12.75 |
| 17.00 | | 151.90 | -67.05 | -13.93 |
| 18.00 | | 80.30 | -75.99 | -14.67 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -84.93 | -14.93 |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

9 SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA

L'impalcato del ponte oggetto di studio è completato in opera con una soletta collaborante.

La soletta ha il compito di sopportare localmente i carichi sia permanenti sia accidentali, trasferirli alle strutture principali e collaborare con le travi stesse per riportare i carichi sugli appoggi. La soletta, inoltre, funge da traverso: ne segue che bisognerà tenere conto anche dei momenti indotti dalla ripartizione trasversale di tutti i carichi eccentrici ed in particolare di quelli mobili. La verifica verrà condotta considerando la somma del momento dovuto agli effetti locali e il momento dovuto agli effetti di ripartizione.

9.1 VALORI CARATTERISTICI MOMENTI FLETTENTI

9.1.1 Effetto globale

9.1.1.1 Carichi permanenti

| Sez. | Descrizione | peso cordoli [KN m/m] | Perm Portati [KN m/m] |
|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| -1.25 | estremità dx | 0.00 | -0.02 |
| -1.00 | | 0.00 | -0.12 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | -0.35 |
| 1.00 | | 0.00 | -0.16 |
| 1.25 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

9.1.1.2 Carichi da traffico

| Sez. | Descrizione | Tandem-TS | |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| | | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
| -1.25 | estremità dx | 0.00 | -0.07 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.28 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 1.25 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Distribuito-UDL | |
|-------|--------------|-----------------|---------------|
| | | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
| -1.25 | estremità dx | 0.00 | -0.21 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| Sez. | Descrizione | Distribuito-UDL | |
|-------|--------------|-----------------|---------------|
| | | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
| -1.00 | | 0.00 | -0.82 |
| 0.00 | asse travi | 1.16 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.13 | 0.00 |
| 1.25 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | gruppo 1 (tab.5.1.IV) | |
|-------|--------------|-----------------------|---------------|
| | | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
| -1.25 | estremità dx | 0.00 | -0.29 |
| -1.00 | | 0.00 | -0.49 |
| 0.00 | asse travi | 1.16 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.13 | 0.00 |
| 1.25 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

9.1.2 Effetto locale

Il momento massimo trasversale dato dall'effetto locale dei carichi sulla soletta viene determinato servendosi di uno schema semplificato di trave semi incastrata e prendendo il momento in mezzera.

I carichi permanenti considerati sono il peso proprio della soletta (G1) e della pavimentazione (G2).

La ricerca del massimo momento flettente generato dai carichi mobili viene condotta considerando il carico LM2 illustrato nella Normativa al punto 5.1.3.3.5.

Tale schema, considerato autonomamente e assunto a riferimento solo per verifiche locali, è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico (di dimensioni 0.35x0.60 [m]) poste ad un interasse di 2.00 [m]: il carico totale asse è pari a 400.00 [KN]

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire attraverso una diffusione a 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

Il momento minimo dato dall'effetto locale, invece, viene valutato come uno schema statico di trave perfettamente incastrata.

| | |
|--|-----------|
| Luce Soletta | 1.30 |
| Carico per ruota - schema 2 | 200.00 |
| Interasse ruote | 2.00 |
| Dimensioni impronta ruota LX x BY | 0.35x0.60 |
| Larghezza impronta a metà spessore soletta | 0.80 |
| Lunghezza influenza | 2.00 |

Momento flettente trasversale [KN · m/m] (positivo tende le fibre inferiori):

| | M max | M min |
|---|-------|--------|
| effetto locale permanenti strutturali | 1.30 | -0.86 |
| effetto locale permanenti non strutturali | 0.63 | -0.42 |
| effetto locale LM2 | 15.40 | -14.20 |

9.2 COMBINAZIONI SLU

9.2.1 Persistenti/Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN · m/m] | Mmin [KN · m/m] |
|-------|--------------|-----------------|-----------------|
| -1.25 | estremità dx | 23.50 | -21.09 |
| -1.00 | | 23.31 | -21.80 |
| 0.00 | asse travi | 24.52 | -21.49 |
| 1.00 | | 23.43 | -21.20 |
| 1.25 | estremità sx | 23.49 | -20.97 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

9.3 COMBINAZIONI SLE

9.3.1 Combinazioni Rare

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2^{\alpha_{fase}}} + \sum G2_{k,2^{\alpha_{fase}}} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -1.25 | estremità dx | 17.33 | -15.57 |
| -1.00 | | 17.21 | -16.09 |
| 0.00 | asse travi | 18.13 | -15.84 |
| 1.00 | | 17.30 | -15.64 |
| 1.25 | estremità sx | 17.33 | -15.48 |

9.3.2 Combinazioni Frequenti

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2^{\alpha_{fase}}} + \sum G2_{k,2^{\alpha_{fase}}} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -1.25 | estremità dx | 13.48 | -11.99 |
| -1.00 | | 13.36 | -12.15 |
| 0.00 | asse travi | 13.59 | -12.29 |
| 1.00 | | 13.37 | -12.09 |
| 1.25 | estremità sx | 13.48 | -11.94 |

9.3.3 Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2^{\alpha_{fase}}} + \sum G2_{k,2^{\alpha_{fase}}} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN m/m] | Mmin [KN m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -1.25 | estremità dx | 1.93 | -1.28 |
| -1.00 | | 1.81 | -1.40 |
| 0.00 | asse travi | 1.58 | -1.64 |
| 1.00 | | 1.77 | -1.44 |
| 1.25 | estremità sx | 1.93 | -1.29 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

10 REAZIONI MASSIME SUGLI APPOGGI

Il calcolo delle reazioni degli appoggi è condotto secondo quanto indicato in DM 17/01/2018 - Norme tecniche per le costruzioni e la relativa Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

I valori delle reazioni degli appoggi qui riportate sono da intendersi come valori caratteristici.

10.1 VALORI CARATTERISTICI REAZIONI VERTICALI

10.1.1 Carichi 1° fase

| Trave | peso trave [KN] | peso soletta+traversi [KN] |
|-------|-----------------|----------------------------|
| 1 | 176.11 | 176.58 |

10.1.2 Carichi 2° fase

| Trave | peso cordoli [KN] | permanenti portati [KN] |
|-------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 0.00 | 85.83 |

10.1.3 Carichi da traffico

| Trave | Tandem-TS [KN] | Distribuito-UDL [KN] | Folla Marciapiedi [KN] |
|-------|----------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 590.48 | 260.66 | 0.00 |

Riepilogo pesi complessivi impalcato [KN] :

| | |
|----------------------------|--------|
| Peso totale travi | 352.22 |
| Peso totale traversi | 0.00 |
| Peso totale soletta | 353.16 |
| Peso totale cordoli | 0.00 |
| Peso totale pavimentazione | 171.65 |
| Peso totale baraccature | 0.00 |

Peso strutturale complessivo impalcato - $G_1 = 705.38$ [KN]

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

Peso non strutturale complessivo impalcato - $G_2 = 171.65$ [KN]

10.2 VALORI CARATTERISTICI REAZIONI ORIZZONTALI

10.2.1 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale numero 1 ed è pari a:

$$180 \text{ kN} \leq 0,60 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (\text{ponti di 1}^{\text{a}} \text{ categoria})$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, si assume uniformemente distribuita sulla larghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Trattandosi di un ponte di 1^a categoria la forza vale [KN] :

| | |
|--|--------|
| limitazione inferiore frenatura | 180.00 |
| limitazione superiore frenatura | 900.00 |
| Azione di Frenamento - valore di confronto | 411.30 |

Azione longitudinale totale di frenamento = 411.30 [KN]

| | | |
|--|--------|----------------------|
| Azione del vento : | | |
| Altezza barriera | 3.00 | [m] |
| Pressione cinetica | 1.00 | [KN/m ²] |
| Forza totale sull'impalcato F_{yw} | 93.12 | [KN] |
| | | |
| Azione longitudinale di frenamento q_3 : | | |
| Forza totale sull'impalcato F_{xq} | 411.30 | [KN] |
| | | |
| Azione centrifuga: (q4 - D.M. 17 gennaio 2018 - 5.1.3.6) | | |
| Raggio di curvatura | 0.00 | [m] |
| Forza totale sull'impalcato F_{yq} | 0.00 | [KN] |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

10.3 COMBINAZIONI

10.3.1 *Combinazioni SLU P/T*

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} + \psi_0 \cdot \gamma_W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_W \cdot W_k + \psi_0 \cdot \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 1753.91 | 604.87 |

Reazione laterale su spalla Ry = 69.84

Reazione longitudinale totale Rx = 555.25

10.3.2 *SLE Rare*

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,i} + \sum G2_{k,i} + Q_{k,gruppo 1} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,i} + \sum G2_{k,i} + W_k + \psi_0 \cdot Q_{k,gruppo 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,i} + \sum G2_{k,i} + Q_{k,gruppo 2} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 1289.65 | 438.52 |

Reazione laterale su spalla Ry = 46.56

Reazione longitudinale totale Rx = 411.30

10.3.3 *SLE Frequenti*

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,i} + \sum G2_{k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_{1,W} \cdot W_k + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 2} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 985.64 | 438.52 |

Reazione laterale su spalla $R_y = 9.31$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

10.3.4 SLE Quasi permanenti

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 2} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 438.52 | 438.52 |

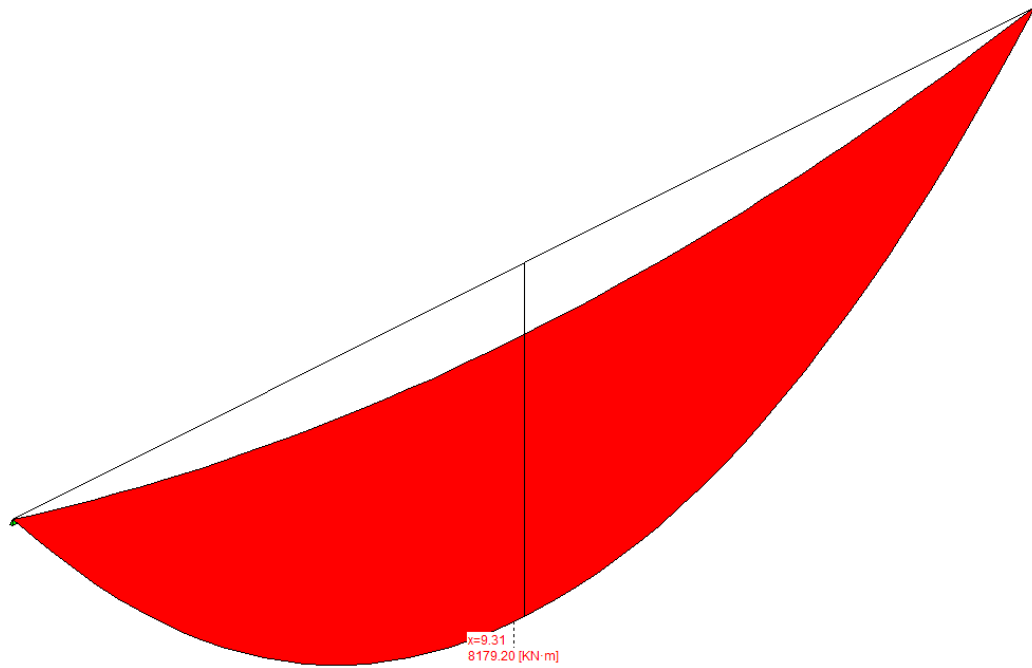
Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

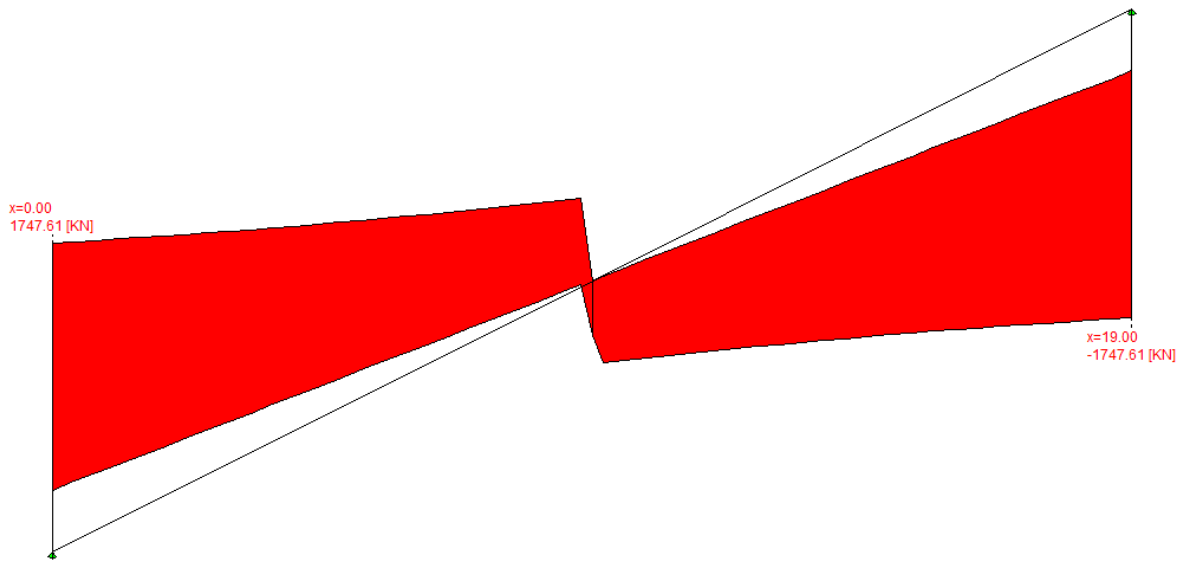
Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

11 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito vengono riportati i diagrammi degli involuppi del momento flettente e del taglio agenti sulla trave agli SLU ed SLE.

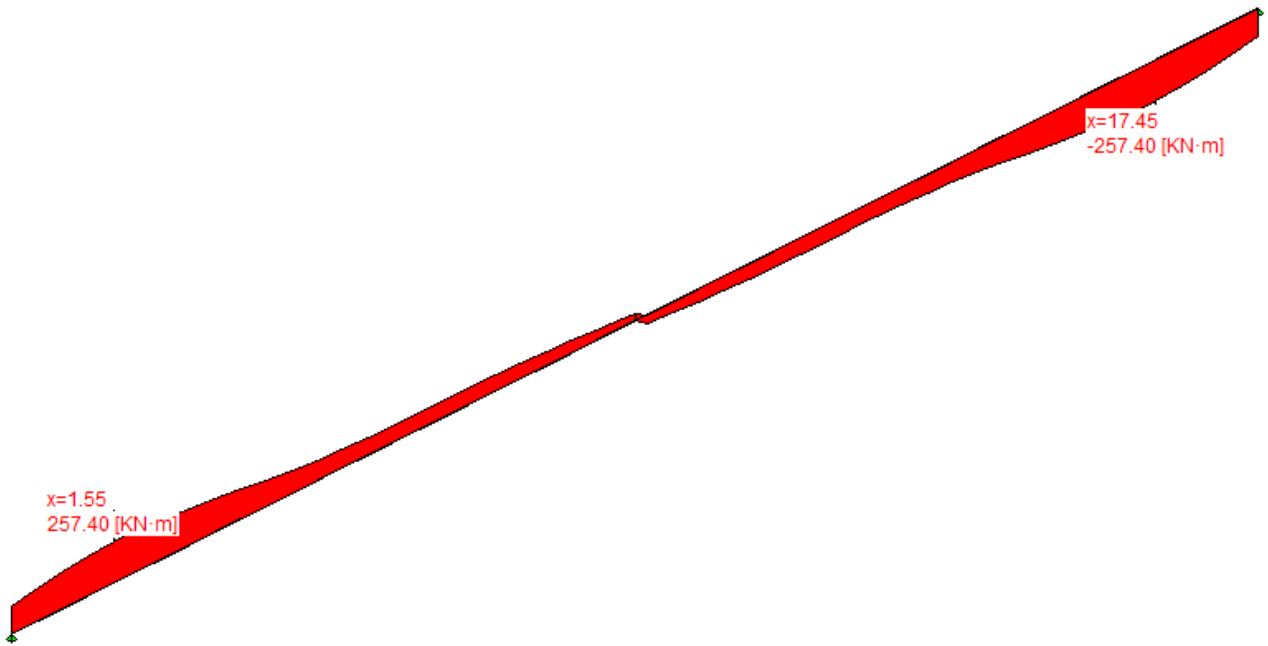


Inviluppo Momento flettente agli SLU



Inviluppo Taglio agli SLU

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

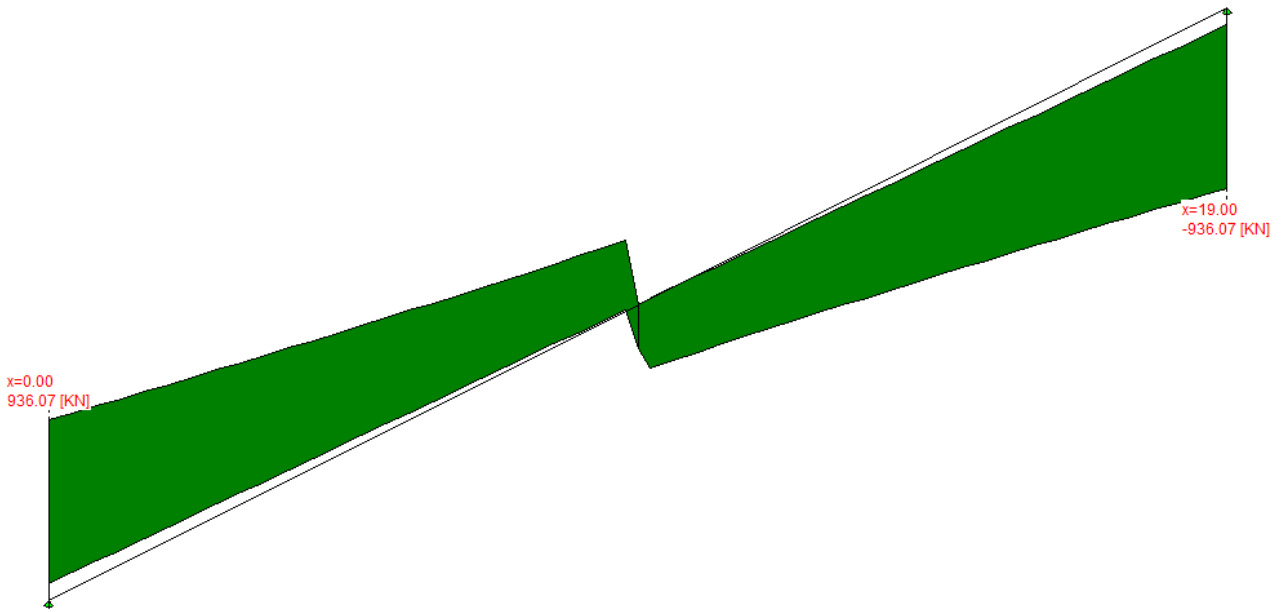


Involuppo Momento torcente agli SLU

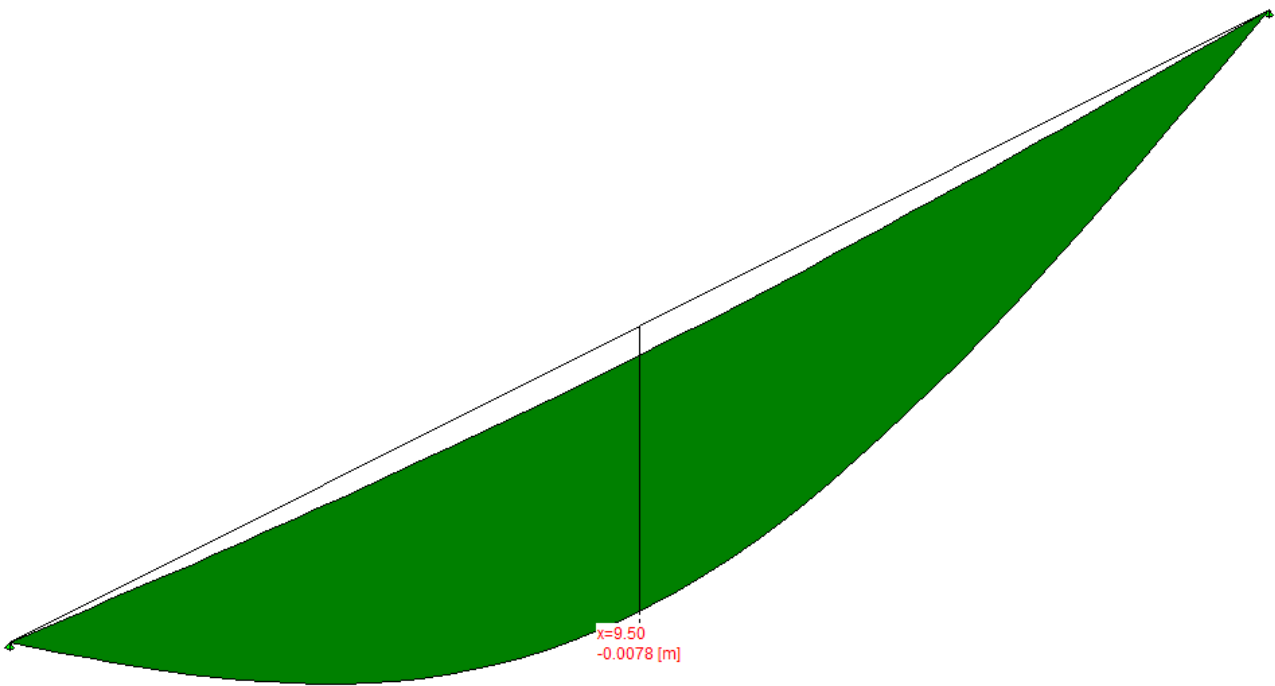


Involuppo Momento flettente combinazione rara

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

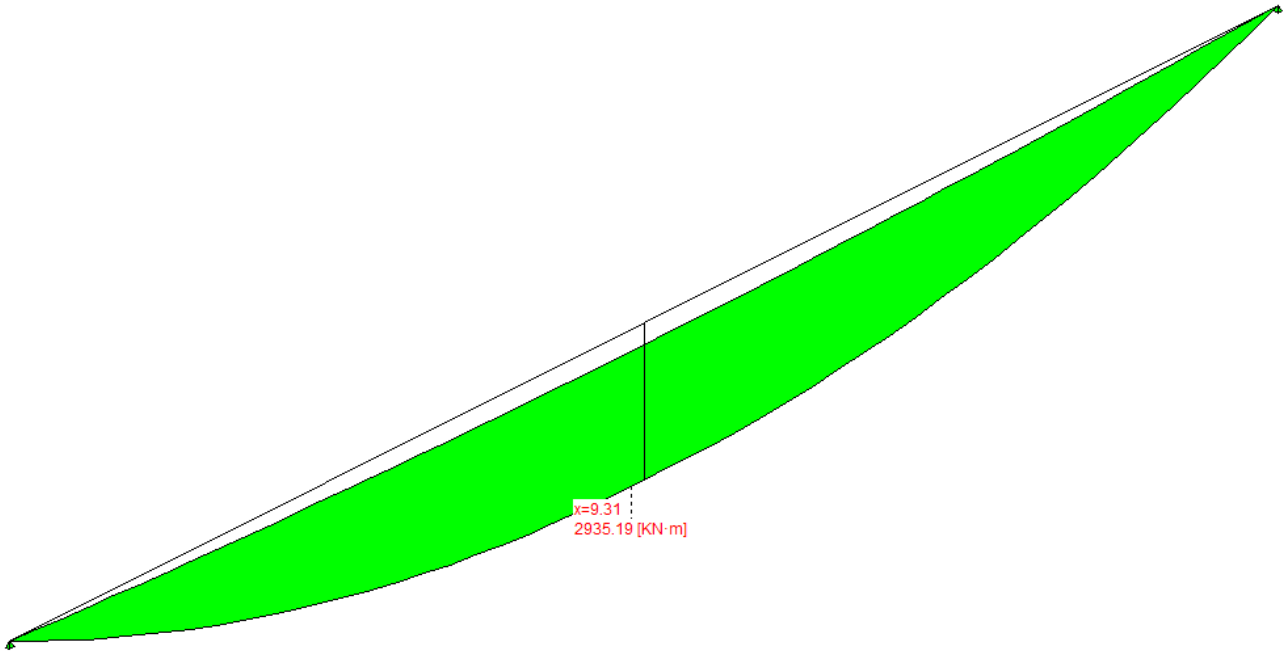


Inviluppo Taglio combinazione rara

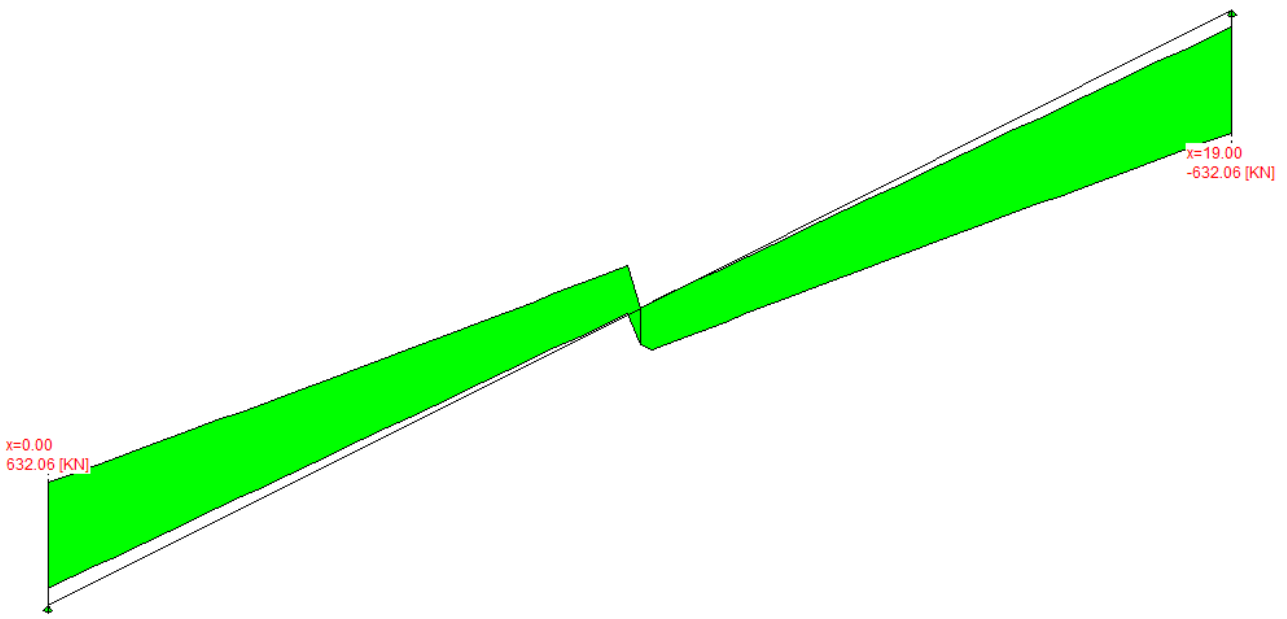


Inviluppo deformazioni combinazione rara

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

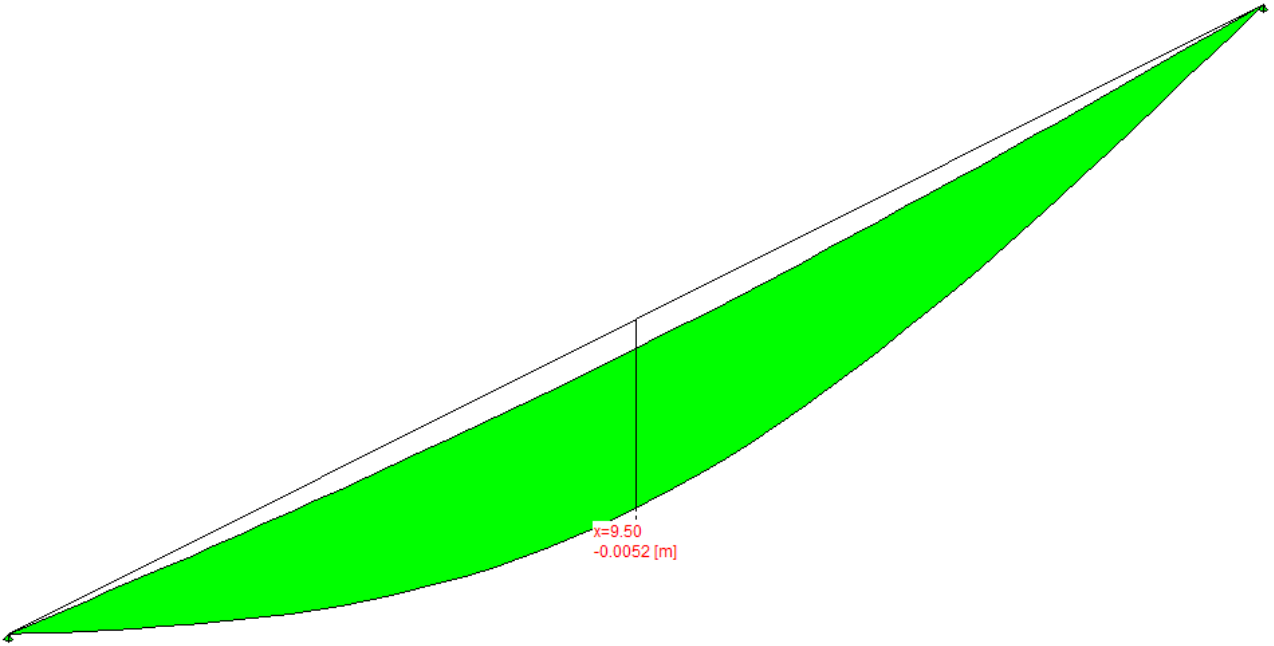


Inviluppo Momento flettente combinazione frequente

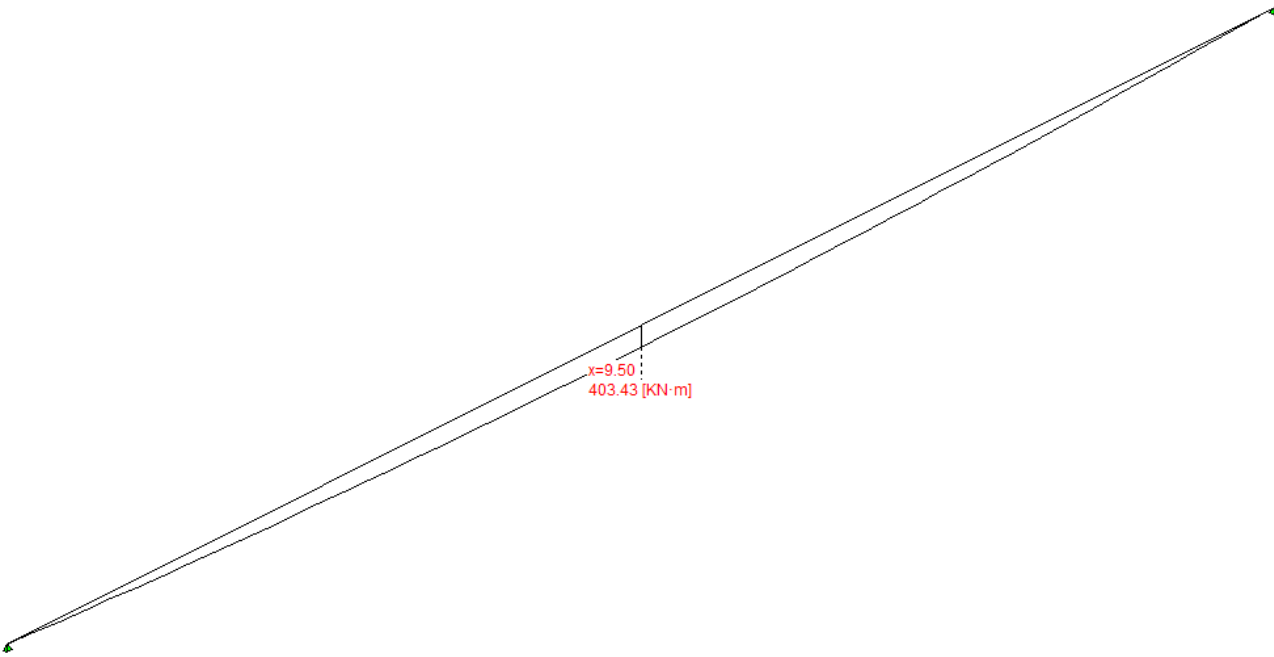


Inviluppo Taglio combinazione frequente

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

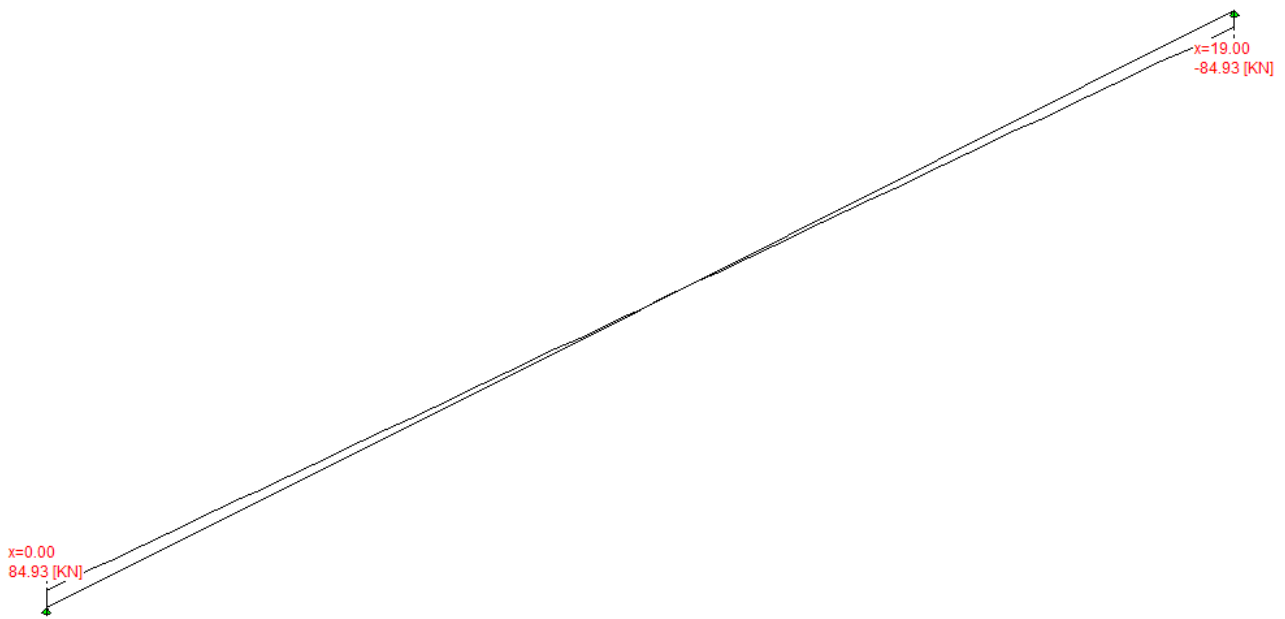


Inviluppo deformazioni combinazione frequente

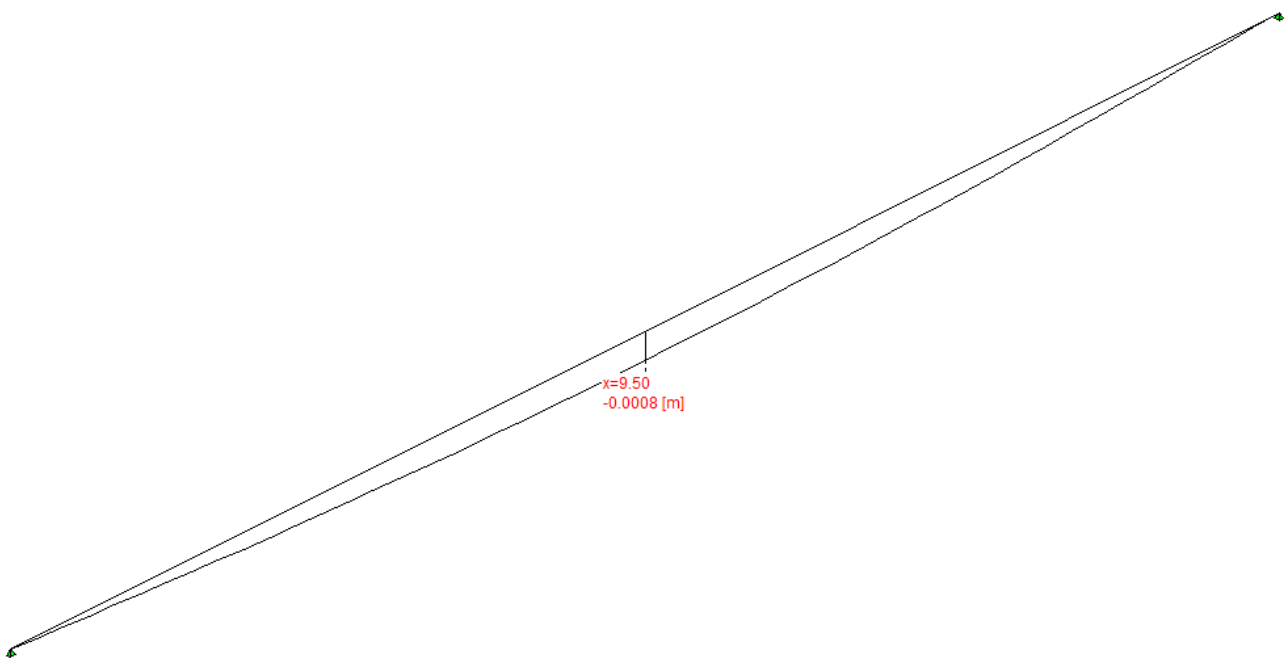


Inviluppo Momento flettente combinazione quasi permanente

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo



Inviluppo Taglio combinazione quasi permanente



Inviluppo deformazioni combinazione quasi permanente

12 VERIFICA TRAVE PREFABBRICATA

12.1 MODELLO DI CALCOLO

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

12.2 CODICE DI CALCOLO

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 9.4 - 02/2019 sviluppato da SIGMAcSOFT - Padova.

Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/3.0 09/11 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT

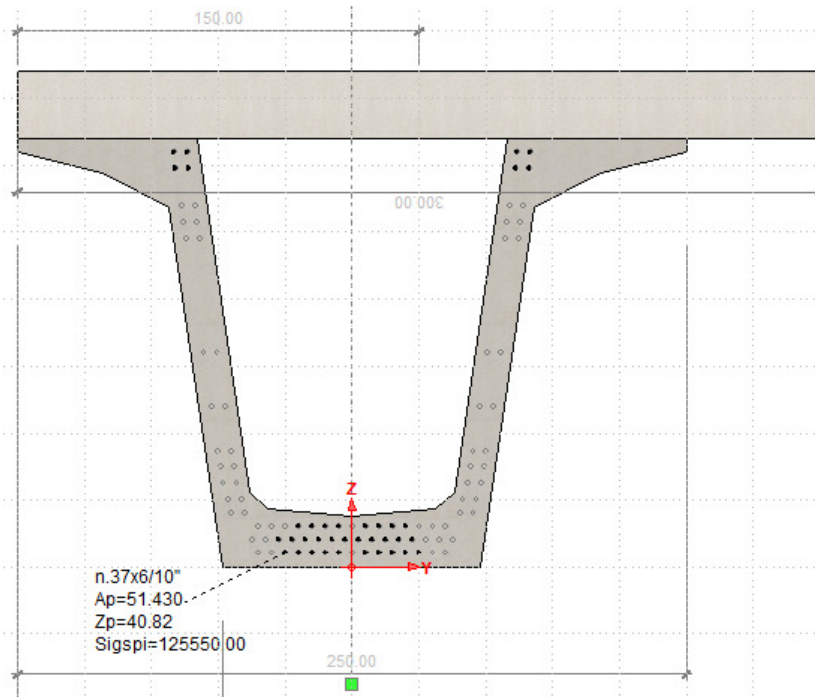
Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT

Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

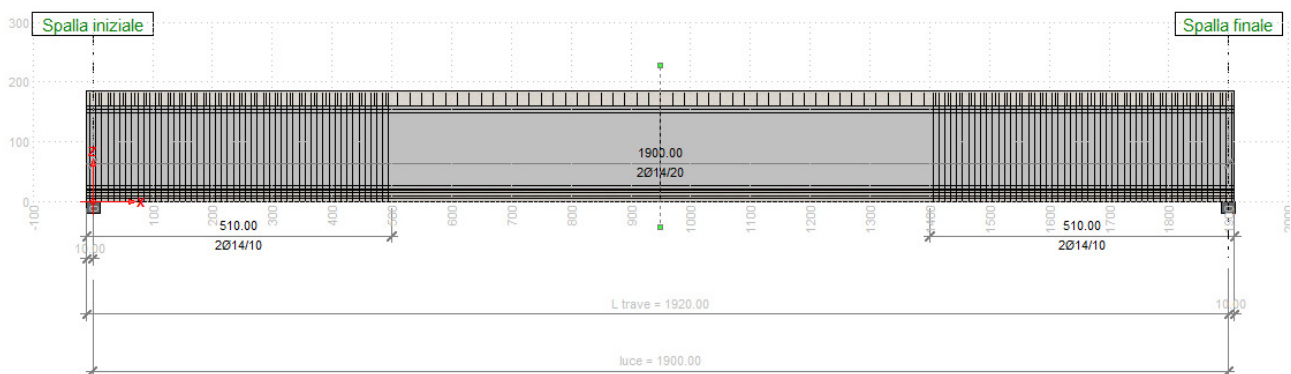
Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

12.3 DATI DI CALCOLO

12.3.1 *Dati geometrici*



Sezione trave prefabbricata + soletta



Vista in pianta trave prefabbricata + soletta

12.3.1.1 *Schemi statici*

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

12.3.1.2 Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

| | |
|-----------|-------|
| lunghezza | [cm] |
| forza | [N] |
| angolo | [rad] |

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] (= 25.4 [mm]).

12.3.1.3 Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 10.00

Sbalzo destro = 10.00

12.3.1.4 Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

| appoggio | descrizione | X | luce campata |
|----------|-----------------|---------|--------------|
| 1 | Spalla iniziale | 0.00 | |
| 2 | Spalla finale | 1900.00 | 1900.00 |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

12.3.2 *Armature trave prefabbricata*

12.3.2.1 *Armature di precompressione pretesate*

| | | |
|---|---------------|----------------------|
| trefoli : | 6/10" | |
| area trefolo = | 139.000 | [mm ²] |
| acciaio : | prec.fpk=1860 | |
| tensione di tesatura = | 125550.00 | [N/cm ²] |
| area totale A _p = | 51.430 | [cm ²] |
| precompressione totale N _p = | 6457036.50 | [N] |
| quota baricentro Z _{g,p} = | 40.82 | [cm] |

| quota Z | n. trefoli | n. guaine | L guaine |
|-------------|------------|---------------|----------|
| 155.00 | 4 | | |
| 149.00 | 4 | | |
| 135.00 | | | |
| 129.00 | | | |
| 123.00 | | | |
| 80.00 | | | |
| 60.00 | | | |
| 43.50 | | | |
| 37.50 | | | |
| 31.50 | | | |
| 25.50 | | | |
| 20.50 | | | |
| 15.50 | 8 | | |
| 10.50 | 11 | | |
| 5.50 | 10 | | |
| | | | |
| N. trefoli= | 37 | L tot guaine= | 0.00 |

12.3.2.2 *Armatura lenta*

Armatura trasversale :

| pos. | | armatura | x iniziale | x finale | |
|-------|--|------------|------------|----------|---------------------------|
| P1-S1 | | 2Ø14/10.00 | 0.00 | 510.00 | trave+colleg. con soletta |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| pos. | armatura | x iniziale | x finale | |
|-------|------------|------------|----------|---------------------------|
| P1-S2 | 2Ø14/10.00 | 1410.00 | 1920.00 | trave+colleg. con soletta |
| P1-S3 | 2Ø14/20.00 | 960.00 | 960.00 | trave+colleg. con soletta |

armatura longit. appoggio :

| n. barre | Ø | lunghezza | quota z |
|----------|----|-----------|---------|
| 5 | 24 | 192.00 | 3.00 |

12.3.2.3 Armatura getto in opera

Armatura trasversale :

| pos. | armatura | X iniziale | X finale | funzione |
|------|------------|------------|----------|----------------|
| S-S1 | 2Ø14/20.00 | 0.00 | 1900.00 | getto in opera |

12.3.3 *Materiali*

12.3.3.1 Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

| | |
|--|------------|
| Calcestruzzo | C35/45 |
| resistenza caratteristica $R_{ck,28,cub}$ | 4500.00 |
| resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$ | 3850.00 |
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.500 |
| modulo elastico | 3462548.52 |
| peso specifico | 0.0245 |
| ritiro totale | -0.00030 |
| % ritiro prima del taglio trefoli | 25.5% |
| % ritiro taglio trefoli-getto soletta | 25.5% |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | |
|--|-------|
| % ritiro da getto soletta a t=inf. | 49% |
| coeff. di viscosità | 2.300 |
| % viscosità taglio trefoli-getto soletta | 33% |
| % viscosità da getto soletta a t=inf. | 67% |

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

| | | | | |
|-----------------------|-----------|------------------------|----------------------------------|-------------------|
| a tempo infinito | f_{ck} | $= 0.83 \cdot R_{ck}$ | $= 0.83 \cdot 4500.00 = 3735.00$ | N/cm ² |
| al taglio dei trefoli | f_{ckj} | $= 0.83 \cdot R_{ckj}$ | $= 0.83 \cdot 3850.00 = 3195.50$ | N/cm ² |

Resistenza di calcolo a compressione :

| | | | | |
|-----------------------|-----------|--|--|-------------------|
| a tempo infinito | f_{cd} | $= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ | $= 0.85 \cdot 3735.00 / 1.5 = 2116.50$ | N/cm ² |
| al taglio dei trefoli | f_{cdj} | $= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$ | $= 0.85 \cdot 3195.50 / 1.5 = 1810.78$ | N/cm ² |

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 2116.50 \text{ N/cm}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

| | | | |
|-----------------------|-----------|--------------------|---------------------------|
| a tempo infinito | f_{ct} | $= f_{ctm} / 1.2$ | $= 335.21 / 1.2 = 279.34$ |
| al taglio dei trefoli | f_{ctj} | $= f_{ctmj} / 1.2$ | $= 302.10 / 1.2 = 251.75$ |

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

| | | | |
|---------------|------------------------|-------------|-------------------|
| σ_{cj} | $< 0.70 \cdot f_{ckj}$ | $= 2236.85$ | N/cm ² |
|---------------|------------------------|-------------|-------------------|

a cadute avvenute :

| | | | | |
|------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|
| σ_c | $< 0.6 \cdot f_{ck}$ | $= 2241.00$ | N/cm ² | (per comb. caratteristica rara) |
| σ_c | $< 0.45 \cdot f_{ck}$ | $= 1680.75$ | N/cm ² | (per comb. quasi permanente) |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

12.3.3.2 Calcestruzzo gettato in opera

| | |
|--|------------|
| Calcestruzzo | C32/40 |
| resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$ | 4000.00 |
| coefficiente sicurezza del materiale | 1.5 |
| modulo elastico | 3364277.77 |
| peso specifico | 0.0245 |
| coeff. di omogeneizzazione con cls travi | 1.000 |

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

| | | | | |
|------------------|----------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|
| a tempo infinito | f_{ck} | $= 0.83 \cdot R_{ck}$ | $= 0.83 \cdot 4000.00 = 3320.00$ | N/cm ² |
|------------------|----------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|

Resistenza di calcolo a compressione :

| | | | | |
|------------------|----------|-----------------------------------|--|-------------------|
| a tempo infinito | f_{cd} | $= \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | $= 0.85 \cdot 3320.00 / 1.5 = 1881.33$ | N/cm ² |
|------------------|----------|-----------------------------------|--|-------------------|

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 1881.33$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

| | | | |
|------------------|----------|-------------------|---------------------------|
| a tempo infinito | f_{ct} | $= f_{ctm} / 1.2$ | $= 309.89 / 1.2 = 258.25$ |
|------------------|----------|-------------------|---------------------------|

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

| | | | | |
|------------|-----------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|
| σ_c | $< 0.6 f_{ck}$ | $= 1992.00$ | N/cm ² | (per comb. caratteristica rara) |
| σ_c | $< 0.45 \cdot f_{ck}$ | $= 1494.00$ | N/cm ² | (per comb. quasi permanente) |

12.3.3.3 Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

| | |
|---|-------------|
| tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$ | 167400.00 |
| Modulo elastico | 20600000.00 |
| coeff. di omogeneizzazione a cls travi | 6 |
| coefficiente di sicurezza | 1.15 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | |
|---|-------|
| % rilasciam. prima del taglio trefoli | 41.4% |
| % rilasciam. taglio trefoli-getto soletta | 25.9% |
| % rilasciam. da getto soletta a t=inf. | 32.7% |

In base al punto 4.1.8.1.5 DM 17/01/2018 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

| | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| σ_{spi} | $\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$ | $= 0.80 \cdot 184140.00 = 147312.00$ | N/cm ² |
| σ_{spi} | $\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$ | $= 0.90 \cdot 167400.00 = 150660.00$ | N/cm ² |

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a $0.05 f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (DM 17/01/2018- 4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2):

| | | | |
|---------------|-----------------------------|-----------|-------------------|
| σ_{sp} | $\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$ | 133920.00 | N/cm ² |
|---------------|-----------------------------|-----------|-------------------|

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

| | | | |
|-----------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|
| f_{p1d} | $= f_{p(1)k} / \gamma_s$ | $= 167400.00 / 1.15 = 145565.22$ | N/cm ² |
|-----------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|

12.3.3.4 Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

| | |
|--|-------------|
| tipo acciaio | B450C |
| tensione di snervamento f_{yk} | 45000.00 |
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.15 |
| modulo elastico | 21000000.00 |
| coeff. di omogeneizzazione a cls travi | 6 |

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 DM 17/01/2018) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

| | | | |
|------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|
| σ_s | $\leq 0.80 \cdot f_{yk}$ | $= 0.80 \cdot 45000.00 = 36000.00$ | N/cm ² |
|------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

| | | | |
|----------|---------------------|------------------------------|-------------------|
| f_{yd} | $= f_{yk}/\gamma_s$ | $= 45000.00/1.15 = 39130.43$ | N/cm ² |
|----------|---------------------|------------------------------|-------------------|

12.4 VERIFICA AGLI SLU

12.4.1 Verifica sezione all'appoggio

12.4.1.1 Verifiche prima fase

Armature lente longitudinali :

| n. | Z | area | |
|----|------|--------|--------------------------------|
| 1 | 3.00 | 22.619 | armatura longit. appoggio 5Ø24 |

| Sezione ideale (n=15.000) | A _{id} | J _{f, id} | Z _{g, id} |
|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | 7819.282 | 26334812.1483 | 76.63 |

| Sollecitazioni | M _{esterno} |
|--------------------------|----------------------|
| prima del getto in opera | 1751916.51 |
| dopo getto 2a fase | 0.00 |

| Tensioni sul calcestruzzo | σ _{e, max} | σ _{i, max} |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | 0.00 | 0.00 |

| Tensioni sugli acciai | σ _{sp} | σ _{long, max} | pos. | σ _{long, min} | pos. |
|--------------------------|-----------------|------------------------|------|------------------------|------|
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |
| dopo getto 2a fase | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |

<sollecitazioni flettenti nulle>

12.4.1.2 Verifica a taglio dopo getto 2° fase

| Calcestruzzo: | θ [rad] | b _w | Staffe: | A _{sw} |
|---------------|---------|----------------|---------|-----------------|
| | 0.785 | 28.40 | | 0.30788 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| d | K | A_{sl} | ρ_l | σ_{cp} | α_c |
|----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 157.00 | 1.357 | 22.619 | 0.0051 | 0.00 | 1.000 |

| V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 181328.77 | 1702287.00 | 1745854.29 |

$$V_{Ed,max} = 471170.31 < 1702287.00$$

12.4.1.3 Verifica seconda fase: trave+getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

| | σ_{e,max} | σ_{i,max} |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| trave prefabbricata | 0.00 | 0.00 |
| getto in opera | 0.00 | 0.00 |

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

| | % | Δσ_{sp} | Δσ_{sp}/σ_{spi} |
|----------------------|----------|------------------------|--|
| ritiro cls | 48.9% | 3019.69 | 2.4% |
| rilassamento acciaio | 32.6% | 1473.32 | 1.2% |
| viscosità cls | 100.0% | 8328.34 | 6.6% |

12.4.2 Verifica sezione di mezzaria

12.4.2.1 Verifiche prima fase

Armature di precompressione :

| n. | Z | area |
|-----------|----------|-------------|
| 1 | 155.00 | 5.560 |
| 2 | 149.00 | 5.560 |
| 3 | 15.50 | 11.120 |
| 4 | 10.50 | 15.290 |
| 5 | 5.50 | 13.900 |

| Z_{g,p} | A_p |
|------------------------|----------------------|
| | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| $Z_{g,p}$ | A_p |
|-----------|--------|
| 40.82 | 51.430 |

| Sezione ideale (n=6.000) | A_{id} | $J_{I,id}$ | $Z_{g,id}$ |
|--------------------------|----------|---------------|------------|
| | 7788.570 | 25922432.6880 | 78.42 |

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

| | % | $\Delta\sigma_{sp}$ | $\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$ |
|----------------------|-------|---------------------|----------------------------------|
| ritiro cls | 25.5% | 1575.90 | 1.3% |
| rilassamento acciaio | 41.4% | 1870.57 | 1.5% |

| Sollecitazioni | $M_{esterno}$ | $N_{precomp.}$ | $M_{precomp.}$ |
|--------------------------|---------------|----------------|----------------|
| t=0 dopo taglio trefoli | 80357273.17 | -6279784.71 | -245852923.29 |
| prima del getto in opera | 82109189.68 | -5896798.44 | -230859050.57 |
| dopo getto 2a fase | 160929513.07 | -5895016.68 | -230789294.69 |

| Tensioni sul calcestruzzo | $\sigma_{e,max}$ | $\sigma_{i,max}$ |
|---------------------------|------------------|------------------|
| t=0 dopo taglio trefoli | -316.13 | -1277.49 |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | -565.83 | -941.00 |

| Tensioni sugli acciai | σ_{sp} | $\sigma_{long,max}$ | pos. | $\sigma_{long,min}$ | pos. |
|--------------------------|---------------|---------------------|------|---------------------|------|
| t=0 dopo taglio trefoli | 115910.37 | 0.00 | | 0.00 | |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |
| dopo getto 2a fase | 109585.16 | 0.00 | | 0.00 | |

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

| | % | $\Delta\sigma_{sp}$ | $\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$ |
|----------------------|-------|---------------------|----------------------------------|
| ritiro cls | 25.5% | 1575.90 | 1.3% |
| rilassamento acciaio | 25.9% | 1170.23 | 0.9% |
| viscosità cls | 36.0% | 4700.61 | 3.7% |

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | % | $\Delta\sigma_{sp}$ | $\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$ |
|----------------------|------|---------------------|----------------------------------|
| ritiro cls | 0.1% | 8.51 | 0.0% |
| rilassamento acciaio | 0.1% | 4.15 | 0.0% |
| viscosità cls | 0.2% | 21.98 | 0.0% |

12.4.2.2 Verifica a flessione dopo getto 2° fase

Presollecitazione armature pretese : $\epsilon_{sp,z=40.82}=0.00557$

| fless. | Z asse neutro | Mr | ϵ_{sup} | Z _{εsup} | ϵ_{inf} | Z _{εinf} |
|--------|---------------|---------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| (+) | 72.36 | 724251830.01 | -0.00350 | 160.00 | 0.00267 | 5.50 |
| (-) | 39.06 | -219176732.89 | 0.01000 | 155.00 | -0.00337 | 0.00 |

$M_{d,max} = 217254842.65 < 724251830.01$ $K_r=3.334$

12.4.2.3 Verifica a taglio dopo getto 2° fase

| Calcestruzzo: | θ [rad] | b _w |
|---------------|----------------|----------------|
| | 0.381 | 28.40 |

| d | K | A _{sl} | ρ_l | σ_{cp} | α_c |
|--------|-------|-----------------|----------|---------------|------------|
| 155.00 | 1.359 | 22.240 | 0.0051 | -788.34 | 1.250 |

| V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} |
|-----------------|------------------|------------------|
| 699619.84 | 0.00 | 0.00 |

$V_{Ed,max} = 80098.95 < 699619.84$

12.4.2.4 Verifica seconda fase: trave+getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

| | $\sigma_{e,max}$ | $\sigma_{i,max}$ |
|---------------------|------------------|------------------|
| trave prefabbricata | -565.81 | -940.56 |
| getto in opera | 0.00 | 0.00 |

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | % | $\Delta\sigma_{sp}$ | $\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$ |
|----------------------|-------|---------------------|----------------------------------|
| ritiro cls | 48.9% | 3019.69 | 2.4% |
| rilassamento acciaio | 32.6% | 1473.32 | 1.2% |
| viscosità cls | 63.8% | 8328.34 | 6.6% |

12.5 VERIFICA AGLI SLE

12.5.1 Verifica sezione all'appoggio

12.5.1.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|---------|--------|-------------------|
| 1 | -48.20 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -68.30 | 134.00 | non reag.trazione |
| 3 | -93.00 | 147.00 | |
| 4 | -125.00 | 155.00 | |
| 5 | -125.00 | 160.00 | |
| 6 | -58.00 | 160.00 | |
| 7 | -38.20 | 28.10 | |
| 8 | -31.30 | 21.60 | |
| 9 | 0.00 | 19.00 | |
| 10 | 31.30 | 21.60 | |
| 11 | 38.20 | 28.10 | |
| 12 | 58.00 | 160.00 | |
| 13 | 125.00 | 160.00 | |
| 14 | 125.00 | 155.00 | |
| 15 | 93.00 | 147.00 | |
| 16 | 68.30 | 134.00 | |
| 17 | 48.20 | 0.00 | fine prefabb. |
| 18 | -48.20 | 0.00 | |
| 19 | -125.00 | 185.00 | getto in opera |
| 20 | 25.00 | 185.00 | (m=1.000) |
| 21 | 175.00 | 185.00 | non reag.trazione |
| 22 | 175.00 | 160.00 | |
| 23 | -125.00 | 160.00 | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| n. | Y | Z |
|----|---------|--------|
| 24 | -125.00 | 185.00 |

| A | J _r | Z _g |
|-----------|----------------|----------------|
| 14979.990 | 56863292.9864 | 126.30 |

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

| n. | Z | area | |
|----|------|--------|--------------------------------|
| 1 | 3.00 | 22.619 | armatura longit. appoggio 5Ø24 |

| Sezione ideale (n=15.000) | A _{id} | J _{f, id} | Z _{g, id} |
|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | 15319.282 | 61907178.2524 | 123.57 |

Tensioni sul cls - VH160 :

| | $\sigma_{e, max}$ | $\sigma_{e, min}$ | $\sigma_{i, max}$ | $\sigma_{i, min}$ |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tensioni sul cls - getto in opera :

| | $\sigma_{e, max}$ | $\sigma_{e, min}$ | $\sigma_{i, max}$ | $\sigma_{i, min}$ |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Tensioni sugli acciai | σ_{sp} | $\sigma_{sl, max}$ | pos. | $\sigma_{sl, min}$ | pos. |
|-----------------------------|---------------|--------------------|------|--------------------|------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

12.5.1.2 Verifica a rottura per flessione $t=inf.$

<sollecitazioni flettenti nulle>

12.5.1.3 Verifica rottura per taglio $t=inf.$

| Calcestruzzo: | θ [rad] | b_w | Staffe: | A_{sw} |
|---------------|----------------|-------|---------|----------|
| | 0.785 | 28.40 | | 0.46181 |

| d | K | A_{sl} | ρ_l | σ_{cp} | α_c |
|--------|-------|----------|----------|---------------|------------|
| 182.00 | 1.331 | 22.619 | 0.0044 | 0.00 | 1.000 |

| V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} |
|-----------|------------|------------|
| 201521.48 | 2960027.72 | 2187953.04 |

$$V_{Ed,max} = 1747607.53 < 2187953.04$$

Trazione per taglio ($V=1747607.53$) = 873803.76 [N]

12.5.1.4 Verifica rottura per torsione $t=inf.$

| Calcestruzzo: | θ [rad] | f'_{cd} | Staffe parete: | A_{sw} |
|---------------|----------------|-----------|----------------|----------|
| | 0.785 | 870.12 | | 0.23091 |

| A_k | t_{min} | U_k | σ_{cp} | α_c |
|-----------|-----------|--------|---------------|------------|
| 17772.000 | 14.00 | 547.00 | 0.00 | 1.000 |

| T_{Rcd} | T_{Rsd} |
|--------------|--------------|
| 234045392.00 | 321157586.43 |

$$T_{Ed,max} = 17339534.46 < 234045392.00$$

Trazione per torsione ($T=234045392.00$) = 3601812.67 [N]

Trazione per torsione ($T=17339534.46$) = 266844.62 [N]

Sforzo di precompressione presente = 0.00 [N]

armatura longitudinale minima ($T=T_{Ed,max}=17339534.46$) = 6.819 [cm²]

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

12.5.1.5 Verifica a taglio/torsione t=inf.

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |17339534.46/234045392.00| + |1747607.53/2187953.04| = 0.873$$

12.5.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 28.400 [cm²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0.00 risultano:

| | | |
|--|----------|-----------------------|
| max valore di progetto scorrimento interfaccia | 8280.49 | [N/cm] |
| min valore di progetto scorrimento interfaccia | 0.00 | [N/cm] |
| scorrimento ultimo per coesione ed attrito | ±1676.06 | [N/cm] |
| staffe di collegamento | 0.3079 | [cm ² /cm] |
| scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe | ±8904.45 | [N/cm] |

12.5.2 Verifica sezione di mezzaria

12.5.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|---------|--------|---------------|
| 1 | -48.20 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -68.30 | 134.00 | reag.trazione |
| 3 | -93.00 | 147.00 | |
| 4 | -125.00 | 155.00 | |
| 5 | -125.00 | 160.00 | |
| 6 | -58.00 | 160.00 | |
| 7 | -38.20 | 28.10 | |
| 8 | -31.30 | 21.60 | |
| 9 | 0.00 | 19.00 | |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

| n. | Y | Z | |
|----|---------|--------|--------------------|
| 10 | 31.30 | 21.60 | |
| 11 | 38.20 | 28.10 | |
| 12 | 58.00 | 160.00 | |
| 13 | 125.00 | 160.00 | |
| 14 | 125.00 | 155.00 | |
| 15 | 93.00 | 147.00 | |
| 16 | 68.30 | 134.00 | |
| 17 | 48.20 | 0.00 | fine prefabb. |
| 18 | -48.20 | 0.00 | |
| 19 | -125.00 | 185.00 | getto in opera |
| 20 | 25.00 | 185.00 | (m=1.000) |
| 21 | 175.00 | 185.00 | non reag. frazione |
| 22 | 175.00 | 160.00 | |
| 23 | -125.00 | 160.00 | |
| 24 | -125.00 | 185.00 | |

| A | J _f | Z _g |
|-----------|----------------|----------------|
| 14979.990 | 56863292.9864 | 126.30 |

Armature di precompressione :

| n. | Z | area |
|----|--------|--------|
| 1 | 155.00 | 5.560 |
| 2 | 149.00 | 5.560 |
| 3 | 15.50 | 11.120 |
| 4 | 10.50 | 15.290 |
| 5 | 5.50 | 13.900 |

| Z _{g,p} | A _p |
|------------------|----------------|
| 40.82 | 51.430 |

| Sezione ideale (n=6.000) | A _{id} | J _{f, id} | Z _{g, id} |
|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | 15288.570 | 60128724.4323 | 124.57 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

Tensioni sul cls - VH160 :

| | $\sigma_{e,max}$ | $\sigma_{e,min}$ | $\sigma_{i,max}$ | $\sigma_{i,min}$ |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| t=inf.-senza carichi | -552.63 | -552.63 | -783.55 | -783.55 |
| t=inf.-SLE Rare | -552.63 | -805.80 | 98.14 | -783.55 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -552.63 | -578.29 | -701.88 | -783.55 |

Tensioni sul cls - getto in opera :

| | $\sigma_{e,max}$ | $\sigma_{e,min}$ | $\sigma_{i,max}$ | $\sigma_{i,min}$ |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| t=inf.-senza carichi | -9.30 | -9.30 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | -9.30 | -439.79 | 0.00 | -239.99 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -9.30 | -51.72 | 0.00 | -12.48 |

| Tensioni sugli acciai | σ_{sp} | $\sigma_{sl,max}$ | pos. | $\sigma_{sl,min}$ | pos. |
|------------------------------|---------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
| t=inf.-senza carichi | 94017.04 | 0.00 | | 0.00 | |
| t=inf.-SLE Rare | 93222.03 | 0.00 | | 0.00 | |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | |

12.5.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

| | Z cavo risult. | $\Delta \epsilon_{sp}$ |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| Armature pretese | 40.82 | 0.00477 |

| fless. | Z asse neutro | Mr | ϵ_{sup} | $Z_{\epsilon sup}$ | ϵ_{inf} | $Z_{\epsilon inf}$ |
|---------------|----------------------|---------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| (+) | 161.16 | 1005412262.25 | -0.00153 | 185.00 | 0.01000 | 5.50 |
| (-) | 35.07 | -224593631.66 | 0.01000 | 155.00 | -0.00292 | 0.00 |

$$M_{d,max} = 797304736.75 < 1005412262.25 \quad K_r = 1.261$$

12.5.2.3 Verifica rottura per taglio t=inf.

| Calcestruzzo: | θ [rad] | b_w | Staffe: | A_{sw} |
|----------------------|----------------|-------|----------------|----------|
| | 0.413 | 28.40 | | 0.15394 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| d | K | A_{sl} | ρ_l | σ_{cp} | α_c |
|----------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 179.50 | 1.334 | 51.430 | 0.0101 | -349.51 | 1.186 |

| V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 530271.04 | 2222923.83 | 1880358.24 |

$$V_{Ed,max} = 677758.32 < 1880358.24$$

$$\text{Trazione per taglio } (V=677758.32) = 773451.17 \text{ [N]}$$

12.5.2.4 Verifica rottura per torsione $t=inf.$

| Calcestruzzo: | θ [rad] | f_{cd} | Staffe parete: | A_{sw} |
|----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0.413 | 870.12 | | 0.07697 |

| A_k | t_{min} | U_k | σ_{cp} | α_c |
|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 17772.000 | 14.00 | 547.00 | -349.51 | 1.186 |

| T_{Rcd} | T_{Rsd} |
|------------------------|------------------------|
| 203943388.34 | 244542261.34 |

$$T_{Ed,max} = 9560076.51 < 203943388.34$$

$$\text{Trazione per torsione } (T=203943388.34) = 7166562.45 \text{ [N]}$$

$$\text{Trazione per torsione } (T=9560076.51) = 335940.70 \text{ [N]}$$

$$\text{Sforzo di precompressione presente} = -5235614.67 \text{ [N]}$$

<armatura longitudinale non necessaria>

12.5.2.5 Verifica a taglio/torsione $t=inf.$

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |9560076.51/203943388.34| + |677758.32/1880358.24| = 0.407$$

12.5.2.6 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 28.400 [cm²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=788.50 risultano:

| | | |
|--|----------|-----------------------|
| max valore di progetto scorrimento interfaccia | 3968.50 | [N/cm] |
| min valore di progetto scorrimento interfaccia | 0.00 | [N/cm] |
| scorrimento ultimo per coesione ed attrito | ±1676.06 | [N/cm] |
| staffe di collegamento | 0.0000 | [cm ² /cm] |
| scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe | ±1676.06 | [N/cm] |

| |
|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo PROGETTO DEFINITIVO Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo |
|--|

13 VERIFICA SOLETTA

13.1 DATI SEZIONE

13.1.1 Sezione C32/40

| vertice | Coordinata X | Coordinata Y |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | -50.00 | 5.00 |
| 2 | -50.00 | 25.00 |
| 3 | 50.00 | 25.00 |
| 4 | 50.00 | 5.00 |

13.1.2 Armature longitudinali – B450C

| armatura | Coordinata X | Coordinata Y | Area | Ø |
|----------|--------------|--------------|-------|----|
| 1 | 0.00 | 9.00 | 24.13 | 16 |
| 2 | 0.00 | 21.00 | 24.13 | 16 |

13.2 VERIFICHE AGLI SLU

13.2.1 Rottura per flessione

Sollecitazioni Resistenti :

| Asse | Soll. Minima | Def. Limite | Soll. Massima | Def. Limite |
|------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| N | -5729362 | -0.0035 (sez) | 1966696 | 0.01 (arm) |
| Mx | -13243235 | -0.0035 (sez) | 13243235 | -0.0035 (sez) |
| My | -38913511 | -0.0035 (sez) | 38913511 | -0.0035 (sez) |

| Comb | Descrizione | Coeff. di sicurezza |
|------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Mmax SLU P/T y=0.25 | 5.1102 |
| 2 | Mmin SLU P/T y=-0.50 | 5.3779 |
| 3 | Mmax SLU sismica y=0.25 | 65.7026 |
| 4 | Mmax SLU sismica y=-0.75 | 84.7048 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

13.2.2 Rottura per taglio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Elemento privo di armatura a taglio})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad (\text{Rottura armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) \quad (\text{Rottura bielle compresse})$$

| Calcestruzzo: | θ | b_w | Staffe: | A_{sw} | passo | α |
|---------------|----------|--------|---------|----------|-------|----------|
| | 0.79 | 100.00 | | 1.571 | 20.00 | 1.571 |

| Comb | d | K | A_{sl} | ρ_l | σ_{cp} | α_c |
|------|-------|-------|----------|----------|---------------|------------|
| 1 | 16.00 | 2.000 | 25.130 | 0.016 | 0.00 | 1.000 |
| 2 | 16.00 | 2.000 | 25.130 | 0.016 | 0.00 | 1.000 |
| 3 | 16.00 | 2.000 | 25.130 | 0.016 | 0.00 | 1.000 |
| 4 | 16.00 | 2.000 | 25.130 | 0.016 | 0.00 | 1.000 |

| Comb | Descrizione | V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} | V_D |
|------|---------------------------------|----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | Mmax SLU P/T $\gamma=0.25$ | 143461 | 44255 | 677280 | 0 |
| 2 | Mmin SLU P/T $\gamma=-0.50$ | 143461 | 44255 | 677280 | 0 |
| 3 | Mmax SLU sismica $\gamma=0.25$ | 143461 | 44255 | 677280 | 0 |
| 4 | Mmax SLU sismica $\gamma=-0.75$ | 143461 | 44255 | 677280 | 0 |

13.3 VERIFICHE AGLI SLE

13.3.1 Verifiche a fessurazione

Viene condotto il calcolo dell'ampiezza delle fessure per ogni combinazione di carico che lo richiede. A questo scopo si adotta l'espressione:

$$W_k = S_{r,max}(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

dove:

$$S_{r,max} = 3.4 \cdot c + K_1 \cdot K_2 \cdot 0.425 \cdot \sigma_{eq} / \rho_{eff}$$

$$\epsilon_d = \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - K_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{eff} \cdot (1 + E_s / E_c \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \cdot \sigma_s / E_s$$

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

13.3.1.1 Combinazioni frequenti

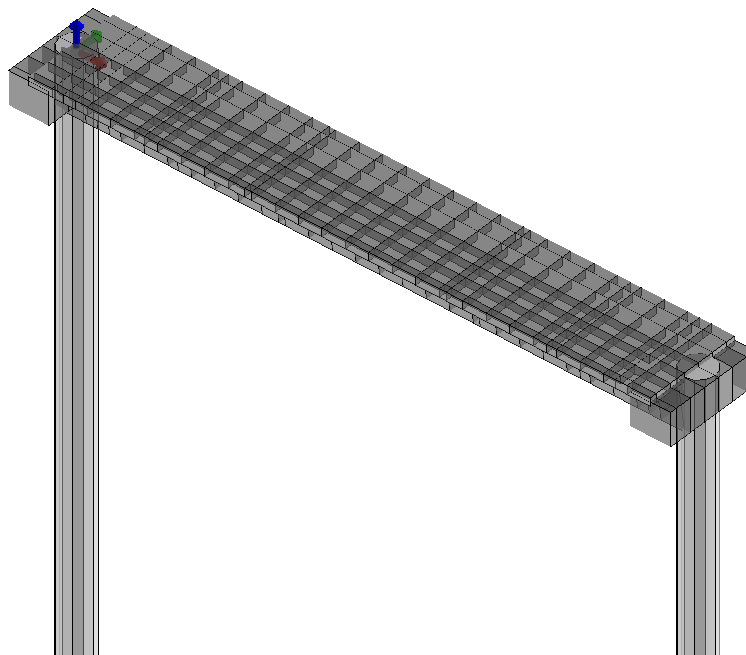
| comb | $A_{s,eff}$ | $A_{cls,eff}$ | ρ_{eff} | σ_s | c | \varnothing_{eq} | $\epsilon_d \cdot 10^3$ | K_2 | $s_{r,max}$ | W_k | |
|------|-------------|---------------|--------------|------------|------|--------------------|-------------------------|-------|-------------|--------|---------|
| 1 | 25.13 | 329.10 | 0.0764 | 4230.28 | 1.17 | 56.6 | 0.127 | 0.50 | 16.58 | 0.0021 | (<0.03) |
| 2 | 25.13 | 329.10 | 0.0764 | 4232.85 | 1.17 | 56.6 | 0.127 | 0.50 | 16.58 | 0.0021 | (<0.03) |

13.3.1.2 Combinazioni quasi permanenti

| comb | $A_{s,eff}$ | $A_{cls,eff}$ | ρ_{eff} | σ_s | c | \varnothing_{eq} | $\epsilon_d \cdot 10^3$ | K_2 | $s_{r,max}$ | W_k | |
|------|-------------|---------------|--------------|------------|------|--------------------|-------------------------|-------|-------------|--------|---------|
| 1 | 25.13 | 329.10 | 0.0764 | 582.73 | 1.17 | 56.6 | 0.017 | 0.50 | 16.58 | 0.0003 | (<0.02) |
| 2 | 25.13 | 329.10 | 0.0764 | 495.42 | 1.17 | 56.6 | 0.015 | 0.50 | 16.58 | 0.0002 | (<0.02) |

14 VERIFICA PULVINO

Il pulvino e i pali di fondazione sono stati calcolati con l'ausilio del software di calcolo ProSAP, è stata modellata la struttura soprastante appoggiata al pulvino coerentemente con la progettazione dei capitoli precedenti.



Modellazione adottata

Di seguito vengono riportate le verifiche strutturali eseguite sul pulvino.

14.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Il D.M.17/01/2018 - par: 7.2.5 prevede:

“Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

- quella derivante dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo;
- [...];
- quella trasferita dagli elementi soprastanti nell'ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”;

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall'analisi non incrementate sia in termini

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO_SAP (per travi e platee) o da PRO_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma di un coefficiente pari 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l'incremento delle sollecitazioni ha un fattore pari a 1.2 in CDB e 1.35 in CDA.

N.B.: nel caso di comportamento strutturale non dissipativo la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: nel caso di comportamento strutturale non dissipativo le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

Per le verifiche agli S.L. delle travi è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

| | |
|-----------|--|
| M_T Z P P | Numero della travata (T), quota media (Z), n° pilastrata iniziale (P) e finale (P) (nodo in assenza di pilastrata) |
| Trave | numero identificativo dell'elemento D2 |
| Note | Codici identificativi sezione (s) e materiale (m) trave; sono inoltre presenti le sigle relative all'esito delle verifiche effettuate appresso descritte |
| %Af | Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo |
| Af inf. | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso |
| Af sup | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso |
| Af long. | Area complessiva armatura longitudinale |
| x/d | rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile |
| V N/M | Verifica a pressoflessione rapporto Ed/Rd: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| Staffe | Dati tratto di staffatura oggetto di verifica, nello specifico: numero delle braccia, diametro, passo, lunghezza L tratto |
| V V/T cls | Verifica a taglio/torsione con rapporto Ved/Vrd: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| Rif. cmb. | Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose per la trave |

| Trave | Note | Pos. cm | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 2 Z=15.0 N=269 N=271 | | | | Staffe Rif. cmb L=cm | |
|-------|---------|------------|------|---------|---------|----------|---|----------|-----------|-----------|-------------------------|-------|
| | | | | | | | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | | |
| 34 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 1.80e-03 | 0.03 | 0.04 | 2d8/5 L=20 | 6,6,4 |
| | s=1,m=4 | 20.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 6.99e-03 | 0.03 | 0.04 | 2d8/5 L=20 | 4,6,4 |
| 39 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 4.47e-03 | 0.03 | 0.06 | 2d8/5 L=50 | 6,6,4 |
| | s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 2d8/5 L=50 | 4,6,4 |
| 38 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.09 | 0.07 | 2d8/5 L=50 | 2,4,4 |
| | s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 2d8/5 L=50 | 4,4,4 |
| 37 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.31 | 0.65 | 2d8/5 L=50 | 2,5,4 |
| | s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.07 | 0.32 | 0.68 | 2d8/5 L=50 | 4,5,4 |
| 36 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.49 | 2d8/5 L=50 | 4,5,2 |
| | s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.50 | 2d8/5 L=50 | 2,5,4 |
| 40 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 2d8/5 L=50 | 4,2,1 |
| | s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.08 | 0.03 | 2d8/5 L=50 | 2,2,6 |
| 41 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 8.81e-03 | 0.02 | 0.02 | 2d8/5 L=30 | 4,6,6 |
| | s=1,m=4 | 30.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 2.87e-03 | 0.03 | 0.03 | 2d8/5 L=30 | 2,6,6 |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 3 Z=15.0 N=266 N=272 | | | | Staffe Rif. cmb | |
| | | | | | | | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | | |
| 35 | ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 1.80e-03 | 0.03 | 0.03 | 2d8/5 L=20 | 6,6,4 |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------------|-------|
| s=1,m=4 | 20.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 6.49e-03 | 0.03 | 0.04 | 2d8/5 L=20 | 4,6,4 |
| 45 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 4.47e-03 | 0.03 | 0.05 | 2d8/5 L=50 | 6,6,4 |
| s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 2d8/5 L=50 | 4,6,4 |
| 42 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.01 | 0.09 | 0.07 | 2d8/5 L=50 | 2,4,4 |
| s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 2d8/5 L=50 | 4,4,4 |
| 44 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.36 | 0.08 | 2d8/5 L=50 | 2,4,4 |
| s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.07 | 0.37 | 0.09 | 2d8/5 L=50 | 4,4,4 |
| 43 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.05 | 0.29 | 0.48 | 2d8/5 L=50 | 4,5,2 |
| s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.05 | 0.29 | 0.48 | 2d8/5 L=50 | 2,5,4 |
| 47 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 2d8/5 L=50 | 4,2,1 |
| s=1,m=4 | 50.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 0.02 | 0.08 | 0.03 | 2d8/5 L=50 | 2,2,6 |
| 46 ok,ok | 0.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 7.98e-03 | 0.02 | 0.02 | 2d8/5 L=30 | 4,6,6 |
| s=1,m=4 | 30.0 | 0.38 | 45.2 | 45.2 | 16.1 | 0.05 | 2.70e-03 | 0.03 | 0.03 | 2d8/5 L=30 | 2,6,6 |

| Trave | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc |
|-------|------|---------|---------|----------|------|-------|-----------|-----------|
| | 0.38 | 45.24 | 45.24 | 16.08 | 0.05 | 0.07 | 0.37 | 0.68 |

14.2 VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

| | |
|--------------|--|
| rRfck | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| rRfyk | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| rPfck | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1] |
| wR | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm] |
| wF | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm] |
| wP | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm] |
| dR | massima deformazione in combinazioni rare |
| dF | massima deformazione in combinazioni frequenti |
| dP | massima deformazione in combinazioni quasi permanenti |

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

| | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| pilastr | rRfck | rRfyk | rPfck | per sezioni significative |
| travi | rRfck | rRfyk | rPfck | per sezioni significative |
| | wR | wF | wP | per sezioni significative |
| | dR | dF | dP | massimi in campata |
| setti e gusci | rRfck | rRfyk | rPfck | massimi nei nodi dell'elemento |
| | wR | wF | wP | massimi nei nodi dell'elemento |

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

(piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

| Trave | Pos. cm | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | wR mm | wF mm | wP mm | Rif. cmb | dR m | dF m | dP m | Rif. cmb |
|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 34 | 0.0 | 3.32e-04 | 2.56e-04 | 1.71e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 1.55e-04 | 1.27e-04 | 4.30e-05 | 8,12,13 |
| | 20.0 | 2.43e-03 | 5.24e-03 | 9.63e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 35 | 0.0 | 3.42e-04 | 2.65e-04 | 1.71e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 1.38e-04 | 1.14e-04 | 4.30e-05 | 8,12,13 |
| | 20.0 | 2.26e-03 | 4.81e-03 | 9.64e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 36 | 0.0 | 0.02 | 0.02 | 2.25e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 7.40e-04 | 6.05e-04 | 1.99e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.02 | 0.02 | 6.13e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 37 | 0.0 | 0.01 | 8.72e-03 | 7.33e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 7.46e-04 | 6.11e-04 | 2.07e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 10,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 38 | 0.0 | 6.28e-03 | 4.93e-03 | 3.07e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 7.52e-04 | 6.17e-04 | 2.10e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 10,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 39 | 0.0 | 9.38e-04 | 7.69e-04 | 6.31e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 7.55e-04 | 6.19e-04 | 2.10e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.01 | 0.02 | 5.59e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 40 | 0.0 | 9.48e-03 | 0.01 | 9.50e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 7.48e-04 | 6.11e-04 | 2.01e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 7.18e-03 | 7.96e-03 | 2.58e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 41 | 0.0 | 3.21e-03 | 5.63e-03 | 3.78e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 4.50e-04 | 3.68e-04 | 6.22e-05 | 8,12,13 |
| | 30.0 | 1.11e-03 | 8.60e-04 | 5.74e-04 | 8,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 42 | 0.0 | 5.90e-03 | 4.64e-03 | 3.07e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.71e-04 | 5.56e-04 | 2.10e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 10,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 43 | 0.0 | 0.02 | 0.02 | 2.24e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.59e-04 | 5.44e-04 | 1.99e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.02 | 0.02 | 6.12e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 44 | 0.0 | 0.01 | 8.36e-03 | 7.33e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.66e-04 | 5.51e-04 | 2.07e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 10,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 45 | 0.0 | 9.50e-04 | 7.77e-04 | 6.31e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.74e-04 | 5.58e-04 | 2.10e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 0.01 | 0.02 | 5.59e-03 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 46 | 0.0 | 2.90e-03 | 5.04e-03 | 3.77e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 4.01e-04 | 3.31e-04 | 6.22e-05 | 8,12,13 |
| | 30.0 | 1.05e-03 | 8.09e-04 | 5.74e-04 | 8,8,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 47 | 0.0 | 8.10e-03 | 0.01 | 9.51e-04 | 10,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 6.66e-04 | 5.49e-04 | 2.01e-04 | 8,12,13 |
| | 50.0 | 6.29e-03 | 7.01e-03 | 2.58e-03 | 8,10,13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| Trave | | rRfck | rRfyk | rPfck | | wR | wF | wP | | dR | dF | dP | |
| | | 0.03 | 0.03 | 0.02 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 1.38e-04 | 1.14e-04 | 4.30e-05 | |
| | | | | | | | | | | 7.55e-04 | 6.19e-04 | 2.10e-04 | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

15 PALI DI FONDAZIONE

Il pulvino e i pali di fondazione sono stati calcolati con l'ausilio del software di calcolo ProSAP, è stata modellata la struttura soprastante appoggiata al pulvino coerentemente con la progettazione dei capitoli precedenti.

Di seguito vengono riportate le verifiche strutturali eseguite sui pali.

MATERIALI

Acciaio: B450C

$E = 2060000 \text{ daN/cm}^2$, $F_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$, $f_{sd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$

Calcestruzzo pali: C32/40

$R_{ck} = 400 \text{ daN/cm}^2$, $E = 336430 \text{ daN/cm}^2$, $f_{cd} = 188.1 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctm} = 31.0 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctd} = 14.5 \text{ daN/cm}^2$

Condizioni ambientali: aggressive

Sollecitazioni alla base del pilastro

| Cmb. | Plin. | Tipo | Vx | Vy (daN) | N (daN) | Mx (daN) | My (daN cm) | T (daN cm) | T (daN cm) |
|------|-------|--------------|----|-------------|------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 260 | SLU STR. | | 11930.0 | 0.0 | -71560.0 | 963000.0 | -5313000.0 | 123200.0 |
| 2 | 260 | SLU STR. | | 38950.0 | 0.9 | -164600.0 | 3084000.0 | -17140000.0 | 481700.0 |
| 3 | 260 | SLU STR. | | 11880.0 | 8764.9 | -75810.0 | 1664000.0 | -5276000.0 | 43280.0 |
| 4 | 260 | SLU STR. | | 38920.0 | 5259.8 | -167200.0 | 3505000.0 | -17120000.0 | 433700.0 |
| 5 | 260 | SLU STR. | | 32100.0 | 8765.5 | -145400.0 | 3251000.0 | -14130000.0 | 311500.0 |
| 6 | 260 | SLU STR. | | 8323.0 | 61840.0 | -58870.0 | 5643000.0 | -3624000.0 | -475000.0 |
| 7 | 260 | SLE Rare | | 8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | -3853000.0 | 88890.0 |
| 8 | 260 | SLE Rare | | 28660.0 | 0.7 | -121000.0 | 2266000.0 | -12620000.0 | 354400.0 |
| 9 | 260 | SLE Rare | | 8618.6 | 5843.2 | -54910.0 | 1162000.0 | -3828000.0 | 35610.0 |
| 10 | 260 | SLE Rare | | 28640.0 | 3506.6 | -122700.0 | 2546000.0 | -12600000.0 | 322500.0 |
| 11 | 260 | SLE Freq. | | 8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | -3853000.0 | 88890.0 |
| 12 | 260 | SLE Freq. | | 23660.0 | 0.5 | -103800.0 | 1873000.0 | -10420000.0 | 288000.0 |
| 13 | 260 | SLE Quasi P. | | 8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | -3853000.0 | 88890.0 |
| 1 | 257 | SLU STR. | | -11930.0 | 0.0 | -71560.0 | 963000.0 | 5313000.0 | -123200.0 |
| 2 | 257 | SLU STR. | | -38950.0 | -0.9 | -182300.0 | 3462000.0 | 17570000.0 | -483300.0 |
| 3 | 257 | SLU STR. | | -11880.0 | 8764.9 | -67320.0 | 1664000.0 | 5289000.0 | -43250.0 |
| 4 | 257 | SLU STR. | | -38920.0 | 5258.1 | -179800.0 | 3883000.0 | 17560000.0 | -435300.0 |
| 5 | 257 | SLU STR. | | -32100.0 | 8764.2 | -150200.0 | 3534000.0 | 14460000.0 | -312700.0 |
| 6 | 257 | SLU STR. | | -8323.0 | 61840.0 | -45290.0 | 5643000.0 | 3645000.0 | 475100.0 |
| 7 | 257 | SLE Rare | | -8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | 3853000.0 | -88900.0 |
| 8 | 257 | SLE Rare | | -28660.0 | -0.7 | -134100.0 | 2546000.0 | 12930000.0 | -355600.0 |
| 9 | 257 | SLE Rare | | -8618.6 | 5843.3 | -49250.0 | 1162000.0 | 3836000.0 | -35590.0 |
| 10 | 257 | SLE Rare | | -28640.0 | 3505.3 | -132400.0 | 2827000.0 | 12920000.0 | -323600.0 |
| 11 | 257 | SLE Freq. | | -8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | 3853000.0 | -88900.0 |
| 12 | 257 | SLE Freq. | | -23660.0 | -0.5 | -113600.0 | 2083000.0 | 10660000.0 | -288900.0 |
| 13 | 257 | SLE Quasi P. | | -8649.4 | 0.0 | -52080.0 | 694800.0 | 3853000.0 | -88900.0 |

15.1 VERIFICHE PALI

Diametro palo = 100.0 cm

Armatura corrente: 12 Ø 24 = 54.3 cm²

Armatura aggiuntiva da quota 0 a quota -300 + 12 Ø 24

Armatura a taglio - st. spirale Ø12 / 20

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

15.1.1 Verifiche stato limite ultimo

Ver. N/M = rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali

Ver. (25)= rapporto Nd/Nu, dove Nu viene ottenuto con riduzione del 25% di fcd

Ver.V = verifica a taglio, rapporto Vd/Vrd

(Verifica positiva per valori inferiori a 1)

Plinto n. 260

| Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | V (daN) | M (daN cm) | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|---------------|------------|------------|---------------|----------|----------|-------|-------|
| 1 | 260 | 0.0 | -71563.3 | 11928.5 | 5399730.0 | 0.30 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 260 | 0.0 | -164624.7 | 38946.5 | 17417940.0 | 0.86 | 0.11 | 0.53 | Ok |
| 3 | 260 | 0.0 | -75808.8 | 14765.1 | 5532057.0 | 0.30 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 4 | 260 | 0.0 | -167172.0 | 39272.6 | 17475350.0 | 0.86 | 0.11 | 0.53 | Ok |
| 5 | 260 | 0.0 | -145432.5 | 33271.1 | 14495330.0 | 0.73 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 260 | 0.0 | -58871.2 | 62394.0 | 6706618.0 | 0.38 | 0.04 | 0.85 | Ok |
| 1 | 260 | -40.0 | -71539.2 | 11950.0 | 4930415.0 | 0.27 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 260 | -40.0 | -164569.4 | 38986.9 | 15885440.0 | 0.78 | 0.11 | 0.53 | Ok |
| 3 | 260 | -40.0 | -75783.3 | 14598.5 | 4977066.0 | 0.27 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 4 | 260 | -40.0 | -167115.8 | 39332.7 | 15907050.0 | 0.78 | 0.11 | 0.54 | Ok |
| 5 | 260 | -40.0 | -145383.7 | 33280.2 | 13164840.0 | 0.66 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 260 | -40.0 | -58851.4 | 59358.1 | 4581130.0 | 0.26 | 0.04 | 0.81 | Ok |
| 1 | 260 | -80.0 | -71496.4 | 11873.9 | 4461414.0 | 0.25 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 260 | -80.0 | -164471.0 | 38689.4 | 14355030.0 | 0.71 | 0.11 | 0.53 | Ok |
| 3 | 260 | -80.0 | -75738.0 | 14193.5 | 4433116.0 | 0.24 | 0.05 | 0.19 | Ok |
| 4 | 260 | -80.0 | -167015.9 | 39054.8 | 14338000.0 | 0.70 | 0.11 | 0.53 | Ok |
| 5 | 260 | -80.0 | -145296.7 | 32975.2 | 11834930.0 | 0.60 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 260 | -80.0 | -58816.2 | 53785.1 | 3073671.0 | 0.17 | 0.04 | 0.73 | Ok |
| 1 | 260 | -120.0 | -71429.9 | 11633.8 | 3995523.0 | 0.22 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 260 | -120.0 | -164317.8 | 37843.8 | 12836870.0 | 0.63 | 0.11 | 0.51 | Ok |
| 3 | 260 | -120.0 | -75667.5 | 13523.9 | 3908027.0 | 0.21 | 0.05 | 0.18 | Ok |
| 4 | 260 | -120.0 | -166860.4 | 38211.8 | 12780130.0 | 0.63 | 0.11 | 0.52 | Ok |
| 5 | 260 | -120.0 | -145161.4 | 32173.3 | 10517250.0 | 0.53 | 0.10 | 0.44 | Ok |
| 6 | 260 | -120.0 | -58761.4 | 46110.7 | 2927168.0 | 0.16 | 0.04 | 0.63 | Ok |
| 1 | 260 | -160.0 | -71341.4 | 11230.1 | 3538856.0 | 0.20 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 2 | 260 | -160.0 | -164114.4 | 36466.8 | 11351420.0 | 0.56 | 0.11 | 0.50 | Ok |
| 3 | 260 | -160.0 | -75573.8 | 12687.5 | 3410514.0 | 0.19 | 0.05 | 0.17 | Ok |
| 4 | 260 | -160.0 | -166653.8 | 36811.7 | 11255850.0 | 0.55 | 0.11 | 0.50 | Ok |
| 5 | 260 | -160.0 | -144981.7 | 30902.1 | 9231621.0 | 0.46 | 0.10 | 0.42 | Ok |
| 6 | 260 | -160.0 | -58688.7 | 37903.4 | 3868161.0 | 0.22 | 0.04 | 0.52 | Ok |
| 1 | 260 | -200.0 | -71233.1 | 10676.3 | 3097932.0 | 0.17 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 2 | 260 | -200.0 | -163865.1 | 34607.2 | 9919885.0 | 0.49 | 0.11 | 0.47 | Ok |
| 3 | 260 | -200.0 | -75459.0 | 11729.8 | 2947005.0 | 0.16 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 4 | 260 | -200.0 | -166400.7 | 34905.1 | 9787445.0 | 0.48 | 0.11 | 0.47 | Ok |
| 5 | 260 | -200.0 | -144761.5 | 29211.5 | 7996810.0 | 0.40 | 0.10 | 0.40 | Ok |
| 6 | 260 | -200.0 | -58599.6 | 29748.8 | 5005508.0 | 0.28 | 0.04 | 0.40 | Ok |
| 1 | 260 | -240.0 | -71106.7 | 10002.2 | 2678836.0 | 0.15 | 0.05 | 0.14 | Ok |
| 2 | 260 | -240.0 | -163574.4 | 32365.0 | 8561817.0 | 0.42 | 0.11 | 0.44 | Ok |
| 3 | 260 | -240.0 | -75325.1 | 10701.1 | 2522511.0 | 0.14 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 4 | 260 | -240.0 | -166105.4 | 32597.8 | 8395209.0 | 0.41 | 0.11 | 0.44 | Ok |
| 5 | 260 | -240.0 | -144504.7 | 27195.2 | 6829610.0 | 0.34 | 0.10 | 0.37 | Ok |
| 6 | 260 | -240.0 | -58495.6 | 22107.2 | 5991110.0 | 0.34 | 0.04 | 0.30 | Ok |
| 1 | 260 | -280.0 | -70964.2 | 9241.7 | 2286531.0 | 0.13 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 2 | 260 | -280.0 | -163246.6 | 29851.9 | 7293013.0 | 0.36 | 0.11 | 0.41 | Ok |
| 3 | 260 | -280.0 | -75174.2 | 9644.0 | 2140378.0 | 0.12 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 4 | 260 | -280.0 | -165772.6 | 30008.1 | 7095259.0 | 0.35 | 0.11 | 0.41 | Ok |
| 5 | 260 | -280.0 | -144215.1 | 24954.9 | 5743076.0 | 0.29 | 0.10 | 0.34 | Ok |
| 6 | 260 | -280.0 | -58378.4 | 15290.7 | 6738943.0 | 0.38 | 0.04 | 0.21 | Ok |
| 1 | 260 | -320.0 | -70807.5 | 8421.9 | 1924666.0 | 0.18 | 0.06 | 0.11 | Ok |
| 2 | 260 | -320.0 | -162886.2 | 27156.3 | 6124954.0 | 0.45 | 0.13 | 0.37 | Ok |
| 3 | 260 | -320.0 | -75008.2 | 8585.6 | 1802467.0 | 0.16 | 0.06 | 0.12 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|-----------|---------|-----------|------|------|------|----|
| 4 | 260 | -320.0 | -165406.6 | 27229.3 | 5899010.0 | 0.43 | 0.13 | 0.37 | Ok |
| 5 | 260 | -320.0 | -143896.7 | 22569.4 | 4746208.0 | 0.36 | 0.11 | 0.31 | Ok |
| 6 | 260 | -320.0 | -58249.5 | 9545.5 | 7240605.0 | 0.69 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 1 | 260 | -360.0 | -70638.5 | 7573.3 | 1595827.0 | 0.15 | 0.06 | 0.10 | Ok |
| 2 | 260 | -360.0 | -162497.4 | 24376.3 | 5065689.0 | 0.37 | 0.13 | 0.33 | Ok |
| 3 | 260 | -360.0 | -74829.2 | 7555.1 | 1509559.0 | 0.14 | 0.06 | 0.10 | Ok |
| 4 | 260 | -360.0 | -165011.8 | 24364.3 | 4814171.0 | 0.35 | 0.13 | 0.33 | Ok |
| 5 | 260 | -360.0 | -143553.3 | 20124.8 | 3844868.0 | 0.29 | 0.11 | 0.27 | Ok |
| 6 | 260 | -360.0 | -58110.5 | 5539.2 | 7512546.0 | 0.72 | 0.05 | 0.08 | Ok |
| 1 | 260 | -400.0 | -70459.2 | 6717.1 | 1301449.0 | 0.12 | 0.06 | 0.09 | Ok |
| 2 | 260 | -400.0 | -162084.8 | 21580.5 | 4119566.0 | 0.30 | 0.13 | 0.29 | Ok |
| 3 | 260 | -400.0 | -74639.2 | 6569.1 | 1261280.0 | 0.11 | 0.06 | 0.09 | Ok |
| 4 | 260 | -400.0 | -164592.8 | 21484.4 | 3844397.0 | 0.28 | 0.13 | 0.29 | Ok |
| 5 | 260 | -400.0 | -143188.7 | 17679.8 | 3041499.0 | 0.23 | 0.11 | 0.24 | Ok |
| 6 | 260 | -400.0 | -57962.9 | 4934.9 | 7581925.0 | 0.73 | 0.05 | 0.07 | Ok |
| 1 | 260 | -440.0 | -70272.2 | 5872.2 | 1042196.0 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | Ok |
| 2 | 260 | -440.0 | -161654.7 | 18828.9 | 3288502.0 | 0.24 | 0.13 | 0.26 | Ok |
| 3 | 260 | -440.0 | -74441.1 | 5642.1 | 1056272.0 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | Ok |
| 4 | 260 | -440.0 | -164156.1 | 18651.7 | 2990599.0 | 0.22 | 0.13 | 0.25 | Ok |
| 5 | 260 | -440.0 | -142808.8 | 15285.3 | 2336240.0 | 0.18 | 0.11 | 0.21 | Ok |
| 6 | 260 | -440.0 | -57809.1 | 7030.1 | 7478609.0 | 0.72 | 0.05 | 0.10 | Ok |
| 1 | 260 | -480.0 | -70082.8 | 5054.8 | 818112.3 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | Ok |
| 2 | 260 | -480.0 | -161219.1 | 16173.7 | 2572524.0 | 0.19 | 0.13 | 0.22 | Ok |
| 3 | 260 | -480.0 | -74240.5 | 4786.2 | 891960.7 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | Ok |
| 4 | 260 | -480.0 | -163713.7 | 15919.3 | 2251403.0 | 0.17 | 0.13 | 0.22 | Ok |
| 5 | 260 | -480.0 | -142423.9 | 12984.3 | 1727294.0 | 0.13 | 0.11 | 0.18 | Ok |
| 6 | 260 | -480.0 | -57653.3 | 9419.0 | 7232602.0 | 0.69 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 1 | 260 | -520.0 | -69896.0 | 4278.0 | 628827.6 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | Ok |
| 2 | 260 | -520.0 | -160789.4 | 13655.8 | 1970463.0 | 0.15 | 0.13 | 0.19 | Ok |
| 3 | 260 | -520.0 | -74042.7 | 4011.1 | 764257.5 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | Ok |
| 4 | 260 | -520.0 | -163277.4 | 13327.9 | 1623771.0 | 0.12 | 0.13 | 0.18 | Ok |
| 5 | 260 | -520.0 | -142044.3 | 10809.5 | 1211367.0 | 0.09 | 0.11 | 0.15 | Ok |
| 6 | 260 | -520.0 | -57499.6 | 11411.7 | 6872679.0 | 0.66 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 1 | 260 | -560.0 | -69714.1 | 3551.8 | 473831.2 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | Ok |
| 2 | 260 | -560.0 | -160370.8 | 11307.3 | 1480915.0 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | Ok |
| 3 | 260 | -560.0 | -73849.9 | 3324.4 | 667413.8 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | Ok |
| 4 | 260 | -560.0 | -162852.3 | 10908.7 | 1104132.0 | 0.08 | 0.13 | 0.15 | Ok |
| 5 | 260 | -560.0 | -141674.6 | 8785.6 | 784486.8 | 0.06 | 0.11 | 0.12 | Ok |
| 6 | 260 | -560.0 | -57350.0 | 12897.0 | 6425503.0 | 0.62 | 0.05 | 0.18 | Ok |
| 1 | 260 | -600.0 | -69537.7 | 2883.5 | 352738.4 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | Ok |
| 2 | 260 | -600.0 | -159965.1 | 9150.7 | 1103089.0 | 0.08 | 0.13 | 0.12 | Ok |
| 3 | 260 | -600.0 | -73663.1 | 2732.5 | 594344.2 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | Ok |
| 4 | 260 | -600.0 | -162440.3 | 8681.9 | 690916.1 | 0.05 | 0.13 | 0.12 | Ok |
| 5 | 260 | -600.0 | -141316.1 | 6927.7 | 444045.2 | 0.03 | 0.11 | 0.09 | Ok |
| 6 | 260 | -600.0 | -57204.9 | 13889.6 | 5915201.0 | 0.57 | 0.05 | 0.19 | Ok |
| 1 | 260 | -640.0 | -69366.0 | 2281.1 | 265283.1 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | Ok |
| 2 | 260 | -640.0 | -159570.0 | 7211.9 | 836319.7 | 0.06 | 0.13 | 0.10 | Ok |
| 3 | 260 | -640.0 | -73481.2 | 2243.7 | 537528.2 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | Ok |
| 4 | 260 | -640.0 | -162039.1 | 6669.3 | 393509.9 | 0.03 | 0.13 | 0.09 | Ok |
| 5 | 260 | -640.0 | -140967.2 | 5252.6 | 200914.7 | 0.02 | 0.11 | 0.07 | Ok |
| 6 | 260 | -640.0 | -57063.6 | 14433.7 | 5363143.0 | 0.51 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 1 | 260 | -680.0 | -69198.1 | 1755.0 | 210035.6 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 2 | 260 | -680.0 | -159183.9 | 5524.4 | 674467.7 | 0.05 | 0.13 | 0.08 | Ok |
| 3 | 260 | -680.0 | -73303.3 | 1866.3 | 490162.7 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | Ok |
| 4 | 260 | -680.0 | -161647.0 | 4898.4 | 258126.8 | 0.02 | 0.13 | 0.07 | Ok |
| 5 | 260 | -680.0 | -140626.0 | 3781.0 | 150476.7 | 0.01 | 0.11 | 0.05 | Ok |
| 6 | 260 | -680.0 | -56925.5 | 14584.7 | 4788101.0 | 0.46 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 1 | 260 | -720.0 | -69036.3 | 1304.9 | 181548.6 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 2 | 260 | -720.0 | -158811.7 | 4088.5 | 595929.2 | 0.04 | 0.13 | 0.06 | Ok |
| 3 | 260 | -720.0 | -73131.9 | 1595.5 | 447067.4 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -720.0 | -161269.1 | 3357.1 | 296731.9 | 0.02 | 0.13 | 0.05 | Ok |
| 5 | 260 | -720.0 | -140297.2 | 2500.3 | 251509.1 | 0.02 | 0.11 | 0.03 | Ok |
| 6 | 260 | -720.0 | -56792.4 | 14404.3 | 4206259.0 | 0.40 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 1 | 260 | -760.0 | -68882.7 | 938.7 | 169496.7 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|---------|-----------|---------|-----------|------|------|------|----|
| 2 | 260 | -760.0 | -158458.3 | 2932.8 | 564316.2 | 0.04 | 0.13 | 0.04 | Ok |
| 3 | 260 | -760.0 | -72969.2 | 1422.2 | 404800.9 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -760.0 | -160910.2 | 2055.2 | 376866.6 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | Ok |
| 5 | 260 | -760.0 | -139985.0 | 1412.9 | 337222.3 | 0.03 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -760.0 | -56666.0 | 13943.0 | 3631138.0 | 0.35 | 0.05 | 0.19 | Ok |
| 1 | 260 | -800.0 | -68738.2 | 673.6 | 163053.3 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -800.0 | -158126.0 | 2119.2 | 545456.9 | 0.04 | 0.13 | 0.03 | Ok |
| 3 | 260 | -800.0 | -72816.2 | 1325.7 | 361462.3 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -800.0 | -160572.7 | 1052.5 | 431635.7 | 0.03 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -800.0 | -139691.4 | 564.3 | 385878.9 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 260 | -800.0 | -56547.2 | 13246.0 | 3074130.0 | 0.30 | 0.05 | 0.18 | Ok |
| 1 | 260 | -840.0 | -68603.9 | 533.5 | 155284.9 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -840.0 | -157816.9 | 1723.9 | 519232.2 | 0.04 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 3 | 260 | -840.0 | -72673.8 | 1276.0 | 316368.5 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -840.0 | -160258.8 | 683.8 | 450862.6 | 0.03 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -840.0 | -139418.4 | 467.0 | 399925.3 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 260 | -840.0 | -56436.7 | 12352.2 | 2544771.0 | 0.24 | 0.04 | 0.17 | Ok |
| 1 | 260 | -880.0 | -68480.6 | 513.1 | 143256.7 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -880.0 | -157533.2 | 1703.7 | 477855.5 | 0.04 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 3 | 260 | -880.0 | -72543.2 | 1242.7 | 269720.8 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -880.0 | -159970.8 | 1067.8 | 437469.6 | 0.03 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -880.0 | -139167.8 | 951.3 | 385082.6 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 260 | -880.0 | -56335.2 | 11294.6 | 2051001.0 | 0.20 | 0.04 | 0.15 | Ok |
| 1 | 260 | -920.0 | -68369.3 | 552.0 | 126502.5 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -920.0 | -157277.3 | 1847.0 | 420755.6 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | Ok |
| 3 | 260 | -920.0 | -72425.3 | 1201.7 | 222332.4 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -920.0 | -159710.9 | 1498.3 | 397641.4 | 0.03 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 5 | 260 | -920.0 | -138941.7 | 1337.4 | 347754.3 | 0.03 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -920.0 | -56243.7 | 10099.9 | 1599422.0 | 0.15 | 0.04 | 0.14 | Ok |
| 1 | 260 | -960.0 | -68271.1 | 590.0 | 105848.7 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -960.0 | -157051.3 | 1969.7 | 351082.5 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | Ok |
| 3 | 260 | -960.0 | -72321.3 | 1136.5 | 175431.5 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 4 | 260 | -960.0 | -159481.4 | 1779.8 | 338535.9 | 0.03 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 5 | 260 | -960.0 | -138742.0 | 1570.1 | 294470.8 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -960.0 | -56162.9 | 8789.5 | 1195551.0 | 0.12 | 0.04 | 0.12 | Ok |
| 1 | 260 | -1000.0 | -68186.8 | 596.4 | 82778.4 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -1000.0 | -156857.4 | 1982.6 | 273874.1 | 0.02 | 0.12 | 0.03 | Ok |
| 3 | 260 | -1000.0 | -72232.0 | 1036.2 | 130527.8 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | Ok |
| 4 | 260 | -1000.0 | -159284.6 | 1881.9 | 267619.0 | 0.02 | 0.13 | 0.03 | Ok |
| 5 | 260 | -1000.0 | -138570.8 | 1644.1 | 231739.8 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -1000.0 | -56093.5 | 7379.1 | 844042.5 | 0.08 | 0.04 | 0.10 | Ok |
| 1 | 260 | -1040.0 | -68117.4 | 557.9 | 59113.6 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -1040.0 | -156697.9 | 1847.4 | 195144.7 | 0.01 | 0.12 | 0.03 | Ok |
| 3 | 260 | -1040.0 | -72158.5 | 893.7 | 89326.3 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | Ok |
| 4 | 260 | -1040.0 | -159122.5 | 1798.3 | 192434.5 | 0.01 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 5 | 260 | -1040.0 | -138429.8 | 1559.4 | 166001.9 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -1040.0 | -56036.5 | 5879.9 | 548916.0 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | Ok |
| 1 | 260 | -1080.0 | -68064.0 | 468.7 | 36859.3 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 260 | -1080.0 | -156574.9 | 1547.0 | 121439.2 | 0.01 | 0.12 | 0.02 | Ok |
| 3 | 260 | -1080.0 | -72101.9 | 704.5 | 53673.5 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | Ok |
| 4 | 260 | -1080.0 | -158997.6 | 1527.1 | 120532.9 | 0.01 | 0.13 | 0.02 | Ok |
| 5 | 260 | -1080.0 | -138321.2 | 1316.7 | 103634.3 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 260 | -1080.0 | -55992.5 | 4298.8 | 313739.5 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | Ok |
| 1 | 260 | -1120.0 | -68027.3 | 325.8 | 18127.2 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 2 | 260 | -1120.0 | -156490.6 | 1072.3 | 59614.7 | 0.00 | 0.12 | 0.01 | Ok |
| 3 | 260 | -1120.0 | -72063.1 | 465.1 | 25525.3 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | Ok |
| 4 | 260 | -1120.0 | -158912.1 | 1067.5 | 59458.2 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -1120.0 | -138246.7 | 916.2 | 50969.5 | 0.00 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 260 | -1120.0 | -55962.4 | 2639.9 | 141792.9 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | Ok |
| 1 | 260 | -1160.0 | -68008.5 | 127.4 | 5097.9 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 2 | 260 | -1160.0 | -156447.4 | 418.3 | 16732.7 | 0.00 | 0.12 | 0.01 | Ok |
| 3 | 260 | -1160.0 | -72043.2 | 173.2 | 6927.6 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | Ok |
| 4 | 260 | -1160.0 | -158868.1 | 419.0 | 16758.9 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -1160.0 | -138208.5 | 358.0 | 14320.5 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|---------|-----------|-------|---------|------|------|------|----|
| 6 | 260 | -1160.0 | -55946.9 | 904.9 | 36197.5 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | Ok |
| 1 | 260 | -1200.0 | -68008.5 | 127.4 | 0.0 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 2 | 260 | -1200.0 | -156447.4 | 418.3 | 0.0 | 0.00 | 0.12 | 0.01 | Ok |
| 3 | 260 | -1200.0 | -72043.2 | 173.2 | 0.0 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | Ok |
| 4 | 260 | -1200.0 | -158868.1 | 419.0 | 0.0 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | Ok |
| 5 | 260 | -1200.0 | -138208.5 | 358.0 | 0.0 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | Ok |
| 6 | 260 | -1200.0 | -55946.9 | 904.9 | 0.0 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | Ok |

Plinto n. 257

| Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | V (daN) | M (daN cm) | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V | Stato |
|------|------|---------------|------------|------------|---------------|----------|----------|-------|-------|
| 1 | 257 | 0.0 | -71563.4 | 11928.5 | 5399818.0 | 0.30 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 257 | 0.0 | -182343.9 | 38946.5 | 17908590.0 | 0.87 | 0.12 | 0.53 | Ok |
| 3 | 257 | 0.0 | -67317.8 | 14765.2 | 5544489.0 | 0.31 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 4 | 257 | 0.0 | -179796.6 | 39272.3 | 17980350.0 | 0.87 | 0.12 | 0.53 | Ok |
| 5 | 257 | 0.0 | -150198.1 | 33270.8 | 14884840.0 | 0.75 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 257 | 0.0 | -45293.5 | 62394.1 | 6717849.0 | 0.39 | 0.03 | 0.85 | Ok |
| 1 | 257 | -40.0 | -71539.3 | 11950.0 | 4930502.0 | 0.27 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 257 | -40.0 | -182282.7 | 39049.5 | 16380780.0 | 0.79 | 0.12 | 0.53 | Ok |
| 3 | 257 | -40.0 | -67295.2 | 14600.1 | 4989627.0 | 0.28 | 0.05 | 0.20 | Ok |
| 4 | 257 | -40.0 | -179736.3 | 39402.6 | 16413630.0 | 0.80 | 0.12 | 0.54 | Ok |
| 5 | 257 | -40.0 | -150147.7 | 33337.2 | 13553360.0 | 0.68 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 257 | -40.0 | -45278.3 | 59358.6 | 4596036.0 | 0.26 | 0.03 | 0.81 | Ok |
| 1 | 257 | -80.0 | -71496.5 | 11874.0 | 4461500.0 | 0.25 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 257 | -80.0 | -182173.7 | 38857.6 | 14853160.0 | 0.72 | 0.12 | 0.53 | Ok |
| 3 | 257 | -80.0 | -67255.0 | 14197.7 | 4445744.0 | 0.25 | 0.05 | 0.19 | Ok |
| 4 | 257 | -80.0 | -179628.8 | 39240.7 | 14843930.0 | 0.72 | 0.12 | 0.53 | Ok |
| 5 | 257 | -80.0 | -150057.9 | 33126.0 | 12220440.0 | 0.61 | 0.10 | 0.45 | Ok |
| 6 | 257 | -80.0 | -45251.2 | 53786.4 | 3093497.0 | 0.18 | 0.03 | 0.73 | Ok |
| 1 | 257 | -120.0 | -71430.0 | 11633.8 | 3995607.0 | 0.22 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 2 | 257 | -120.0 | -182004.1 | 38147.6 | 13333270.0 | 0.64 | 0.12 | 0.52 | Ok |
| 3 | 257 | -120.0 | -67192.4 | 13531.4 | 3920589.0 | 0.22 | 0.05 | 0.18 | Ok |
| 4 | 257 | -120.0 | -179461.5 | 38542.9 | 13280760.0 | 0.64 | 0.12 | 0.52 | Ok |
| 5 | 257 | -120.0 | -149918.2 | 32439.6 | 10895980.0 | 0.55 | 0.10 | 0.44 | Ok |
| 6 | 257 | -120.0 | -45209.1 | 46113.2 | 2945395.0 | 0.17 | 0.03 | 0.63 | Ok |
| 1 | 257 | -160.0 | -71341.5 | 11230.2 | 3538937.0 | 0.20 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 2 | 257 | -160.0 | -181778.8 | 36904.7 | 11840110.0 | 0.57 | 0.12 | 0.50 | Ok |
| 3 | 257 | -160.0 | -67109.2 | 12698.4 | 3422831.0 | 0.19 | 0.05 | 0.17 | Ok |
| 4 | 257 | -160.0 | -179239.4 | 37282.4 | 11745220.0 | 0.57 | 0.12 | 0.51 | Ok |
| 5 | 257 | -160.0 | -149732.6 | 31277.4 | 9598950.0 | 0.48 | 0.10 | 0.43 | Ok |
| 6 | 257 | -160.0 | -45153.1 | 37907.5 | 3879961.0 | 0.22 | 0.03 | 0.52 | Ok |
| 1 | 257 | -200.0 | -71233.2 | 10676.4 | 3098010.0 | 0.17 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 2 | 257 | -200.0 | -181502.6 | 35166.3 | 10394900.0 | 0.50 | 0.12 | 0.48 | Ok |
| 3 | 257 | -200.0 | -67007.2 | 11743.8 | 2958888.0 | 0.16 | 0.05 | 0.16 | Ok |
| 4 | 257 | -200.0 | -178967.1 | 35498.5 | 10259830.0 | 0.50 | 0.12 | 0.48 | Ok |
| 5 | 257 | -200.0 | -149505.1 | 29680.3 | 8348395.0 | 0.42 | 0.10 | 0.40 | Ok |
| 6 | 257 | -200.0 | -45084.6 | 29755.0 | 5013105.0 | 0.29 | 0.03 | 0.40 | Ok |
| 1 | 257 | -240.0 | -71106.8 | 10002.3 | 2678910.0 | 0.15 | 0.05 | 0.14 | Ok |
| 2 | 257 | -240.0 | -181180.6 | 33025.0 | 9017758.0 | 0.44 | 0.12 | 0.45 | Ok |
| 3 | 257 | -240.0 | -66888.4 | 10717.7 | 2533781.0 | 0.14 | 0.05 | 0.15 | Ok |
| 4 | 257 | -240.0 | -178649.6 | 33290.1 | 8845586.0 | 0.43 | 0.12 | 0.45 | Ok |
| 5 | 257 | -240.0 | -149239.9 | 27737.3 | 7161711.0 | 0.36 | 0.10 | 0.38 | Ok |
| 6 | 257 | -240.0 | -45004.6 | 22116.1 | 5996256.0 | 0.34 | 0.03 | 0.30 | Ok |
| 1 | 257 | -280.0 | -70964.3 | 9241.8 | 2286599.0 | 0.13 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 2 | 257 | -280.0 | -180817.6 | 30589.5 | 7725357.0 | 0.37 | 0.12 | 0.42 | Ok |
| 3 | 257 | -280.0 | -66754.3 | 9662.6 | 2150867.0 | 0.12 | 0.05 | 0.13 | Ok |
| 4 | 257 | -280.0 | -178291.6 | 30773.3 | 7519584.0 | 0.36 | 0.12 | 0.42 | Ok |
| 5 | 257 | -280.0 | -148940.8 | 25549.1 | 6052743.0 | 0.30 | 0.10 | 0.35 | Ok |
| 6 | 257 | -280.0 | -44914.4 | 15303.7 | 6742551.0 | 0.39 | 0.03 | 0.21 | Ok |
| 1 | 257 | -320.0 | -70807.6 | 8422.1 | 1924728.0 | 0.18 | 0.06 | 0.11 | Ok |
| 2 | 257 | -320.0 | -180418.3 | 27948.0 | 6530151.0 | 0.46 | 0.14 | 0.38 | Ok |
| 3 | 257 | -320.0 | -66606.9 | 8605.7 | 1812023.0 | 0.17 | 0.05 | 0.12 | Ok |
| 4 | 257 | -320.0 | -177897.9 | 28042.4 | 6294316.0 | 0.45 | 0.14 | 0.38 | Ok |
| 5 | 257 | -320.0 | -148612.0 | 23195.4 | 5031321.0 | 0.38 | 0.12 | 0.32 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|-----------|---------|-----------|------|------|------|----|
| 6 | 257 | -320.0 | -44815.2 | 9565.3 | 7243178.0 | 0.72 | 0.04 | 0.13 | Ok |
| 1 | 257 | -360.0 | -70638.6 | 7573.4 | 1595883.0 | 0.15 | 0.06 | 0.10 | Ok |
| 2 | 257 | -360.0 | -179987.8 | 25199.8 | 5441124.0 | 0.39 | 0.14 | 0.34 | Ok |
| 3 | 257 | -360.0 | -66448.0 | 7576.0 | 1518049.0 | 0.14 | 0.05 | 0.10 | Ok |
| 4 | 257 | -360.0 | -177473.4 | 25202.2 | 5178527.0 | 0.37 | 0.14 | 0.34 | Ok |
| 5 | 257 | -360.0 | -148257.3 | 20764.3 | 4104080.0 | 0.31 | 0.12 | 0.28 | Ok |
| 6 | 257 | -360.0 | -44708.3 | 5570.2 | 7514388.0 | 0.75 | 0.04 | 0.08 | Ok |
| 1 | 257 | -400.0 | -70459.2 | 6717.2 | 1301499.0 | 0.12 | 0.06 | 0.09 | Ok |
| 2 | 257 | -400.0 | -179530.7 | 22415.8 | 4463463.0 | 0.32 | 0.14 | 0.31 | Ok |
| 3 | 257 | -400.0 | -66279.2 | 6590.2 | 1268587.0 | 0.12 | 0.05 | 0.09 | Ok |
| 4 | 257 | -400.0 | -177022.7 | 22326.8 | 4176837.0 | 0.30 | 0.14 | 0.30 | Ok |
| 5 | 257 | -400.0 | -147880.8 | 18317.0 | 3274144.0 | 0.25 | 0.12 | 0.25 | Ok |
| 6 | 257 | -400.0 | -44594.7 | 4965.5 | 7583235.0 | 0.76 | 0.04 | 0.07 | Ok |
| 1 | 257 | -440.0 | -70272.3 | 5872.3 | 1042239.0 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | Ok |
| 2 | 257 | -440.0 | -179054.4 | 19658.6 | 3599737.0 | 0.26 | 0.14 | 0.27 | Ok |
| 3 | 257 | -440.0 | -66103.4 | 5663.0 | 1062305.0 | 0.10 | 0.05 | 0.08 | Ok |
| 4 | 257 | -440.0 | -176553.0 | 19481.3 | 3291001.0 | 0.24 | 0.14 | 0.27 | Ok |
| 5 | 257 | -440.0 | -147488.5 | 15906.9 | 2542205.0 | 0.19 | 0.12 | 0.22 | Ok |
| 6 | 257 | -440.0 | -44476.4 | 7048.3 | 7479525.0 | 0.75 | 0.04 | 0.10 | Ok |
| 1 | 257 | -480.0 | -70082.9 | 5055.0 | 818148.6 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | Ok |
| 2 | 257 | -480.0 | -178571.8 | 16983.2 | 2850367.0 | 0.20 | 0.14 | 0.23 | Ok |
| 3 | 257 | -480.0 | -65925.2 | 4806.4 | 896673.1 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | Ok |
| 4 | 257 | -480.0 | -176077.2 | 16722.0 | 2520359.0 | 0.18 | 0.14 | 0.23 | Ok |
| 5 | 257 | -480.0 | -147091.0 | 13579.5 | 1906846.0 | 0.14 | 0.12 | 0.18 | Ok |
| 6 | 257 | -480.0 | -44356.5 | 9430.1 | 7233225.0 | 0.72 | 0.04 | 0.13 | Ok |
| 1 | 257 | -520.0 | -69896.1 | 4278.1 | 628857.2 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | Ok |
| 2 | 257 | -520.0 | -178095.9 | 14433.0 | 2214188.0 | 0.16 | 0.14 | 0.20 | Ok |
| 3 | 257 | -520.0 | -65749.5 | 4030.1 | 767670.9 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | Ok |
| 4 | 257 | -520.0 | -175607.9 | 14092.5 | 1862404.0 | 0.13 | 0.14 | 0.19 | Ok |
| 5 | 257 | -520.0 | -146699.0 | 11369.8 | 1364896.0 | 0.10 | 0.12 | 0.15 | Ok |
| 6 | 257 | -520.0 | -44238.3 | 11419.0 | 6873084.0 | 0.69 | 0.04 | 0.16 | Ok |
| 1 | 257 | -560.0 | -69714.2 | 3552.0 | 473853.9 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | Ok |
| 2 | 257 | -560.0 | -177632.2 | 12042.8 | 1689215.0 | 0.12 | 0.14 | 0.16 | Ok |
| 3 | 257 | -560.0 | -65578.4 | 3341.8 | 669638.4 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | Ok |
| 4 | 257 | -560.0 | -175150.8 | 11627.0 | 1313752.0 | 0.09 | 0.14 | 0.16 | Ok |
| 5 | 257 | -560.0 | -146317.1 | 9304.6 | 911951.9 | 0.07 | 0.12 | 0.13 | Ok |
| 6 | 257 | -560.0 | -44123.2 | 12901.9 | 6425748.0 | 0.64 | 0.04 | 0.18 | Ok |
| 1 | 257 | -600.0 | -69537.8 | 2883.6 | 352753.9 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | Ok |
| 2 | 257 | -600.0 | -177182.8 | 9837.2 | 1273293.0 | 0.09 | 0.14 | 0.13 | Ok |
| 3 | 257 | -600.0 | -65412.4 | 2748.0 | 595574.9 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | Ok |
| 4 | 257 | -600.0 | -174707.6 | 9347.9 | 871875.9 | 0.06 | 0.14 | 0.13 | Ok |
| 5 | 257 | -600.0 | -145946.9 | 7400.8 | 543112.2 | 0.04 | 0.12 | 0.10 | Ok |
| 6 | 257 | -600.0 | -44011.5 | 13892.9 | 5915330.0 | 0.59 | 0.04 | 0.19 | Ok |
| 1 | 257 | -640.0 | -69366.1 | 2281.2 | 265291.0 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | Ok |
| 2 | 257 | -640.0 | -176745.3 | 7844.0 | 964096.4 | 0.07 | 0.14 | 0.11 | Ok |
| 3 | 257 | -640.0 | -65250.9 | 2256.7 | 538009.5 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | Ok |
| 4 | 257 | -640.0 | -174276.2 | 7279.8 | 539735.5 | 0.04 | 0.14 | 0.10 | Ok |
| 5 | 257 | -640.0 | -145586.5 | 5676.6 | 255772.4 | 0.02 | 0.12 | 0.08 | Ok |
| 6 | 257 | -640.0 | -43902.8 | 14435.9 | 5363192.0 | 0.54 | 0.03 | 0.20 | Ok |
| 1 | 257 | -680.0 | -69198.2 | 1755.1 | 210036.4 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | Ok |
| 2 | 257 | -680.0 | -176317.6 | 6097.9 | 756319.5 | 0.05 | 0.14 | 0.08 | Ok |
| 3 | 257 | -680.0 | -65093.0 | 1876.4 | 490139.5 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | Ok |
| 4 | 257 | -680.0 | -173854.5 | 5452.7 | 337573.5 | 0.02 | 0.14 | 0.07 | Ok |
| 5 | 257 | -680.0 | -145234.2 | 4154.3 | 87395.5 | 0.01 | 0.12 | 0.06 | Ok |
| 6 | 257 | -680.0 | -43796.6 | 14586.1 | 4788096.0 | 0.48 | 0.03 | 0.20 | Ok |
| 1 | 257 | -720.0 | -69036.4 | 1305.0 | 181544.1 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 2 | 257 | -720.0 | -175905.3 | 4597.3 | 635338.9 | 0.05 | 0.14 | 0.06 | Ok |
| 3 | 257 | -720.0 | -64940.8 | 1602.5 | 446747.1 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -720.0 | -173447.9 | 3855.8 | 293669.4 | 0.02 | 0.14 | 0.05 | Ok |
| 5 | 257 | -720.0 | -144894.6 | 2820.5 | 173756.9 | 0.01 | 0.12 | 0.04 | Ok |
| 6 | 257 | -720.0 | -43694.2 | 14405.1 | 4206220.0 | 0.42 | 0.03 | 0.20 | Ok |
| 1 | 257 | -760.0 | -68882.8 | 938.7 | 169489.8 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -760.0 | -175513.9 | 3364.8 | 573612.9 | 0.04 | 0.14 | 0.05 | Ok |
| 3 | 257 | -760.0 | -64796.3 | 1426.2 | 404340.1 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|---------|-----------|---------|-----------|------|------|------|----|
| 4 | 257 | -760.0 | -173062.0 | 2498.4 | 342950.0 | 0.02 | 0.14 | 0.03 | Ok |
| 5 | 257 | -760.0 | -144572.2 | 1673.2 | 276404.8 | 0.02 | 0.12 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -760.0 | -43597.0 | 13943.5 | 3631082.0 | 0.36 | 0.03 | 0.19 | Ok |
| 1 | 257 | -800.0 | -68738.3 | 673.6 | 163046.2 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -800.0 | -175145.8 | 2447.3 | 538635.8 | 0.04 | 0.14 | 0.03 | Ok |
| 3 | 257 | -800.0 | -64660.4 | 1327.1 | 360967.9 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -800.0 | -172699.0 | 1424.3 | 394429.1 | 0.03 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -800.0 | -144268.9 | 722.5 | 339215.6 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 257 | -800.0 | -43505.5 | 13246.1 | 3074067.0 | 0.31 | 0.03 | 0.18 | Ok |
| 1 | 257 | -840.0 | -68604.0 | 533.5 | 155278.7 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -840.0 | -174803.4 | 1909.0 | 506199.6 | 0.04 | 0.14 | 0.03 | Ok |
| 3 | 257 | -840.0 | -64534.0 | 1275.6 | 315906.6 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -840.0 | -172361.4 | 827.1 | 418421.0 | 0.03 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 5 | 257 | -840.0 | -143986.9 | 250.4 | 364788.2 | 0.03 | 0.11 | 0.00 | Ok |
| 6 | 257 | -840.0 | -43420.5 | 12352.2 | 2544709.0 | 0.26 | 0.03 | 0.17 | Ok |
| 1 | 257 | -880.0 | -68480.7 | 513.1 | 143251.9 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -880.0 | -174489.2 | 1750.7 | 464099.1 | 0.03 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 3 | 257 | -880.0 | -64418.0 | 1241.4 | 269326.9 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -880.0 | -172051.6 | 978.5 | 411724.6 | 0.03 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 5 | 257 | -880.0 | -143728.1 | 757.1 | 359314.3 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 257 | -880.0 | -43342.5 | 11294.4 | 2050946.0 | 0.21 | 0.03 | 0.15 | Ok |
| 1 | 257 | -920.0 | -68369.4 | 552.0 | 126498.9 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -920.0 | -174205.7 | 1816.8 | 408844.9 | 0.03 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 3 | 257 | -920.0 | -64313.4 | 1200.1 | 222020.8 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -920.0 | -171772.1 | 1373.6 | 378496.0 | 0.03 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -920.0 | -143494.6 | 1187.3 | 329510.6 | 0.03 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -920.0 | -43272.0 | 10099.7 | 1599376.0 | 0.16 | 0.03 | 0.14 | Ok |
| 1 | 257 | -960.0 | -68271.2 | 590.0 | 105846.1 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -960.0 | -173955.4 | 1914.0 | 341938.1 | 0.02 | 0.14 | 0.03 | Ok |
| 3 | 257 | -960.0 | -64220.9 | 1134.8 | 175202.3 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | Ok |
| 4 | 257 | -960.0 | -171525.3 | 1668.5 | 325158.2 | 0.02 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -960.0 | -143288.4 | 1456.5 | 282144.0 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -960.0 | -43209.9 | 8789.3 | 1195515.0 | 0.12 | 0.03 | 0.12 | Ok |
| 1 | 257 | -1000.0 | -68186.9 | 596.4 | 82776.8 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -1000.0 | -173740.7 | 1927.1 | 267542.7 | 0.02 | 0.14 | 0.03 | Ok |
| 3 | 257 | -1000.0 | -64141.7 | 1034.7 | 130372.4 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 4 | 257 | -1000.0 | -171313.6 | 1794.6 | 258927.9 | 0.02 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -1000.0 | -143111.6 | 1561.4 | 223924.9 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -1000.0 | -43156.5 | 7378.9 | 844017.0 | 0.08 | 0.03 | 0.10 | Ok |
| 1 | 257 | -1040.0 | -68117.5 | 557.9 | 59112.6 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -1040.0 | -173564.0 | 1802.9 | 191237.5 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 3 | 257 | -1040.0 | -64076.4 | 892.6 | 89231.4 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 4 | 257 | -1040.0 | -171139.3 | 1735.9 | 187311.6 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -1040.0 | -142966.0 | 1502.9 | 161481.0 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -1040.0 | -43112.6 | 5879.7 | 548899.6 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | Ok |
| 1 | 257 | -1080.0 | -68064.1 | 468.7 | 36858.8 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 2 | 257 | -1080.0 | -173427.7 | 1516.7 | 119380.9 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 3 | 257 | -1080.0 | -64026.1 | 703.7 | 53623.7 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 4 | 257 | -1080.0 | -171005.0 | 1487.6 | 117926.4 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | Ok |
| 5 | 257 | -1080.0 | -142853.8 | 1281.9 | 101368.4 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | Ok |
| 6 | 257 | -1080.0 | -43078.8 | 4298.7 | 313730.6 | 0.03 | 0.03 | 0.06 | Ok |
| 1 | 257 | -1120.0 | -68027.4 | 325.8 | 18127.0 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 2 | 257 | -1120.0 | -173334.4 | 1056.1 | 58786.5 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 3 | 257 | -1120.0 | -63991.7 | 464.7 | 25505.3 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | Ok |
| 4 | 257 | -1120.0 | -170912.9 | 1047.3 | 58438.6 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 5 | 257 | -1120.0 | -142776.9 | 898.8 | 50094.4 | 0.00 | 0.11 | 0.01 | Ok |
| 6 | 257 | -1120.0 | -43055.6 | 2639.9 | 141789.1 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | Ok |
| 1 | 257 | -1160.0 | -68008.6 | 127.4 | 5097.9 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 2 | 257 | -1160.0 | -173286.5 | 414.0 | 16558.8 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 3 | 257 | -1160.0 | -63974.0 | 173.1 | 6923.4 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 4 | 257 | -1160.0 | -170865.7 | 413.8 | 16550.5 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 5 | 257 | -1160.0 | -142737.4 | 353.6 | 14143.9 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | Ok |
| 6 | 257 | -1160.0 | -43043.7 | 904.9 | 36196.7 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | Ok |
| 1 | 257 | -1200.0 | -68008.6 | 127.4 | 0.0 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | | | |
|---|-----|---------|-----------|-------|-----|------|------|------|----|
| 2 | 257 | -1200.0 | -173286.5 | 414.0 | 0.0 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 3 | 257 | -1200.0 | -63974.0 | 173.1 | 0.0 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | Ok |
| 4 | 257 | -1200.0 | -170865.7 | 413.8 | 0.0 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | Ok |
| 5 | 257 | -1200.0 | -142737.4 | 353.6 | 0.0 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | Ok |
| 6 | 257 | -1200.0 | -43043.7 | 904.9 | 0.0 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Pl. | Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | V (daN) | M (daN cm) | Ver. N/M | Ver.(25) | Ver.V |
|-----|------|------|---------------|------------|------------|---------------|----------|----------|-------|
| 257 | 4 | 257 | 0.0 | -179796.6 | 39272.3 | 17980350.0 | 0.871 | 0.122 | 0.534 |
| 257 | 2 | 257 | -320.0 | -180418.3 | 27948.0 | 6530151.0 | 0.464 | 0.144 | 0.380 |
| 257 | 6 | 257 | 0.0 | -45293.5 | 62394.1 | 6717849.0 | 0.386 | 0.031 | 0.849 |

S/Su massime:

Ver. N/M = 0.871 < 1 Ok

Ver. (25) = 0.144 < 1 Ok

Ver. V = 0.849 < 1 Ok

15.1.2 Verifiche stato limite di esercizio

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni rare.**

Tensione lim. CLS = 184.2 daN/cm²

Tensione lim. acciaio = 3600.0 daN/cm²

Plinto n. 260

| Cmb.Palo | Quota (cm) | N (daN) | M (daN cm) | Ten.SLE C (daN/cm ²) | Ten.SLE A (daN/cm ²) | Stato (daN/cm ²) |
|----------|---------------|------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 7 260 | 0.0 | -52082.3 | 3914709.0 | -48.5 | 680.8 | Ok |
| 8 260 | 0.0 | -121016.7 | 12817090.0 | -160.7 | 3332.6 | Ok |
| 9 260 | 0.0 | -54912.7 | 4000217.0 | -50.2 | 884.8 | Ok |
| 10 260 | 0.0 | -122714.9 | 12854970.0 | -161.2 | 3329.9 | Ok |
| 7 260 | -40.0 | -52064.8 | 3574347.0 | -44.8 | 764.6 | Ok |
| 8 260 | -40.0 | -120976.1 | 11689190.0 | -146.6 | 2940.8 | Ok |
| 9 260 | -40.0 | -54894.2 | 3604557.0 | -45.2 | 750.6 | Ok |
| 10 260 | -40.0 | -122673.7 | 11703460.0 | -146.8 | 2930.1 | Ok |
| 7 260 | -80.0 | -52033.7 | 3234208.0 | -40.5 | 650.0 | Ok |
| 8 260 | -80.0 | -120903.7 | 10562820.0 | -132.5 | 2551.4 | Ok |
| 9 260 | -80.0 | -54861.4 | 3215319.0 | -40.3 | 620.3 | Ok |
| 10 260 | -80.0 | -122600.3 | 10551450.0 | -132.4 | 2532.1 | Ok |
| 7 260 | -120.0 | -51985.2 | 2896327.0 | -36.3 | 538.0 | Ok |
| 8 260 | -120.0 | -120791.1 | 9445473.0 | -118.5 | 2167.6 | Ok |
| 9 260 | -120.0 | -54810.3 | 2837714.0 | -35.5 | 496.4 | Ok |
| 10 260 | -120.0 | -122486.2 | 9407623.0 | -118.0 | 2139.5 | Ok |
| 7 260 | -160.0 | -51920.9 | 2565141.0 | -32.1 | 430.5 | Ok |
| 8 260 | -160.0 | -120641.6 | 8352229.0 | -104.8 | 1795.4 | Ok |
| 9 260 | -160.0 | -54742.5 | 2477909.0 | -30.9 | -407.9 | Ok |
| 10 260 | -160.0 | -122334.5 | 8288334.0 | -103.9 | 1759.2 | Ok |
| 7 260 | -200.0 | -51842.0 | 2245381.0 | -28.0 | -370.4 | Ok |
| 8 260 | -200.0 | -120458.3 | 7298679.0 | -91.5 | 1441.7 | Ok |
| 9 260 | -200.0 | -54659.3 | 2140669.0 | -26.7 | -355.0 | Ok |
| 10 260 | -200.0 | -122148.7 | 7209928.0 | -90.3 | 1398.1 | Ok |
| 7 260 | -240.0 | -51750.0 | 1941460.0 | -24.2 | -322.8 | Ok |
| 8 260 | -240.0 | -120244.6 | 6299220.0 | -78.8 | 1113.1 | Ok |
| 9 260 | -240.0 | -54562.3 | 1829837.0 | -22.8 | -306.7 | Ok |
| 10 260 | -240.0 | -121932.0 | 6187323.0 | -77.4 | 1063.7 | Ok |
| 7 260 | -280.0 | -51646.3 | 1656975.0 | -20.7 | -278.8 | Ok |
| 8 260 | -280.0 | -120003.7 | 5365475.0 | -66.9 | -883.8 | Ok |
| 9 260 | -280.0 | -54453.0 | 1548102.0 | -19.4 | -264.0 | Ok |
| 10 260 | -280.0 | -121687.7 | 5232372.0 | -65.2 | -863.5 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | |
|----|-----|--------|-----------|-----------|-------|--------|----|
| 7 | 260 | -320.0 | -51532.3 | 1394572.0 | -20.6 | -278.8 | Ok |
| 8 | 260 | -320.0 | -119738.7 | 4505889.0 | -69.5 | -916.3 | Ok |
| 9 | 260 | -320.0 | -54332.8 | 1297100.0 | -19.1 | -261.5 | Ok |
| 10 | 260 | -320.0 | -121419.0 | 4353499.0 | -66.6 | -881.4 | Ok |
| 7 | 260 | -360.0 | -51409.3 | 1156125.0 | -17.1 | -235.1 | Ok |
| 8 | 260 | -360.0 | -119453.0 | 3726383.0 | -55.7 | -746.8 | Ok |
| 9 | 260 | -360.0 | -54203.1 | 1077735.0 | -16.3 | -225.1 | Ok |
| 10 | 260 | -360.0 | -121129.2 | 3556412.0 | -52.8 | -711.0 | Ok |
| 7 | 260 | -400.0 | -51278.8 | 942671.9 | -14.5 | -201.6 | Ok |
| 8 | 260 | -400.0 | -119149.6 | 3030153.0 | -44.6 | -607.4 | Ok |
| 9 | 260 | -400.0 | -54065.5 | 890139.5 | -14.2 | -198.3 | Ok |
| 10 | 260 | -400.0 | -120821.6 | 2843856.0 | -41.9 | -574.4 | Ok |
| 7 | 260 | -440.0 | -51142.7 | 754692.2 | -12.6 | -176.5 | Ok |
| 8 | 260 | -440.0 | -118833.5 | 2418608.0 | -36.3 | -502.1 | Ok |
| 9 | 260 | -440.0 | -53922.0 | 733881.4 | -12.7 | -178.7 | Ok |
| 10 | 260 | -440.0 | -120501.1 | 2216580.0 | -34.1 | -473.8 | Ok |
| 7 | 260 | -480.0 | -51004.9 | 592217.4 | -11.1 | -157.2 | Ok |
| 8 | 260 | -480.0 | -118513.2 | 1891764.0 | -30.6 | -426.9 | Ok |
| 9 | 260 | -480.0 | -53776.7 | 607844.4 | -11.6 | -163.8 | Ok |
| 10 | 260 | -480.0 | -120176.3 | 1673691.0 | -28.7 | -402.8 | Ok |
| 7 | 260 | -520.0 | -50869.0 | 454977.5 | -9.9 | -141.0 | Ok |
| 8 | 260 | -520.0 | -118197.4 | 1448761.0 | -26.5 | -373.2 | Ok |
| 9 | 260 | -520.0 | -53633.4 | 509965.5 | -10.7 | -152.2 | Ok |
| 10 | 260 | -520.0 | -119856.0 | 1213139.0 | -24.6 | -348.7 | Ok |
| 7 | 260 | -560.0 | -50736.5 | 342604.5 | -8.9 | -127.8 | Ok |
| 8 | 260 | -560.0 | -117889.7 | 1088572.0 | -23.2 | -330.8 | Ok |
| 9 | 260 | -560.0 | -53493.7 | 436903.6 | -10.0 | -143.5 | Ok |
| 10 | 260 | -560.0 | -119544.0 | 832625.3 | -21.2 | -304.0 | Ok |
| 7 | 260 | -600.0 | -50608.2 | 254827.6 | -8.1 | -117.4 | Ok |
| 8 | 260 | -600.0 | -117591.4 | 810625.2 | -20.8 | -298.1 | Ok |
| 9 | 260 | -600.0 | -53358.4 | 383907.9 | -9.6 | -137.1 | Ok |
| 10 | 260 | -600.0 | -119241.5 | 531584.1 | -18.5 | -268.6 | Ok |
| 7 | 260 | -640.0 | -50483.2 | 191474.5 | -7.5 | -109.8 | Ok |
| 8 | 260 | -640.0 | -117301.0 | 614458.0 | -19.0 | -274.8 | Ok |
| 9 | 260 | -640.0 | -53226.6 | 345259.5 | -9.2 | -132.4 | Ok |
| 10 | 260 | -640.0 | -118947.1 | 317364.5 | -16.6 | -243.2 | Ok |
| 7 | 260 | -680.0 | -50361.0 | 151536.2 | -7.2 | -105.0 | Ok |
| 8 | 260 | -680.0 | -117017.2 | 495570.4 | -17.9 | -260.5 | Ok |
| 9 | 260 | -680.0 | -53097.8 | 315266.3 | -8.9 | -128.7 | Ok |
| 10 | 260 | -680.0 | -118659.3 | 217713.3 | -15.6 | -231.1 | Ok |
| 7 | 260 | -720.0 | -50243.3 | 131060.5 | -7.0 | -102.4 | Ok |
| 8 | 260 | -720.0 | -116743.5 | 438029.9 | -17.4 | -253.4 | Ok |
| 9 | 260 | -720.0 | -52973.7 | 289306.8 | -8.7 | -125.5 | Ok |
| 10 | 260 | -720.0 | -118381.8 | 234306.2 | -15.8 | -232.6 | Ok |
| 7 | 260 | -760.0 | -50131.5 | 122507.7 | -6.9 | -101.2 | Ok |
| 8 | 260 | -760.0 | -116483.8 | 414985.6 | -17.1 | -250.2 | Ok |
| 9 | 260 | -760.0 | -52855.8 | 264194.2 | -8.4 | -122.4 | Ok |
| 10 | 260 | -760.0 | -118118.4 | 285018.1 | -16.2 | -238.0 | Ok |
| 7 | 260 | -800.0 | -50026.3 | 117981.2 | -6.8 | -100.5 | Ok |
| 8 | 260 | -800.0 | -116239.5 | 401255.8 | -17.0 | -248.2 | Ok |
| 9 | 260 | -800.0 | -52744.9 | 238100.2 | -8.2 | -119.1 | Ok |
| 10 | 260 | -800.0 | -117870.6 | 321366.7 | -16.5 | -241.8 | Ok |
| 7 | 260 | -840.0 | -49928.5 | 112446.7 | -6.8 | -99.7 | Ok |
| 8 | 260 | -840.0 | -116012.2 | 382044.7 | -16.8 | -245.6 | Ok |
| 9 | 260 | -840.0 | -52641.8 | 210281.6 | -7.9 | -115.7 | Ok |
| 10 | 260 | -840.0 | -117640.2 | 333541.8 | -16.6 | -242.8 | Ok |
| 7 | 260 | -880.0 | -49838.8 | 103787.4 | -6.7 | -98.5 | Ok |
| 8 | 260 | -880.0 | -115803.7 | 351642.4 | -16.5 | -241.7 | Ok |
| 9 | 260 | -880.0 | -52547.2 | 180771.5 | -7.7 | -112.1 | Ok |
| 10 | 260 | -880.0 | -117428.8 | 322659.6 | -16.4 | -241.2 | Ok |
| 7 | 260 | -920.0 | -49757.8 | 91677.3 | -6.6 | -97.0 | Ok |
| 8 | 260 | -920.0 | -115615.6 | 309644.6 | -16.1 | -236.5 | Ok |
| 9 | 260 | -920.0 | -52461.9 | 150124.9 | -7.4 | -108.4 | Ok |
| 10 | 260 | -920.0 | -117238.0 | 292821.3 | -16.1 | -237.4 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | |
|----|-----|---------|-----------|----------|-------|--------|----|
| 7 | 260 | -960.0 | -49686.3 | 76724.1 | -6.4 | -95.1 | Ok |
| 8 | 260 | -960.0 | -115449.5 | 258379.8 | -15.6 | -230.3 | Ok |
| 9 | 260 | -960.0 | -52386.5 | 119238.9 | -7.1 | -104.7 | Ok |
| 10 | 260 | -960.0 | -117069.5 | 249074.6 | -15.7 | -232.0 | Ok |
| 7 | 260 | -1000.0 | -49625.0 | 60009.2 | -6.3 | -93.1 | Ok |
| 8 | 260 | -1000.0 | -115306.9 | 201562.1 | -15.1 | -223.4 | Ok |
| 9 | 260 | -1000.0 | -52321.8 | 89234.3 | -6.8 | -101.1 | Ok |
| 10 | 260 | -1000.0 | -116925.0 | 196794.4 | -15.3 | -225.7 | Ok |
| 7 | 260 | -1040.0 | -49574.5 | 42857.2 | -6.1 | -91.0 | Ok |
| 8 | 260 | -1040.0 | -115189.7 | 143621.2 | -14.6 | -216.5 | Ok |
| 9 | 260 | -1040.0 | -52268.6 | 61380.6 | -6.6 | -97.8 | Ok |
| 10 | 260 | -1040.0 | -116806.1 | 141461.7 | -14.8 | -219.1 | Ok |
| 7 | 260 | -1080.0 | -49535.6 | 26724.4 | -6.0 | -89.0 | Ok |
| 8 | 260 | -1080.0 | -115099.2 | 89376.3 | -14.1 | -210.1 | Ok |
| 9 | 260 | -1080.0 | -52227.6 | 37051.0 | -6.4 | -94.9 | Ok |
| 10 | 260 | -1080.0 | -116714.4 | 88587.8 | -14.3 | -212.8 | Ok |
| 7 | 260 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.4 | -5.8 | -87.4 | Ok |
| 8 | 260 | -1120.0 | -115037.3 | 43874.9 | -13.7 | -204.7 | Ok |
| 9 | 260 | -1120.0 | -52199.5 | 17695.3 | -6.2 | -92.6 | Ok |
| 10 | 260 | -1120.0 | -116651.6 | 43694.3 | -13.9 | -207.5 | Ok |
| 7 | 260 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | -5.7 | -85.9 | Ok |
| 8 | 260 | -1160.0 | -115005.5 | 12314.8 | -13.4 | -201.0 | Ok |
| 9 | 260 | -1160.0 | -52185.0 | 4824.7 | -6.0 | -90.5 | Ok |
| 10 | 260 | -1160.0 | -116619.4 | 12314.6 | -13.6 | -203.8 | Ok |
| 7 | 260 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | -5.7 | -85.9 | Ok |
| 8 | 260 | -1200.0 | -115005.5 | 0.0 | -13.3 | -199.5 | Ok |
| 9 | 260 | -1200.0 | -52185.0 | 0.0 | -6.0 | -90.5 | Ok |
| 10 | 260 | -1200.0 | -116619.4 | 0.0 | -13.5 | -202.3 | Ok |

Plinto n. 257

| Cmb.PaloQuota | | N | M | Ten.SLE C | Ten.SLE A | Stato | |
|----------------------|-----|----------|-----------|------------------|------------------------|------------------------|----|
| | | (cm) | (daN) | (daN cm) | (daN/cm ²) | (daN/cm ²) | |
| 7 | 257 | 0.0 | -52082.4 | 3914772.0 | -48.5 | 680.8 | Ok |
| 8 | 257 | 0.0 | -134142.1 | 13180490.0 | -165.3 | 3337.0 | Ok |
| 9 | 257 | 0.0 | -49252.0 | 4008537.0 | -50.3 | 937.8 | Ok |
| 10 | 257 | 0.0 | -132443.9 | 13227980.0 | -165.9 | 3369.2 | Ok |
| 7 | 257 | -40.0 | -52064.9 | 3574410.0 | -44.8 | 764.6 | Ok |
| 8 | 257 | -40.0 | -134097.0 | 12056050.0 | -151.3 | 2947.6 | Ok |
| 9 | 257 | -40.0 | -49235.5 | 3612949.0 | -45.3 | 802.3 | Ok |
| 10 | 257 | -40.0 | -132399.4 | 12077840.0 | -151.5 | 2970.6 | Ok |
| 7 | 257 | -80.0 | -52033.8 | 3234270.0 | -40.5 | 650.1 | Ok |
| 8 | 257 | -80.0 | -134016.9 | 10931740.0 | -137.2 | 2560.3 | Ok |
| 9 | 257 | -80.0 | -49206.1 | 3223745.0 | -40.4 | 670.4 | Ok |
| 10 | 257 | -80.0 | -132320.2 | 10925590.0 | -137.1 | 2573.4 | Ok |
| 7 | 257 | -120.0 | -51985.3 | 2896387.0 | -36.3 | 538.0 | Ok |
| 8 | 257 | -120.0 | -133892.1 | 9813125.0 | -123.1 | 2177.8 | Ok |
| 9 | 257 | -120.0 | -49160.2 | 2846087.0 | -35.6 | 544.2 | Ok |
| 10 | 257 | -120.0 | -132197.0 | 9778077.0 | -122.7 | 2180.7 | Ok |
| 7 | 257 | -160.0 | -51921.0 | 2565200.0 | -32.1 | 430.5 | Ok |
| 8 | 257 | -160.0 | -133726.3 | 8714161.0 | -109.3 | 1806.0 | Ok |
| 9 | 257 | -160.0 | -49099.4 | 2486114.0 | -31.1 | 426.6 | Ok |
| 10 | 257 | -160.0 | -132033.4 | 8650703.0 | -108.5 | 1798.9 | Ok |
| 7 | 257 | -200.0 | -51842.1 | 2245437.0 | -28.0 | -370.4 | Ok |
| 8 | 257 | -200.0 | -133523.2 | 7650482.0 | -95.8 | 1451.6 | Ok |
| 9 | 257 | -200.0 | -49024.8 | 2148587.0 | -26.8 | -354.3 | Ok |
| 10 | 257 | -200.0 | -131832.8 | 7559966.0 | -94.7 | 1435.3 | Ok |
| 7 | 257 | -240.0 | -51750.1 | 1941513.0 | -24.2 | -322.8 | Ok |
| 8 | 257 | -240.0 | -133286.3 | 6636901.0 | -82.9 | 1121.9 | Ok |
| 9 | 257 | -240.0 | -48937.8 | 1837357.0 | -22.9 | -305.5 | Ok |
| 10 | 257 | -240.0 | -131598.9 | 6521291.0 | -81.5 | 1097.5 | Ok |
| 7 | 257 | -280.0 | -51646.4 | 1657024.0 | -20.7 | -278.8 | Ok |
| 8 | 257 | -280.0 | -133019.2 | 5685680.0 | -70.9 | -938.6 | Ok |
| 9 | 257 | -280.0 | -48839.8 | 1555121.0 | -19.4 | -261.8 | Ok |
| 10 | 257 | -280.0 | -131335.2 | 5547256.0 | -69.2 | -916.3 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | |
|----|-----|--------|-----------|-----------|-------|--------|----|
| 7 | 257 | -320.0 | -51532.4 | 1394617.0 | -20.6 | -278.8 | Ok |
| 8 | 257 | -320.0 | -132725.5 | 4805990.0 | -73.6 | -973.9 | Ok |
| 9 | 257 | -320.0 | -48731.9 | 1303528.0 | -19.2 | -260.7 | Ok |
| 10 | 257 | -320.0 | -131045.2 | 4647073.0 | -70.9 | -939.9 | Ok |
| 7 | 257 | -360.0 | -51409.4 | 1156165.0 | -17.1 | -235.1 | Ok |
| 8 | 257 | -360.0 | -132408.8 | 4004445.0 | -59.6 | -801.3 | Ok |
| 9 | 257 | -360.0 | -48615.6 | 1083491.0 | -16.1 | -220.6 | Ok |
| 10 | 257 | -360.0 | -130732.5 | 3827213.0 | -56.8 | -765.1 | Ok |
| 7 | 257 | -400.0 | -51278.8 | 942707.6 | -14.5 | -201.6 | Ok |
| 8 | 257 | -400.0 | -132072.5 | 3284861.0 | -48.4 | -659.6 | Ok |
| 9 | 257 | -400.0 | -48492.2 | 895150.7 | -13.8 | -191.1 | Ok |
| 10 | 257 | -400.0 | -130400.5 | 3091131.0 | -45.6 | -623.8 | Ok |
| 7 | 257 | -440.0 | -51142.8 | 754723.1 | -12.6 | -176.5 | Ok |
| 8 | 257 | -440.0 | -131722.1 | 2649130.0 | -39.9 | -551.6 | Ok |
| 9 | 257 | -440.0 | -48363.5 | 738084.1 | -12.1 | -169.9 | Ok |
| 10 | 257 | -440.0 | -130054.5 | 2440191.0 | -37.4 | -518.3 | Ok |
| 7 | 257 | -480.0 | -51005.0 | 592243.6 | -11.1 | -157.2 | Ok |
| 8 | 257 | -480.0 | -131367.1 | 2097561.0 | -33.9 | -473.3 | Ok |
| 9 | 257 | -480.0 | -48233.2 | 611191.2 | -11.0 | -154.6 | Ok |
| 10 | 257 | -480.0 | -129704.0 | 1874008.0 | -31.6 | -442.8 | Ok |
| 7 | 257 | -520.0 | -50869.0 | 454998.8 | -9.9 | -141.1 | Ok |
| 8 | 257 | -520.0 | -131017.0 | 1629299.0 | -29.5 | -416.4 | Ok |
| 9 | 257 | -520.0 | -48104.6 | 512441.3 | -10.1 | -142.9 | Ok |
| 10 | 257 | -520.0 | -129358.3 | 1390879.0 | -27.2 | -385.8 | Ok |
| 7 | 257 | -560.0 | -50736.6 | 342620.8 | -8.9 | -127.8 | Ok |
| 8 | 257 | -560.0 | -130675.9 | 1242880.0 | -26.1 | -370.9 | Ok |
| 9 | 257 | -560.0 | -47979.4 | 438548.4 | -9.4 | -134.1 | Ok |
| 10 | 257 | -560.0 | -129021.6 | 988537.3 | -23.7 | -338.6 | Ok |
| 7 | 257 | -600.0 | -50608.2 | 254838.8 | -8.1 | -117.4 | Ok |
| 8 | 257 | -600.0 | -130345.3 | 936722.6 | -23.3 | -334.8 | Ok |
| 9 | 257 | -600.0 | -47858.0 | 384830.4 | -8.9 | -127.7 | Ok |
| 10 | 257 | -600.0 | -128695.1 | 665452.2 | -20.8 | -300.5 | Ok |
| 7 | 257 | -640.0 | -50483.3 | 191480.2 | -7.5 | -109.8 | Ok |
| 8 | 257 | -640.0 | -130023.4 | 709124.8 | -21.3 | -307.9 | Ok |
| 9 | 257 | -640.0 | -47739.8 | 345622.6 | -8.6 | -122.9 | Ok |
| 10 | 257 | -640.0 | -128377.3 | 424029.2 | -18.6 | -271.9 | Ok |
| 7 | 257 | -680.0 | -50361.1 | 151536.7 | -7.2 | -105.0 | Ok |
| 8 | 257 | -680.0 | -129708.8 | 556198.2 | -19.9 | -289.6 | Ok |
| 9 | 257 | -680.0 | -47624.3 | 315249.2 | -8.3 | -119.2 | Ok |
| 10 | 257 | -680.0 | -128066.7 | 276953.9 | -17.3 | -254.3 | Ok |
| 7 | 257 | -720.0 | -50243.3 | 131057.2 | -7.0 | -102.4 | Ok |
| 8 | 257 | -720.0 | -129405.5 | 467195.6 | -19.1 | -278.7 | Ok |
| 9 | 257 | -720.0 | -47512.9 | 289067.6 | -8.0 | -116.0 | Ok |
| 10 | 257 | -720.0 | -127767.2 | 237586.5 | -16.9 | -249.2 | Ok |
| 7 | 257 | -760.0 | -50131.5 | 122502.7 | -6.9 | -101.2 | Ok |
| 8 | 257 | -760.0 | -129117.5 | 421838.2 | -18.7 | -273.0 | Ok |
| 9 | 257 | -760.0 | -47407.2 | 263852.8 | -7.8 | -112.9 | Ok |
| 10 | 257 | -760.0 | -127482.9 | 263991.8 | -17.1 | -251.8 | Ok |
| 7 | 257 | -800.0 | -50026.4 | 117976.2 | -6.8 | -100.5 | Ok |
| 8 | 257 | -800.0 | -128846.7 | 396175.5 | -18.4 | -269.5 | Ok |
| 9 | 257 | -800.0 | -47307.8 | 237737.2 | -7.6 | -109.7 | Ok |
| 10 | 257 | -800.0 | -127215.6 | 296144.3 | -17.3 | -255.1 | Ok |
| 7 | 257 | -840.0 | -49928.6 | 112442.3 | -6.8 | -99.7 | Ok |
| 8 | 257 | -840.0 | -128594.9 | 372372.3 | -18.2 | -266.3 | Ok |
| 9 | 257 | -840.0 | -47215.3 | 209945.5 | -7.3 | -106.3 | Ok |
| 10 | 257 | -840.0 | -126966.9 | 310850.5 | -17.4 | -256.3 | Ok |
| 7 | 257 | -880.0 | -49838.9 | 103783.9 | -6.7 | -98.5 | Ok |
| 8 | 257 | -880.0 | -128363.7 | 341441.1 | -17.9 | -262.3 | Ok |
| 9 | 257 | -880.0 | -47130.4 | 180487.2 | -7.0 | -102.7 | Ok |
| 10 | 257 | -880.0 | -126738.7 | 304372.9 | -17.3 | -255.2 | Ok |
| 7 | 257 | -920.0 | -49757.9 | 91674.6 | -6.6 | -97.0 | Ok |
| 8 | 257 | -920.0 | -128155.2 | 300815.4 | -17.5 | -257.2 | Ok |
| 9 | 257 | -920.0 | -47053.9 | 149901.6 | -6.8 | -99.0 | Ok |
| 10 | 257 | -920.0 | -126532.8 | 279100.0 | -17.1 | -251.9 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | | |
|----|-----|---------|-----------|----------|-------|--------|----|
| 7 | 257 | -960.0 | -49686.4 | 76722.3 | -6.4 | -95.1 | Ok |
| 8 | 257 | -960.0 | -127971.0 | 251602.7 | -17.0 | -251.2 | Ok |
| 9 | 257 | -960.0 | -46986.3 | 119075.7 | -6.5 | -95.3 | Ok |
| 10 | 257 | -960.0 | -126350.9 | 239431.3 | -16.7 | -247.0 | Ok |
| 7 | 257 | -1000.0 | -49625.1 | 60008.0 | -6.3 | -93.1 | Ok |
| 8 | 257 | -1000.0 | -127813.1 | 196870.3 | -16.5 | -244.6 | Ok |
| 9 | 257 | -1000.0 | -46928.3 | 89124.3 | -6.2 | -91.8 | Ok |
| 10 | 257 | -1000.0 | -126195.0 | 190504.3 | -16.3 | -241.0 | Ok |
| 7 | 257 | -1040.0 | -49574.6 | 42856.5 | -6.1 | -91.0 | Ok |
| 8 | 257 | -1040.0 | -127683.1 | 140726.2 | -16.0 | -237.9 | Ok |
| 9 | 257 | -1040.0 | -46880.5 | 61313.8 | -6.0 | -88.4 | Ok |
| 10 | 257 | -1040.0 | -126066.6 | 137743.0 | -15.8 | -234.7 | Ok |
| 7 | 257 | -1080.0 | -49535.7 | 26724.0 | -6.0 | -89.0 | Ok |
| 8 | 257 | -1080.0 | -127582.8 | 87851.2 | -15.5 | -231.5 | Ok |
| 9 | 257 | -1080.0 | -46843.7 | 37016.1 | -5.7 | -85.6 | Ok |
| 10 | 257 | -1080.0 | -125967.7 | 86691.5 | -15.3 | -228.6 | Ok |
| 7 | 257 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.3 | -5.8 | -87.4 | Ok |
| 8 | 257 | -1120.0 | -127514.2 | 43261.3 | -15.1 | -226.2 | Ok |
| 9 | 257 | -1120.0 | -46818.5 | 17681.3 | -5.6 | -83.3 | Ok |
| 10 | 257 | -1120.0 | -125899.9 | 42951.1 | -14.9 | -223.4 | Ok |
| 7 | 257 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | -5.7 | -85.9 | Ok |
| 8 | 257 | -1160.0 | -127478.9 | 12186.0 | -14.7 | -221.2 | Ok |
| 9 | 257 | -1160.0 | -46805.6 | 4821.8 | -5.5 | -81.8 | Ok |
| 10 | 257 | -1160.0 | -125865.1 | 12162.5 | -14.6 | -218.4 | Ok |
| 7 | 257 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | -5.7 | -85.9 | Ok |
| 8 | 257 | -1200.0 | -127478.9 | 0.0 | -14.7 | -221.2 | Ok |
| 9 | 257 | -1200.0 | -46805.6 | 0.0 | -5.4 | -81.2 | Ok |
| 10 | 257 | -1200.0 | -125865.1 | 0.0 | -14.6 | -218.4 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Pl. | Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | M (daN cm) | Ten.SLE C (daN/cm ²) | Ten.SLE A (daN/cm ²) |
|-----|------|------|---------------|------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 257 | 10 | 257 | 0.0 | -132443.9 | 13227980.0 | -165.9 | 3369.2 |

Valori massimi SLE condizioni rare:

Ten.massima CLS = 165.9 daN/cm² < Ten. lim. CLS = 199.2 daN/cm² Ok

Ten.massima acciaio = 3369.2 daN/cm² < Ten. lim. acciaio = 3600.0 daN/cm² Ok

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni frequenti.**

Fessure: Wk amm. < 0.3 mm

Plinto n. 260

| Cmb. | Palo | Quota(cm) | N (daN) | M (daN cm) | Wk (mm) | Stato |
|------|------|-----------|------------|---------------|------------|-------|
| 11 | 260 | 0.0 | -52082.3 | 3914709.0 | 0.0130 | Ok |
| 12 | 260 | 0.0 | -103783.1 | 10591500.0 | 0.2823 | Ok |
| 11 | 260 | -40.0 | -52064.8 | 3574347.0 | 0.0029 | Ok |
| 12 | 260 | -40.0 | -103748.2 | 9660476.0 | 0.2396 | Ok |
| 11 | 260 | -80.0 | -52033.7 | 3234208.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -80.0 | -103686.2 | 8730665.0 | 0.1971 | Ok |
| 11 | 260 | -120.0 | -51985.2 | 2896327.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -120.0 | -103589.7 | 7808186.0 | 0.1551 | Ok |
| 11 | 260 | -160.0 | -51920.9 | 2565141.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -160.0 | -103461.4 | 6905457.0 | 0.1417 | Ok |
| 11 | 260 | -200.0 | -51842.0 | 2245381.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -200.0 | -103304.3 | 6035354.0 | 0.0932 | Ok |
| 11 | 260 | -240.0 | -51750.0 | 1941460.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -240.0 | -103121.0 | 5209780.0 | 0.0488 | Ok |
| 11 | 260 | -280.0 | -51646.3 | 1656975.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -280.0 | -102914.3 | 4438349.0 | 0.0100 | Ok |
| 11 | 260 | -320.0 | -51532.3 | 1394572.0 | 0.0000 | Ok |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-----------|-----------|--------|----|
| 12 | 260 | -320.0 | -102687.1 | 3728058.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -360.0 | -51409.3 | 1156125.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -360.0 | -102442.1 | 3083815.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -400.0 | -51278.8 | 942671.9 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -400.0 | -102181.9 | 2508277.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -440.0 | -51142.7 | 754692.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -440.0 | -101910.8 | 2002620.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -480.0 | -51004.9 | 592217.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -480.0 | -101636.1 | 1566863.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -520.0 | -50869.0 | 454977.5 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -520.0 | -101365.3 | 1200293.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -560.0 | -50736.5 | 342604.5 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -560.0 | -101101.4 | 902045.3 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -600.0 | -50608.2 | 254827.6 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -600.0 | -100845.6 | 671623.5 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -640.0 | -50483.2 | 191474.5 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -640.0 | -100596.6 | 508640.7 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -680.0 | -50361.0 | 151536.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -680.0 | -100353.1 | 409484.9 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -720.0 | -50243.3 | 131060.5 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -720.0 | -100118.5 | 361228.5 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -760.0 | -50131.5 | 122507.7 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -760.0 | -99895.7 | 341832.2 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -800.0 | -50026.3 | 117981.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -800.0 | -99686.2 | 330420.5 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -840.0 | -49928.5 | 112446.7 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -840.0 | -99491.3 | 314637.4 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -880.0 | -49838.8 | 103787.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -880.0 | -99312.5 | 289675.1 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -920.0 | -49757.8 | 91677.3 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -920.0 | -99151.2 | 255151.1 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -960.0 | -49686.3 | 76724.1 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -960.0 | -99008.7 | 212965.2 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1000.0 | -49625.0 | 60009.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1000.0 | -98886.5 | 166173.6 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1040.0 | -49574.5 | 42857.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1040.0 | -98785.9 | 118430.1 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1080.0 | -49535.6 | 26724.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1080.0 | -98708.3 | 73713.3 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1120.0 | -98655.2 | 36192.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1160.0 | -98628.0 | 10160.2 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 260 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 260 | -1200.0 | -98628.0 | 0.0 | 0.0000 | Ok |

Plinto n. 257

| | Cmb.Palo | Quota(cm) | N | M | Wk | Stato |
|----|-----------------|------------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| | (cm) | (daN) | (daN cm) | (mm) | | |
| 11 | 257 | 0.0 | -52082.4 | 3914772.0 | 0.0130 | Ok |
| 12 | 257 | 0.0 | -113627.2 | 10863940.0 | 0.2811 | Ok |
| 11 | 257 | -40.0 | -52064.9 | 3574410.0 | 0.0029 | Ok |
| 12 | 257 | -40.0 | -113589.0 | 9935519.0 | 0.2390 | Ok |
| 11 | 257 | -80.0 | -52033.8 | 3234270.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -80.0 | -113521.1 | 9007251.0 | 0.1971 | Ok |
| 11 | 257 | -120.0 | -51985.3 | 2896387.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -120.0 | -113415.4 | 8083812.0 | 0.1936 | Ok |
| 11 | 257 | -160.0 | -51921.0 | 2565200.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -160.0 | -113275.0 | 7176791.0 | 0.1431 | Ok |
| 11 | 257 | -200.0 | -51842.1 | 2245437.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -200.0 | -113102.9 | 6299094.0 | 0.0954 | Ok |
| 11 | 257 | -240.0 | -51750.1 | 1941513.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -240.0 | -112902.2 | 5462931.0 | 0.0519 | Ok |
| 11 | 257 | -280.0 | -51646.4 | 1657024.0 | 0.0000 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-----------|-----------|--------|----|
| 12 | 257 | -280.0 | -112676.0 | 4678401.0 | 0.0141 | Ok |
| 11 | 257 | -320.0 | -51532.4 | 1394617.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -320.0 | -112427.2 | 3953042.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -360.0 | -51409.4 | 1156165.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -360.0 | -112158.9 | 3292283.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -400.0 | -51278.8 | 942707.6 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -400.0 | -111874.1 | 2699246.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -440.0 | -51142.8 | 754723.1 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -440.0 | -111577.3 | 2175469.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -480.0 | -51005.0 | 592243.6 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -480.0 | -111276.5 | 1721191.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -520.0 | -50869.0 | 454998.8 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -520.0 | -110980.0 | 1335702.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -560.0 | -50736.6 | 342620.8 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -560.0 | -110691.1 | 1017810.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -600.0 | -50608.2 | 254838.8 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -600.0 | -110411.0 | 766251.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -640.0 | -50483.3 | 191480.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -640.0 | -110138.4 | 579691.3 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -680.0 | -50361.1 | 151536.7 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -680.0 | -109871.9 | 454957.5 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -720.0 | -50243.3 | 131057.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -720.0 | -109614.9 | 383038.4 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -760.0 | -50131.5 | 122502.7 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -760.0 | -109371.0 | 346881.9 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -800.0 | -50026.4 | 117976.2 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -800.0 | -109141.6 | 326534.9 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -840.0 | -49928.6 | 112442.3 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -840.0 | -108928.3 | 307332.2 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -880.0 | -49838.9 | 103783.9 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -880.0 | -108732.5 | 281993.0 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -920.0 | -49757.9 | 91674.6 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -920.0 | -108555.9 | 248511.4 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -960.0 | -49686.4 | 76722.3 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -960.0 | -108399.9 | 207872.6 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1000.0 | -49625.1 | 60008.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1000.0 | -108266.1 | 162649.8 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1040.0 | -49574.6 | 42856.5 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1040.0 | -108155.9 | 116256.5 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1080.0 | -49535.7 | 26724.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1080.0 | -108071.0 | 72568.6 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.3 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1120.0 | -108012.9 | 35731.6 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1160.0 | -107983.0 | 10063.6 | 0.0000 | Ok |
| 11 | 257 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | 0.0000 | Ok |
| 12 | 257 | -1200.0 | -107983.0 | 0.0 | 0.0000 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Pl. | Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | M (daN cm) | Wk (mm) |
|-----|------|------|---------------|------------|---------------|------------|
| 257 | 12 | 257 | 0.0 | -113627.2 | 10863940.0 | 0.2811 |

Valori massimi SLE condizioni frequenti:

Fessure Wk massima = 0.3 mm < Wk amm. = 0.30 mm Ok

Combinazioni di tipo: **SLE condizioni quasi permanenti.**

Tensione lim. CLS = 138.2 daN/cm²

Fessure: Wk amm. < 0.2 mm

Plinto n. 260

| Cmb. | Palo | Quota | N | M | Ten.SLE C | Wk | Stato |
|------|------|-------|---|---|-----------|----|-------|
|------|------|-------|---|---|-----------|----|-------|

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

| | (cm) | (daN) | (daN cm) | (daN/cm ²) | (mm) | | |
|----|------|---------|----------|------------------------|-------|--------|----|
| 13 | 260 | 0.0 | -52082.3 | 3914709.0 | -48.5 | 0.0130 | Ok |
| 13 | 260 | -40.0 | -52064.8 | 3574347.0 | -44.8 | 0.0029 | Ok |
| 13 | 260 | -80.0 | -52033.7 | 3234208.0 | -40.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -120.0 | -51985.2 | 2896327.0 | -36.3 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -160.0 | -51920.9 | 2565141.0 | -32.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -200.0 | -51842.0 | 2245381.0 | -28.0 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -240.0 | -51750.0 | 1941460.0 | -24.2 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -280.0 | -51646.3 | 1656975.0 | -20.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -320.0 | -51532.3 | 1394572.0 | -20.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -360.0 | -51409.3 | 1156125.0 | -17.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -400.0 | -51278.8 | 942671.9 | -14.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -440.0 | -51142.7 | 754692.2 | -12.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -480.0 | -51004.9 | 592217.4 | -11.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -520.0 | -50869.0 | 454977.5 | -9.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -560.0 | -50736.5 | 342604.5 | -8.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -600.0 | -50608.2 | 254827.6 | -8.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -640.0 | -50483.2 | 191474.5 | -7.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -680.0 | -50361.0 | 151536.2 | -7.2 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -720.0 | -50243.3 | 131060.5 | -7.0 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -760.0 | -50131.5 | 122507.7 | -6.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -800.0 | -50026.3 | 117981.2 | -6.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -840.0 | -49928.5 | 112446.7 | -6.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -880.0 | -49838.8 | 103787.4 | -6.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -920.0 | -49757.8 | 91677.3 | -6.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -960.0 | -49686.3 | 76724.1 | -6.4 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1000.0 | -49625.0 | 60009.2 | -6.3 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1040.0 | -49574.5 | 42857.2 | -6.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1080.0 | -49535.6 | 26724.4 | -6.0 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.4 | -5.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | -5.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 260 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | -5.7 | 0.0000 | Ok |

Plinto n. 257

| | Cmb.PaloQuota (cm) | N (daN) | M (daN cm) | Ten.SLE C (daN/cm ²) | Wk (mm) | Stato | |
|----|------------------------------|-------------------|----------------------|--|-------------------|--------------|----|
| 13 | 257 | 0.0 | -52082.4 | 3914772.0 | -48.5 | 0.0130 | Ok |
| 13 | 257 | -40.0 | -52064.9 | 3574410.0 | -44.8 | 0.0029 | Ok |
| 13 | 257 | -80.0 | -52033.8 | 3234270.0 | -40.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -120.0 | -51985.3 | 2896387.0 | -36.3 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -160.0 | -51921.0 | 2565200.0 | -32.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -200.0 | -51842.1 | 2245437.0 | -28.0 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -240.0 | -51750.1 | 1941513.0 | -24.2 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -280.0 | -51646.4 | 1657024.0 | -20.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -320.0 | -51532.4 | 1394617.0 | -20.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -360.0 | -51409.4 | 1156165.0 | -17.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -400.0 | -51278.8 | 942707.6 | -14.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -440.0 | -51142.8 | 754723.1 | -12.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -480.0 | -51005.0 | 592243.6 | -11.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -520.0 | -50869.0 | 454998.8 | -9.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -560.0 | -50736.6 | 342620.8 | -8.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -600.0 | -50608.2 | 254838.8 | -8.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -640.0 | -50483.3 | 191480.2 | -7.5 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -680.0 | -50361.1 | 151536.7 | -7.2 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -720.0 | -50243.3 | 131057.2 | -7.0 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -760.0 | -50131.5 | 122502.7 | -6.9 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -800.0 | -50026.4 | 117976.2 | -6.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -840.0 | -49928.6 | 112442.3 | -6.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -880.0 | -49838.9 | 103783.9 | -6.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -920.0 | -49757.9 | 91674.6 | -6.6 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -960.0 | -49686.4 | 76722.3 | -6.4 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -1000.0 | -49625.1 | 60008.0 | -6.3 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -1040.0 | -49574.6 | 42856.5 | -6.1 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -1080.0 | -49535.7 | 26724.0 | -6.0 | 0.0000 | Ok |

RELAZIONE STRUTTURALE ALLARGAMENTO CANALE RIDDONE

Progetto Definitivo

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Collegamento autostradale Asti – Cuneo | | | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO | | | | | | | |
| Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----|-----|---------|----------|---------|------|--------|----|
| 13 | 257 | -1120.0 | -49509.0 | 13143.3 | -5.8 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -1160.0 | -49495.3 | 3696.4 | -5.7 | 0.0000 | Ok |
| 13 | 257 | -1200.0 | -49495.3 | 0.0 | -5.7 | 0.0000 | Ok |

Sezioni maggiormente sollecitate:

| Pl. | Cmb. | Palo | Quota (cm) | N (daN) | M (daN cm) | Ten.SLE C (daN/cm ²) | Wk (mm) |
|-----|------|------|---------------|------------|---------------|-------------------------------------|------------|
| 257 | 13 | 257 | 0.0 | -52082.4 | 3914772.0 | -48.5 | 0.01 |

Valori massimi SLE condizioni quasi permanenti:

Ten.massima CLS = 48.5 daN/cm² < Ten. lim. CLS = 149.4 daN/cm² Ok

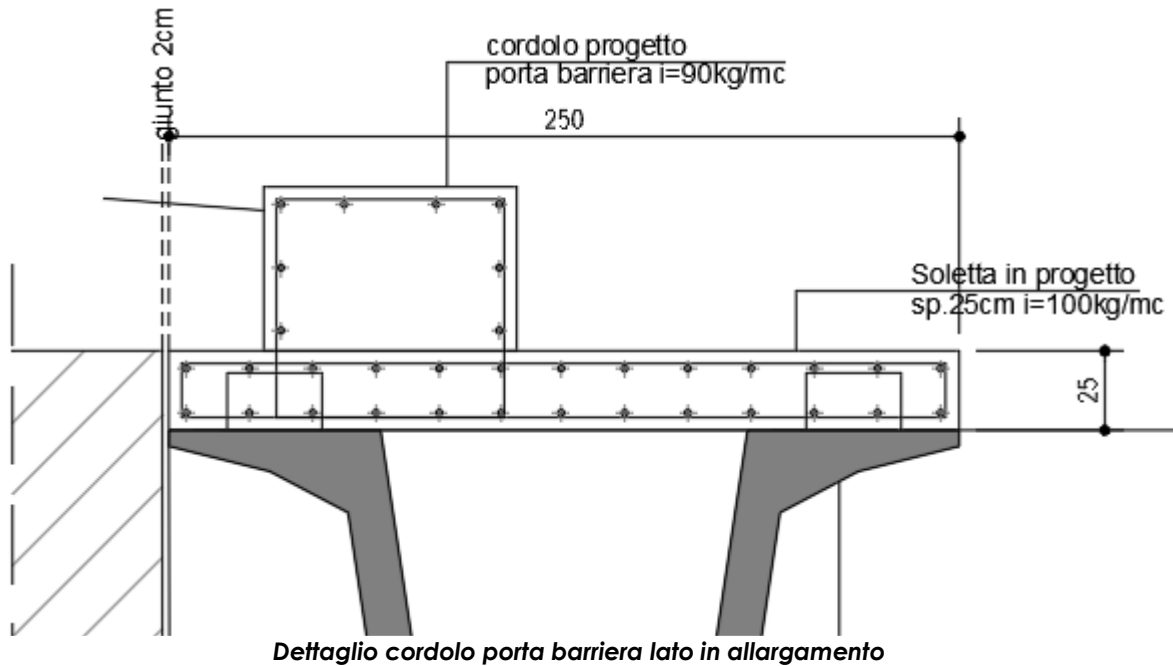
Fessure Wk massima = 0.0 mm < Wk amm. = 0.20 mm Ok

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

16 CORDOLO

Il cordolo porta barriera viene dimensionato considerando l'azione del vento e l'urto di un veicolo definiti rispettivamente nei par. 4.3 e 4.5 della presente relazione.

Il manufatto ha dimensioni 0.50x0.80 m in corrispondenza del bordo in allargamento.



Il cordolo viene armato con ferri $\varnothing 16$ e staffe $\varnothing 14/20$.

Geometria della sezione:

| Vert. n. | X cm | Y cm |
|----------|------|------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 50.0 |
| 3 | 80.0 | 50.0 |
| 4 | 80.0 | 0.0 |

Armature:

| Pos. n. | X cm | Y cm | Area cmq | Pretens. (s/n) |
|---------|------|------|----------|----------------|
| 1 | 6.2 | 6.2 | 2.01 | no |
| 2 | 6.2 | 43.8 | 2.01 | no |
| 3 | 73.8 | 43.8 | 2.01 | no |
| 4 | 73.8 | 6.2 | 2.01 | no |
| 5 | 6.2 | 25.0 | 2.01 | no |
| 6 | 40.0 | 43.8 | 2.01 | no |
| 7 | 73.8 | 25.0 | 2.01 | no |
| 8 | 40.0 | 6.2 | 2.01 | no |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Materiali:

Calcestruzzo classe: C32/40

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

fcd = 188 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

euk (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:

asse N - (Mx = 0, My = 0) Nu = -629.4 kN
 asse N + (Mx = 0, My = 0) Nu = 8154.7 kN
 asse Mx + (N = 0, My = 0) Mxu = 142.1 kN m
 asse Mx - (N = 0, My = 0) Mxu = -142.1 kN m
 asse My + (N = 0, Mx = 0) Myu = 229.3 kN m
 asse My - (N = 0, Mx = 0) Myu = -229.3 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: tipo P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: tipo M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

| Cmb. | N kN | Mx kN | My kN m | Tipo | Nu kN | Mxu kN m | Myu kN m | Sd/Su | Verif. |
|------|---------|----------|------------|------|----------|-------------|-------------|-------|--------|
| 1 | 0.0 | 28.4 | 0.0 | P | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.200 | OK |
| | | | | M | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | |
| | | | | N | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.200 | |
| 2 | 0.0 | 68.0 | 0.0 | P | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.480 | OK |
| | | | | M | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | |
| | | | | N | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.480 | |

Collegamento autostradale Asti – Cuneo
PROGETTO DEFINITIVO
Opere d'arte – Canale Riddone – Relazione di calcolo

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

| Cmb. | N kN | Mx kN | My mkN m | Tipo | Nu kN | Mxu kN m | Myu kN m | Sd/Su | Verif. |
|------|---------|----------|-------------|------|----------|-------------|-------------|-------|--------|
| 2 | 0.0 | 68.0 | 0.0 | P | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.480 | OK |
| 1 | 0.0 | 28.4 | 0.0 | M | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | OK |
| 2 | 0.0 | 68.0 | 0.0 | N | 0.0 | 142.1 | 0.0 | 0.480 | OK |

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 72.0, altezza H = 42.0 (per verific. Vx)

Base Bw = 42.0, altezza H = 72.0 (per verific. Vy)

Staffe = Ø 14 / 20.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

Vrs x, Vrs y, Vrs T, SfrS x, SfrS y, SfrS T resistenza e sfruttamento acciaio Vx, Vy e T

Vrc x, Vrc y, Vrc T, SfrC x, SfrC y, SfrC T resistenza e sfruttamento cls Vx, Vy e T

| Cmb. | Vx | | Vy | | T | | N | | α c | Ctgθ | Sfrut Tot | Verif. |
|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------------|----|-----|------|-----------|--------|
| | Vrs x | Vrs y | Vrs T | SfrS x | SfrS y | SfrS T | SfrS Tot | | | | | |
| | Vrc x | Vrc y | Vrc T | SfrC x | SfrC y | SfrC T | SfrC Tot | | | | | |
| 1 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 1.000 | 1.00 | 0.017 | OK | | | | |
| | 360.2 | 197.6 | 182.2 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.017 | | | | | |
| | 1181.2 | 1110.6 | 142.2 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | | | | | |
| 2 | 0.0 | 66.7 | 0.0 | 0.0 | 1.000 | 1.00 | 0.185 | OK | | | | |
| | 360.2 | 197.6 | 182.2 | 0.185 | 0.000 | 0.000 | 0.185 | | | | | |
| | 1181.2 | 1110.6 | 142.2 | 0.056 | 0.000 | 0.000 | 0.056 | | | | | |