



Gruppo S.I.A.S. S.p.A.

PROGETTO N° A11002-D

# AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO

con diramazione VIAREGGIO – LUCCA e FORNOLA – LA SPEZIA

ALLARGAMENTO A TRE CORSIE NEL TRATTO  
S.STEFANO MAGRA – VIAREGGIO

MIGLIORAMENTO VIABILITA' SVINCOLI

## NUOVO SVINCOLO A12 - S.S.1 VIA AURELIA SUD LOCALITA' CIMITERO DI STAGNO COMUNE DI PISA

### PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE:



Ing. Enrico Ghislandi  
Iscritto Albo Ingegneri  
Prov. di Milano n°A 16993

CONSULENZA PROGETTAZIONE:

Ing. Livio Radini  
Iscritto Albo Ingegneri  
Provincia di Lucca n.776

EM./RE.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.
0	05-05-2011	Prima Emissione	D. Andreoni	L. Radini	E. Ghislandi

### IMPIANTI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE RELAZIONE DI CALCOLO STAFFA VIADOTTO

CODICE IDENTIFICATIVO: L1\_IM\_RN\_02

Scala: -

**salt**  
società autostrada ligure toscana s.p.a.  
AMMINISTRATORE DELEGATO

(Dott. Ing. Paolo Pierantoni)



Sede sociale:  
55041 Lido di Camaiore (LU)  
via Don Enrico Tazzoli 9  
Casella postale 56

Telefono: 0584-9091  
Telefax: 0584-909300/319  
E-mail: salt@salt.it  
www.salt.it

Capitale sociale  
€ 120.000.000  
interamente versato

Codice Fiscale – P.IVA e  
n. Iscr. Registro Imprese Lucca  
00140570466



# SALT

## SOCIETA' AUTOSTRADA LIGURE TOSCANA p.a.

### AUTOSTRADA A12 ALLARGAMENTO A TRE CORSIE NEL TRATTO TRA S. STEFANO MAGRA E VIAREGGIO

### MIGLIORAMENTO VIABILITA' SVINCOLI

Nuovo Svincolo A12 - S.S.1 Via Aurelia Sud  
Località Cimitero Di Stagno - Comune Di Pisa

### PROGETTO DEFINITIVO

0	05/05/2011	Emissione	D. Andreoni	L. Radini	E. Ghislandi	
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Redatto</b>	<b>Controllato</b>	<b>Approvato</b>	
Attività: A11002-D			Documento: L1_IM_RN_02			



## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MATERIALI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>5. MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>4</b>
<b>6. ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>4</b>
6.1. CARICHI PERMANENTI.....	4
6.2. PERMANENTI PORTATI.....	4
6.3. VENTO.....	4
6.4. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONE.....	5
<b>7. VERIFICHE DI RESISTENZA.....</b>	<b>6</b>

## 1. PREMESSA

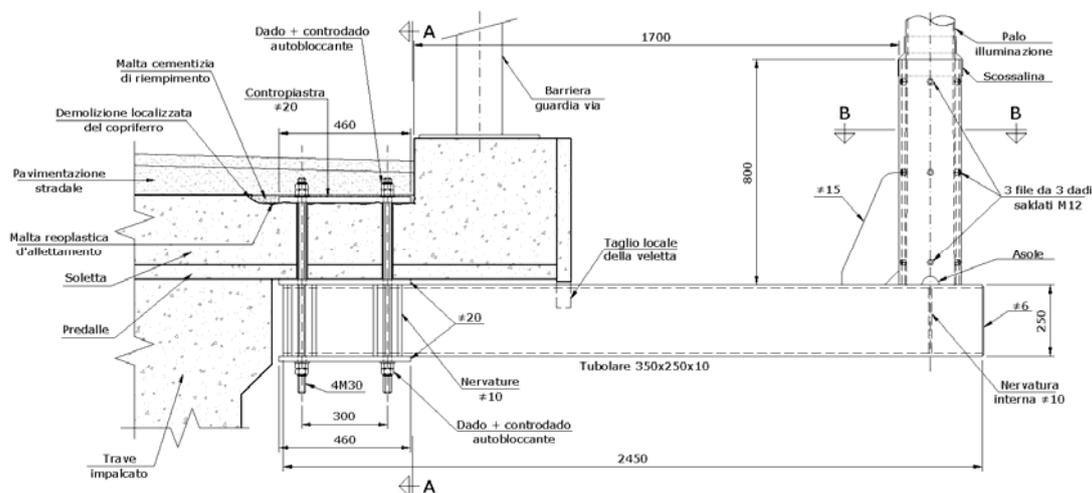
La presente costituisce relazione di calcolo e verifica redatta in fase di progettazione definitiva relativamente all'intervento di installazione di strutture di supporto per pali d'illuminazione sul viadotto denominato Stagno nell'ambito della realizzazione del nuovo svincolo A12 – S.S.1 via Aurelia sud località cimitero di Stagno nel Comune di Pisa.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede l'installazione di pali d'illuminazione sul viadotto Stagno in corrispondenza dello svincolo A12 – S.S.1.

I pali sono costituiti da fusti troncoconici circolari cavi in acciaio di altezza circa 13 m e diametro alla base di circa 180 mm. In testa ai pali è presente il corpo illuminante.

Al fine di mantenere la corretta distanza di funzionamento dal filo esterno del guardia via, e in virtù della geometria della zona di bordo dell'impalcato, i pali dell'illuminazione non possono essere installati direttamente sullo stesso ma devono essere montati su una apposita struttura metallica di supporto, così come rappresentato nella figura seguente e, con maggiore precisione e dettaglio, negli elaborati grafici di progetto.



La trave orizzontale è costituita da un tubolare in acciaio 350x250x10 mm. Il collegamento all'impalcato è effettuato mediante 4 barre M30 passanti nella soletta d'estremità. All'estremità libera della trave è ubicato un tronco di cilindro in acciaio  $\Phi \approx 220/8$  d'alloggiamento del palo d'illuminazione.

### 3. MATERIALI DI RIFERIMENTO

I materiali utilizzati per le strutture sono di seguito elencati puntualmente.

- Acciaio per opere in carpenteria metallica S275 (exFe430)
- Bulloni e tirafondi Cl. 8.8

I materiali dovranno essere certificati in conformità alle indicazioni di cui al DM 14/01/2008.

### 4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si riporta l'elenco delle normative e delle istruzioni seguite nello sviluppo della progettazione degli elementi strutturali:

- Legge n.1086 del 05/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n.64 del 02/02/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- DM 14/01/ 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare C.S.L.P. n°617 del 02/02/2009 – Nuova Circolare della Norme Tecniche per le Costruzioni.
- 1.D.P.R. 06/06/2001 n° 380 : Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

## 5. MODELLO DI CALCOLO

La verifica della trave è condotta su schema statico di trave incastrata all'estremità di luce 220 cm.

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1. CARICHI PERMANENTI

Il peso proprio della trave è assunto pari a 65 daN/ml uniformemente distribuito sull'asta.

### 6.2. PERMANENTI PORTATI.

Sulla base degli elaborati grafici del palo d'illuminazione, il peso del palo è valutato in 400 daN concentrati all'estremità libera della mensola.

### 6.3. VENTO

Per il calcolo dell'azione del vento si fa riferimento alle indicazioni di cui al DM 14/01/2008 e, nello specifico, alle azioni su corpi cilindrici di cui al § C3.3.10.6 della Circolare n°617 del 02/02/2009.

CORPO CILINDRICO (§ C3.3.10.6)		
D	0.18	m
H	13	m
q(b)	528	N/mq
Ce	2.96	
q	1565	N/mq
D/(q <sup>0.5</sup> )	0.004551	
Cp	1.2	



Velocità di riferimento (3.3.2)			
as: altitudine s.l.m.	<b>30</b>		m
Zona	3		
Vb,0	27		m/s
a0	500		m
Ka	0.02		1/s
Vb	27		m/s
Tr di progetto	<b>200</b>		anni
ar	1.08		
Vb (Tr) = ar*Vb	<b>29</b>		m/s

Coefficiente di esposizione (3.3.7)			
Classe di rugosità	<b>D</b>		
Distanza dalla costa	<b>2</b>		km
Classe di esposizione del sito	2		
Kr	0.19		
Z0	0.05		m
Zmin	4		m
Altezza Z (variabile)	<b>25.00</b>		m
Altezza Z di calcolo	25		m
Coefficiente topografico = ct	<b>1</b>		
a(z)=Ln(Z/Z0)	6.21		
Ce=Kr^2*ct*a(z)*(7+ct*a(z))			
Coefficiente di esposizione = Ce	<b>2.96</b>		

Pressione cinetica di riferimento (3.3.6)			
p: densità aria	1.25		kg/mc
q(b) = 0.5*p*Vb(Tr)^2	528		N/mq
	53		daN/mq

Pressione del vento (3.3.4)			
p= qb*ce*cp*cd			
Coefficiente dinamico = Cd	<b>1</b>		
cp press	<b>1.2</b>		
W press	<b>188</b>		daN/mq

W press	188	daN/mq
R vento	439	daN
M	2856	daNm

È assunto un momento di 2900 daNm e uno sforzo normale (per la trave di supporto, coincidente con il taglio alla base del palo d'illuminazione) di 440 daN, entrambi applicati all'estremità libera della mensola di calcolo.

Sono state considerate due direzioni indipendenti di azione del vento: parallelamente all'asse della trave di supporto (denominato asse Y) e ortogonale al precedente (X).

#### 6.4. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONE

Di seguito si riporta l'elenco delle condizioni di carico elementari utilizzate (CCE) di cui ai paragrafi precedenti, e le relative combinazioni di carico (CC) di verifica.

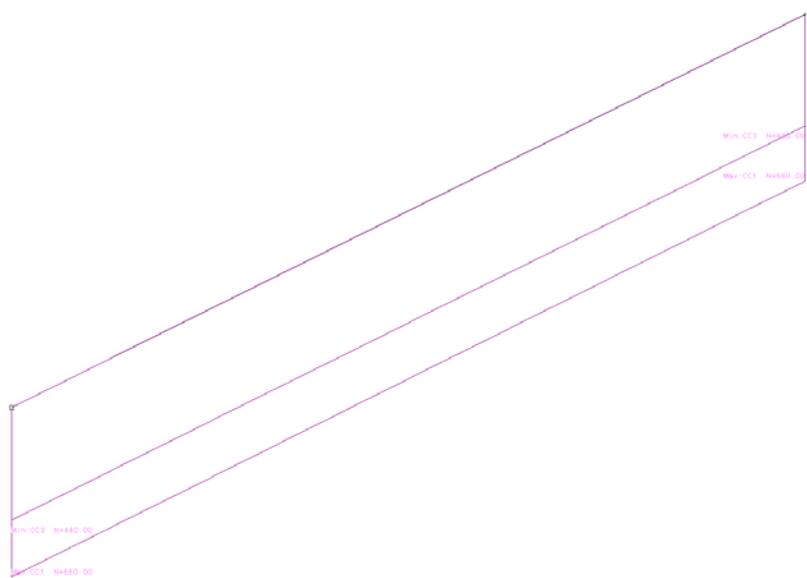
CCE	TIPO
<b>1</b>	PERMANENTI STRUTTURALI
<b>2</b>	PERMANENTI NON STRUTTURALI
<b>3</b>	VENTO Y
<b>3</b>	VENTO X

		CCE 1	CCE 2	CCE 3	CCE 4
CC 1	SLU	1.30	1.50	1.50	0.00
CC 2	SLU	1.30	1.50	0.00	1.50
CC 3	SLE R	1.00	1.00	1.00	0.00
CC 4	SLE R	1.00	1.00	0.00	1.00

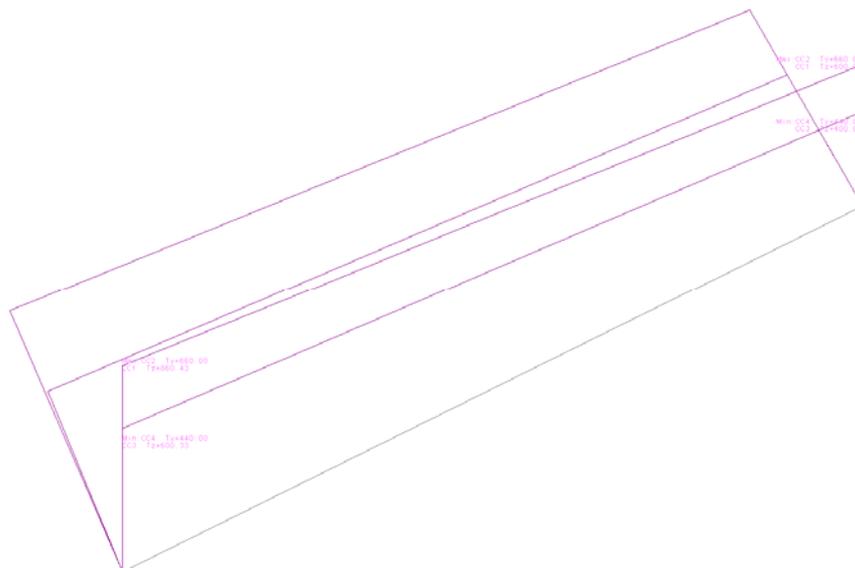
## 7. VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riportano di seguito i diagrammi involuppo di sforzo normale, taglio, momento flettente e momento torcente della trave di supporto.

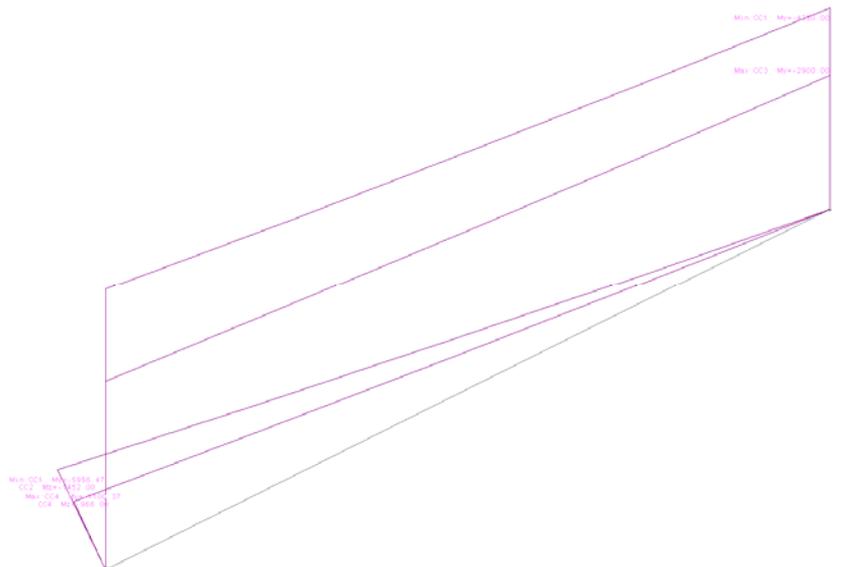
**N**



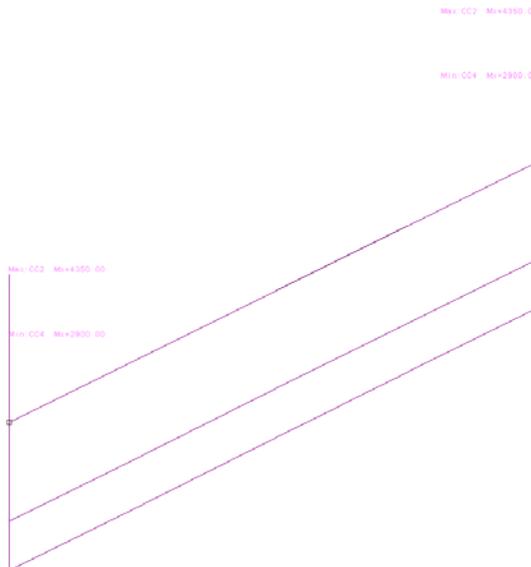
**T**



MF



MT



Nelle pagine successive si procede alla verifica della trave tubolare 350x250x10 mm e successivamente delle barre M30 d'ancoraggio.

Ai sensi delle indicazioni di cui al DM 14/01/2008 il calcolo delle sollecitazioni è eseguito in ambito elastico lineare. La capacità di resistenza delle sezioni è stata valutata in ambito elastico lineare. Le verifiche di resistenza sono state eseguite in ambito elastico. In virtù di tale impostazione analitica, sulla base di quanto prescritto dal DM 14/01/2008, le verifiche delle membrature possono essere eseguite in termini di tensioni e non di sollecitazioni.



## VERIFICA DELLA TRAVE

### Simbologia

Sez.	=	Numero della sezione
Cod.	=	Codice
Tipo	=	Tipologia
		2C = Doppia C lato labbri
		2Cdx = Doppia C lato costola
		2I = Doppia I
		2L = Doppia L lato labbri
		2Ldx = Doppia L lato costole
		C = C
		Cdx = C destra
		Cir. = Circolare
		Cir.c = Circolare cava
		I = I
		L = L
		Ldx = L destra
		Om. = Omega
		Pg = Pi greco
		Pr = Poligono regolare
		Prc = Poligono regolare cavo
		Pc = Per coordinate
		Ia = Inerzie assegnate
		R = Rettangolare
		Rc = Rettangolare cava
		T = T
		U = U
		Ur = U rovescia
		V = V
		Vr = V rovescia
		Z = Z
		Zdx = Z destra
		Ts = T stondata
		Ls = L stondata
		Cs = C stondata
		Is = I stondata
		Dis. = Disegnata
D	<cm>	= Distanza
Area	<cmq>	= Area
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse z
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in direz y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in direz z
J0	<cm6>	= Costante di ingobbamento
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<kg>	= Sforzo normale
Tz	<kg>	= Taglio in dir. Z
My	<kgm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
$\sigma_N$	<kg/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
$\sigma_M$	<kg/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
$\tau$	<kg/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione



**A 12 – AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO**  
**Allargamento a tre corsie nel tratto S. Stefano Magra e Viareggio**  
**MIGLIORAMENTO VIABILITA' SVINCOLI**  
**Nuovo Svincolo A12 - S.S.1 Via Aurelia Sud - Località Cimitero Di Stagno - Comune Di Pisa**

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tip	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz
Wymin	Wzmin		<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>
<cmc>	<cmc>									

1	Rc	0.35x0.25x0.01	T Rc	--	116.00	116.00	116.00	12113.70	20443.70	10.22	13.28
969.09	1168.21										

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	J0	
		<cmc>	<cmc>	<cmq>	<cmq>	<cm6>	
1	Rc	0.35x0.25x0.01	T	1104.50	1394.50	48.33	67.67

Asta n. 1 (1 2) Rc 0.35x0.25x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 1 Xl=0.00 - Classe 3  
 Sollecitazioni: N=660.00 Tz=860.43 My=5956.47

Tensioni:  $\sigma_N=5.69$   $\sigma_M=614.64$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=620.33$

Tensioni:  $\sigma_N=5.69$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=19.61$   $\tau_{max}=19.61$

Tensioni:  $\sigma_N=5.69$   $\sigma_M=614.64$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=620.33$

- Verifica Freccia massima trave di supporto - CC 3

L=2200 mm; Luce di calcolo dei limiti di deformazione 2x2200 = 4400 mm (mensola)  
 $f_{z,L}=3.5$  mm  $4400/3.5 = 1257 > 500$

- Verifica Freccia massima in testa al palo d'illuminazione - CC 4

Hpalo=13000 mm; H di calcolo dei limiti di deformazione 2x13000 = 26000 mm (mensola)  
 Traslazione alla base del palo: 0.40 mm rotazione alla base del palo: 0.00344 rad  
 Freccia max testa palo:  $0.0034 \cdot 13000 + 0.4 = 44.6$  mm  $26000/44.6 = 583 > 500$

## VERIFICA DEI TIRAFONDI

Momento sollecitante massimo d'incastro M:	6000 daNm = 600000 daNcm
Sforzo normale N:	860 daN
Altezza utile piastra ancoraggio h:	38 cm
Numero barre in trazione per flessione:	2
Numero barre in trazione per sforzo normale:	4
Area resistente singola barra:	5.61 cmq
Tensione singola barra $\sigma$ :	
$\sigma = N/(4 \cdot 5.61) + M/(0.9 \cdot h \cdot 2 \cdot 5.61) =$	1602 daN/cmq
classe barra ancoraggio:	8.8
tensione di snervamento fy:	6490 daN/cm
fy / $\sigma =$	4.05 > 1

Stante la natura definitiva dell'attuale fase progettuale sono da ritenersi sufficienti le verifiche di resistenza effettuate. Si rimanda alla fase esecutiva della progettazione per la verifica di dettaglio dei restanti elementi costituenti i collegamenti delle membrature di progetto.



**Il Tecnico**