

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Direttore Tecnico:

*Il Responsabile di Progetto*  
*Dot. Ing. Luca Bondanelli*

Il Geologo:

N/A

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli  
Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

N/A

Progettista Responsabile Integrazione Proiezioni Specialistiche:

Ing. Pietro Mazzoli  
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
INGEGNERIA PIZZAROTTI  
ISCRITTO ORDINE  
INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI VITERBO n. 821

Titolo Elaborato:

**Asse Principale  
Sistemazioni idrauliche  
Compensorio fiume Taro  
Relazione di calcolo opere di sostegno argine in sx Taro**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	AP	SI	01	O	RE	001	A
A	06/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				ROMILIO	NIGRELLI	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	PROGETTO ESECUTIVO .....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	6
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	7
5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	7
6	INQUADRAMENTO SISMICO.....	8
7	ANALISI DEI CARICHI .....	9
7.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	9
7.2	CARICHI ACCIDENTALI .....	9
8	FASI DI CALCOLO .....	10
8.1	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SUL PALO .....	11
8.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	13
8.2.1	PALANCOLATO METALLICO .....	13
8.3	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	14

## 1 PREMESSA

La seguente relazione di calcolo è inerente il dimensionamento di una paratia provvisoria in palancole metalliche necessaria per la realizzazione dello scavo relativo ad una vasca per il trattamento dell'acqua nell'ambito del I Lotto funzionale del "Raccordo autostradale A15/A22 Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR).

L'opera provvisoria progettata coinvolge una profondità di scavo pari a 5.6 m dal piano campagna; si prevede a questo scopo l'infissione di palancole metalliche tipo AZ28-700, classe d'acciaio impiegato S355GP, della lunghezza complessiva di 13.5m, infisse nel terreno per 12.5m.

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per la compilazione della presente relazione:

### 2.1 PROGETTO ESECUTIVO

- RAAA1ERGEXX01EPG018A Generale – Geotecnica – Profilo Geotecnico – Interconnessione Ramo G
- RAAA1ERGEXX01EPG002A Generale – Geotecnica – Profilo Geotecnico – Asse principale – Tav. 2/8

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione esecutiva strutturale dell'Opera è stata eseguita applicando la normativa tecnica utilizzata per la redazione del progetto definitivo, quindi in accordo alle seguenti normative:

#### **STRUTTURE**

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- D.M. Min.LL.PP. 09.01.1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circ. Min.LL.PP. 15.10.1996, n.252 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- CNR - DT 207/2008 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- 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".
- CNR-UNI 10011/97 - Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- CNR-UNI 10022/84 "Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo - Istruzioni per l'impiego".
- Eurocodice 3 / UNI ENV 1993-1-1 "Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici" come previsto dal D.A.N. (Documento di Applicazione Nazionale) riportato nel D.M. 09.01.96.

#### **CARICHI E SOVRACCARICHI**

- D.M. Min.LL.PP. 16.01.1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. Min.LL.PP. 04.07.1996, n.156 - 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 decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**Acciaio profilati palancole S 355 GP:**

modulo elastico

tensione caratteristica di snervamento

$E_s=210000$  MPa

$f_{yk}=355$  MPa

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La stratigrafia e i parametri caratteristici dei materiali utilizzati per il calcolo dell'opera di sostegno provvisoria e le verifiche, sono stati determinati in accordo al "Profilo Geotecnico", parte integrante del presente progetto; le opere in oggetto ricadano nel tratto di sponda sinistra del Fiume Taro, caratterizzato dalla presenza della cosiddetta unità geotecnica "G1\_sx", costituita da ghiaie superficiali:

- G1\_sx: ghiaie superficiali in sponda sinistra del fiume Taro (banco compreso fra 0-26 m da p.c.)

di seguito se ne riportano le relative caratteristiche, rimandando alla consultazione della "Relazione di caratterizzazione geotecnica" per i necessari approfondimenti.

#### G1\_sx: ghiaie superficiali

$D_{50}$ (m)	$A_p$ (m)	Formazione	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c$ (kPa)	$\phi$ (°)	$E$ (MPa)
43,35	18,00	Ghiaie superficiali (G1_sx)	20	0	30	50

In merito alla definizione della quota di progetto della falda, in accordo al Profilo Geotecnico-Asse Principale-tavola 2/8 si assume, ai fini delle verifiche strutturali, una quota di falda pari a -3.50 m dal p.c.

## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

Nella presente relazione di calcolo non viene trattata l'azione sismica agente sulla struttura, trattandosi di opera provvisoria. Si farà quindi riferimento alle sole azioni statiche per il dimensionamento e verifica dell'opera.



## 7 ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del "D.M. Min.LL.PP. 16 Gennaio 1996" e della "Circ. Min.LL.PP. 10 Aprile 1997, n. 65/AA.GG."

Sono stati considerati agenti sulla struttura i seguenti carichi:

- peso proprio strutture;
- carichi accidentali;

### 7.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

Il peso degli elementi metallici viene calcolato considerando il peso specifico dell'acciaio pari a :

$$\gamma_a = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

### 7.2 CARICHI ACCIDENTALI

Si considera a monte della paratia, sin dalla fase iniziale, fino alla fase statica di fondo scavo, il sovraccarico accidentale dovuto alla movimentazione di mezzi di cantiere pari a 20 kPa.

## 8 FASI DI CALCOLO

La modellazione segue le reali fasi di realizzazione dell'opera.

Sono state modellate le seguenti fasi di calcolo:

1. Inizializzazione dello stato di sforzo geostatico.
2. Realizzazione del palancoato.
3. Scavo fino a -5.60 m dal piano campagna.
4. Applicazione del sovraccarico da 20 kPa lato monte

## 8.1 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SUL PALO

L'analisi delle sollecitazioni sul palo di fondazione e dell'interazione terreno struttura è stata eseguita realizzando un modello di calcolo mediante il programma agli elementi finiti Paratie by Ceas.

E' stato realizzato un modello di calcolo del palancolato AZ28-700 di lunghezza pari a 13,5 m, infisso per 12,5 m nel terreno sottostante.

Si riportano nel seguito i diagrammi significativi ai fini del dimensionamento della struttura in parola.

### Fase finale di sovraccarico

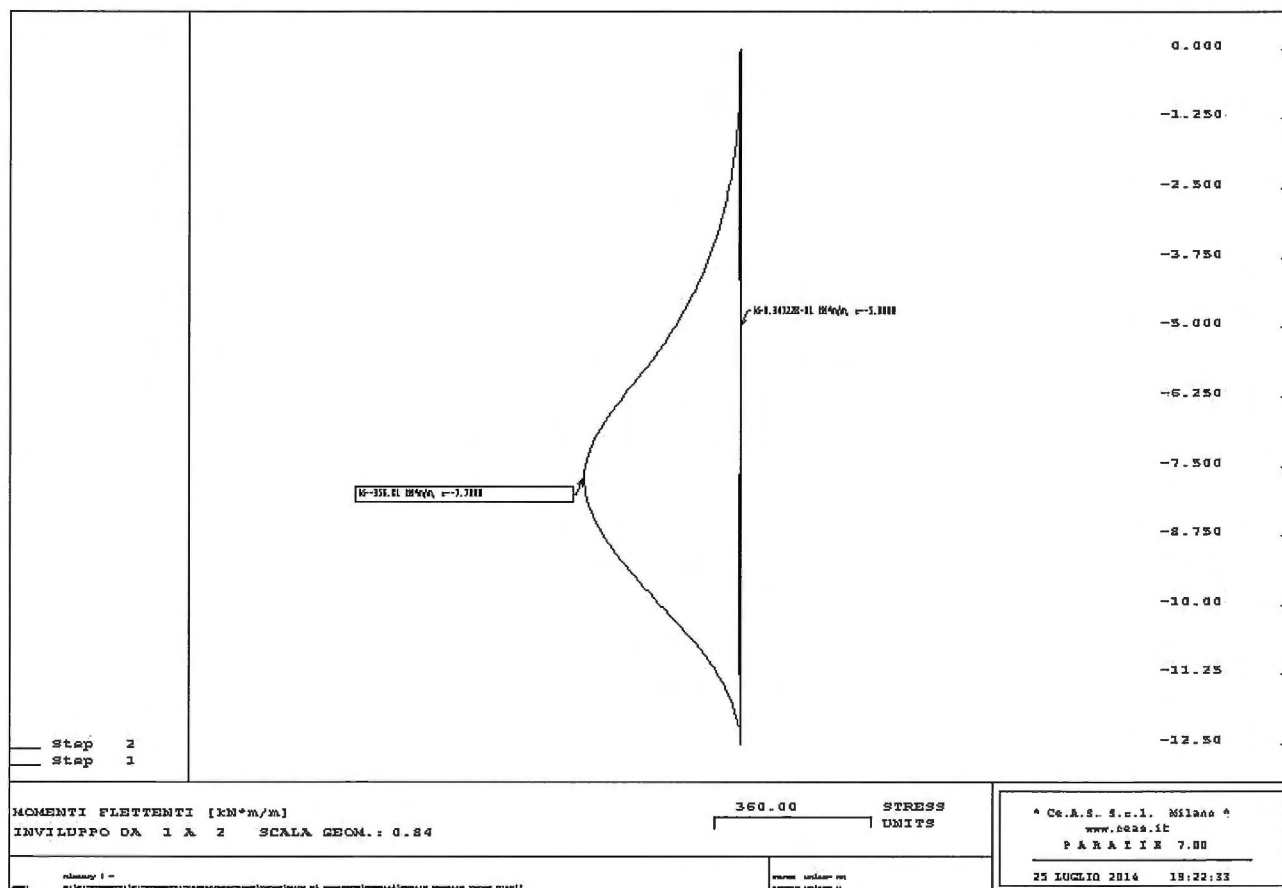
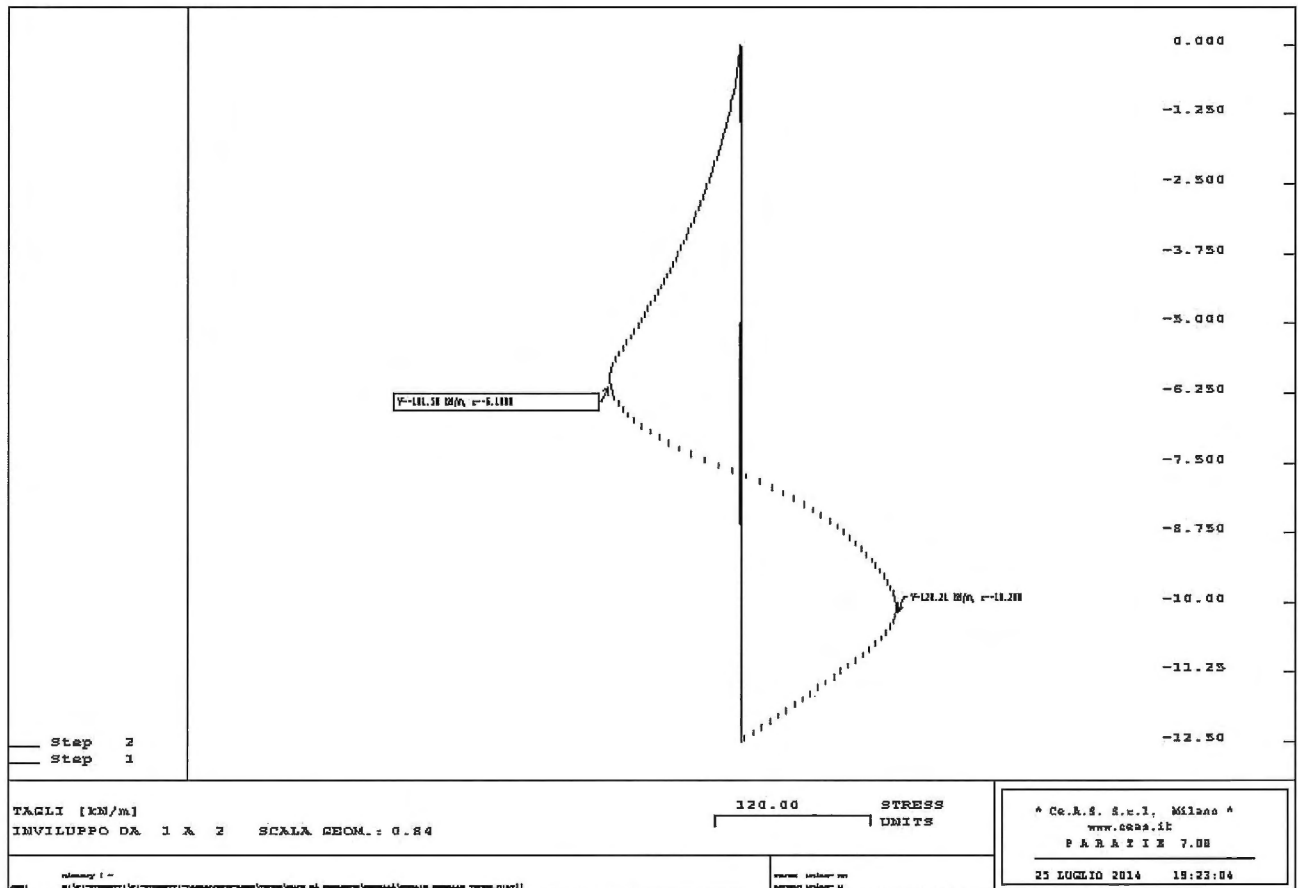


Diagramma del momento in rapporto alla profondità



*Diagramma del taglio in rapporto alla profondità*

I massimi valori delle sollecitazioni sul palancolato risultati dall'analisi valgono:

$$M_{\max} = 357 \text{ kNm/m}$$

$$T_{\max} = 120 \text{ kN/m}$$

Lo spostamento massimo della testa del palo vale:

$$s = 15,6 \text{ cm}$$

## 8.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 8.2.1 PALANCOLATO METALLICO

Si effettua la verifica a flessione con le azioni di design definite precedentemente:

Si è scelto di utilizzare come opera di sostegno palancole AZ28-700, classe d'acciaio S355GP, con caratteristiche:

$$W_{el} = 2760 \text{ cm}^3/\text{m}$$

$$A = 200 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Risulta quindi necessario effettuare la verifica a pressoflessione facendo riferimento alle caratteristiche elastiche della sezione.

Si ottiene quindi una tensione massima, valutata come:

$$\sigma_d = M_d/W_{el} + N_d/A = 129 \text{ MPa} < f_{yd} = f_y / \gamma_m = 240 \text{ MPa}$$

La verifica risulta soddisfatta.

### 8.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si è valutata per l'opera in oggetto la percentuale di spinta passiva attivata a valle dell'opera, rispetto la massima spinta passiva sfruttabile, in funzione dei pesi e dei carichi agenti sul palancolato.

La spinta passiva mobilitata corrisponde al 26% del possibile totale: risultato ingegneristicamente accettabile per la suddetta opera.