

**ACCORDO DI PROGRAMMA 8 OTTOBRE 2005
INTERVENTI DI SMANTELLAMENTO, DEMOLIZIONE, BONIFICA E
INFRASTRUTTURAZIONE DELLE AREE DI CORNIGLIANO**

OGGETTO:

**STRADA DI COLLEGAMENTO ALL'ACCESSO EST DELLO STABILIMENTO
ILVA E ALLE FUTURE AREE PORTUALI**

TITOLO:

RELAZIONE TECNICA DIMENSIONAMENTO RECINZIONE

N. DOC.

055/PES/6.03/R023

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
A	01/2014	CC	CR/Siciv	-	Per commenti
B	04/2014	CC	CR/Siciv	-	Per recepimento osservazioni/validazione
C	08/2014	CC	CR/Siciv	-	Per recepimento osservazioni/validazione
1	06/2015	CC	CR/Siciv	FR	Per emissione

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

La presente relazione tecnica e di calcolo ha per oggetto la verifica di un nuovo tratto della recinzione di separazione tra lo stabilimento ILVA e la sede della costruenda strada di collegamento tra la viabilità comunale e il futuro ingresso est dello stabilimento.

Nella documentazione di progetto esecutivo, l'elaborato grafico di riferimento per la recinzione è il 055/PES/6.03/T018.

La recinzione in oggetto, ubicata approssimativamente all'altezza della progressiva 0+322,17 della nuova strada, corrispondente alla sez. 11' degli elaborati, avrà uno sviluppo di circa 15 m. Essa ha lo scopo di completare la chiusura della recinzione esistente, che nel tratto in oggetto presenta ad oggi un varco attraverso il quale transita una strada provvisoria di collegamento, che la nuova realizzazione va appunto a sostituire razionalizzando la logistica della zona.

Nel tratto interessato, la recinzione sarà costituita da un setto in c.a. dello spessore di m 0,2, che spicca di m 2,2 dalla fondazione di dimensioni m 1,3 x 0,4, sormontato da una pannellatura in calcestruzzo. Tale pannellatura è costituita da lastre prefabbricate, dello spessore di cm 4, disposte di coltello e sovrapposte in 5 strati per un'altezza totale di m 2,5. Il peso per unità di lunghezza della pannellatura è di 113 Kg/m

Longitudinalmente, a intervalli regolari, la sezione del setto si espande dando luogo a pilastri disposti con interasse pari a m 2,08, di sezione trasversale quadrata di lato pari a m 0,4. La funzione principale è di consentire e sostenere l'alloggiamento dei montanti che reggono la pannellatura.

I montanti sono elementi prefabbricati in calcestruzzo, collocati a interasse di m 2,08 con dimensioni orizzontali pari a m 0,13 x 0,16 e altezza pari a circa 2,90 m, dotati di scanalatura a tutta altezza a metà del lato lungo, disposto di traverso rispetto al muro. Tale scanalatura fornisce la guida per l'inserimento, lo scorrimento e la tenuta verticale dei pannelli. I montanti, di peso pari a Kg 120 cad, sono incastrati con resina epossidica entro fori d'alloggiamento preparati in testa al muro, come evidenziato nel relativo elaborato grafico.

I riferimenti normativi sono quelli vigenti e in particolare i principali sono i seguenti:

D.M. 14/01/2008

OPCM 20/03/2003 N.3274

Circolare 02/02/2009 n.617

Istruzioni CNR DT 207/2008

Il software utilizzato è "Muro-SL 2.0"

DATI GENERALI

Muro ricadente in zona sismica

Vita nominale VN= 50 anni (Tipo 2 della tab. 2.4.1 della NTC)

Accelerazione orizzontale massima = 0,1000g Fattore Fo = 2,5200

Categoria sottosuolo = C Fattore del suolo S = 1,5

Categoria topografica = T1

Geometria del muro

-parete

altezza = 2,20 m

spessore superiore = 0,20 m spessore inferiore = 0,20 m

inclinazione paramento di monte = 0,0 °

-ciabatta

larghezza totale = 1,30 m inclinazione = 0,0 °

larghezza a valle = 0,55 m larghezza a monte = 0,55 m

spessore esterno a valle = 0,40 m spessore esterno a monte = 0,40 m

spessore interno a valle = 0,40 m spessore interno a monte = 0,40 m

muro di lunghezza indefinita

peso per unità di volume = 25,00 kN/m³

Dati del terrapieno

altezza a monte = 1,30 m altezza a valle = 0,80 m
 inclinazione terreno a monte = 0,0 °
 angolo di attrito interno efficace = 31,0 °
 coesione efficace = 0,00 N/mm²
 peso per unità di volume = 20,00 kN/m³
 peso per unità di volume saturo = 22,00 kN/m³
 angolo di attrito terreno-parete = 20,67 °
 angolo di attrito terreno-ciabatta = 31,00 °

L'altezza terreno è riferita allo spigolo inferiore della ciabatta dal lato considerato (monte o valle)

L'inclinazione terreno è riferito all'orizzontale

Dati del terreno di fondazione

strato	spessore (m)	g'nat (kN/m ³)	g'sat (kN/m ³)	ø' (°)	c' (N/mm ²)
Ghiaia	4,00	20,00	21,00	32,00	0,0000
Sabbia	3,00	19,00	20,00	31,00	0,0000
GP	2,20	21,00	22,00	33,00	0,0000

Carichi

sovraccarico a monte perm. = 0,00 kN/m² var. = 4,00 kN/m²
 sovraccarico a valle perm. = 0,00 kN/m² var. = 0,00 kN/m²
 forza orizz. in sommità perm. = 0,00 kN/m var. = 4,12 kN/m

forza vert. in sommità perm. = 1,77 kN/m var. = 0,00 kN/m

Trai carichi considerati:

- il peso della recinzione e dei suoi montanti equivale a un carico verticale di tipo permanente uniformemente ripartito, pari a kg/m 113+64, pari a 1,77 KN/m;
- viene considerato l'apporto del vento, la cui azione è così determinata:

$$p(z) = q_{\text{ref}} * C_e(z) * C_p * C_d$$

con i seguenti valori dei simboli, dedotti dalle prescrizioni normative contestualizzate con gli specifici carichi di vento (LIGURIA), quota (4 s.l.m.) topografia e categoria di esposizione (III), avendo supposto un tempo di ritorno T=50 anni e un valore medio della densità aerea di 1,25 Kg/mc; i riferimenti sono le tabelle 3.3.1 e 3.3.2 di NTC/08 e il pgf. G.5 di DT 207/08 :

$$q_{\text{ref}} (\text{pressione cinetica di riferimento}) = 1,25 * 28^2 / 2 = 490 \text{ N/mq}$$

$$C_e(z) = \text{coeff. di esposizione} = 1,75$$

$$C_p = 1,2$$

$$C_d = 1$$

Con $p(z)$ = pressione di picco del vento = 1.029,00 N/mq che da luogo a una forza agente sul rettangolo verticale di recinzione di base unitaria pari a 4.116,00 N

L'apporto del vento viene assimilato a una forza orizzontale di tipo variabile.

- La presenza di autoveicoli in sosta nelle immediate adiacenze della struttura provoca una sovrappressione sul terreno a monte del muro, che inevitabilmente si ripercuote sulla struttura stessa. Nelle schede di calcolo questo sovraccarico è stato introdotto come una pressione di 400kg/mq, pari a 4 KN/mq.

TABELLA DEI MATERIALI:

Nella norma si precisa che la prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato:

CLASSE DI RESISTENZA: 32/40 (UNI 11104)

CLASSE DI ESPOSIZIONE: XC4 (UNI 11104)

RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MAX= 0,5

COPRIFERRO: C= 35 mm (Tab. C.4.1.IV CE 617/09)

CLASSE DI CONSISTENZA: S5 (S4)

DIAMETRO MASSIMO DELL'AGGREGATO: mm 20

ACCIAIO: TIPO B450 C

Limite di snervamento: $f_y \geq 450$ N/mmq

Limite di rottura: $f_t \geq 540$ N/mmq

Calcolo della lunghezza di sovrapposizione delle barre :

La lunghezza di sovrapposizione l_0 :

$$l_0 = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_5 * \alpha_6 l_{b,rqd} > l_0, \min$$

$$\text{con: } l_0, \min > \max \{0,3 * \alpha_6 l_{b,rqd}; 15 \varphi; 200 \text{ mm}\}$$

$$l_{b,rqd} = (\varphi/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) \text{ (lunghezza d'ancoraggio necessaria di base) (EC2 5.2.2.3)}$$

nell'ipotesi di tensione d'aderenza uniforme f_{bd} , ottenuta in funzione della classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato, pari a 3,7:

$$l_{b,rqd} = 450\varphi / 4 * 3,7 = 30,4\varphi$$

e i seguenti valori dei coefficienti α_i , derivanti dal prospetto 8.2 dell'EC2 8.4.4:

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 0,71$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_6 = 1$$

per cui: $l_0 = 0,71 * l_{b,rqd} = 21,6\varphi = 22\varphi$

Considerata l'approssimazione per eccesso dei parametri α_i , si può senz'altro confermare l'indicazione di normativa con $l_0 = 20\varphi$

Coefficienti parziali di sicurezza

Coefficienti parziali per le azioni

	permanenti		variabili
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli
A1	1,30	1,00	1,50
A2	1,00	1,00	1,30
EQU	1,10	0,90	1,50

Coefficienti parziali per i parametri del terreno

	tan fi	c'	cu
M1	1,00	1,00	1,00
M2	1,25	1,25	1,40

Coefficienti parziali per le resistenze

	R1	R2
carico limite	1,00	1,00
scorrimento	1,00	1,00
resist. terr. a valle	1,00	1,00

Opzioni di calcolo

Aliquota di spinta passiva sulla ciabatta nelle verifiche a scorrimento : 0,00%

Verifiche in esercizio eseguite con il coefficiente di spinta a riposo

VERIFICHE GLOBALI ALLO S.L.U.

-Verifica a ribaltamento

	Momento stabilizzante (kNm)	Momento ribaltante (kNm)
EQU	25,29	0,93
SISMA	39,06	1,00

VERIFICA SODDISFATTA

-Verifica a scorrimento

	Forza stabilizzante (kN)	Forza di scorrimento (kN)
A1 + M1	24,07	6,16
A2 + M2	24,61	6,82
SISMA	28,19	6,67

VERIFICA SODDISFATTA

-Verifica del carico limite

	Carico limite (kN)	Carico agente massimo (kN)
A1 + M1	636,52	58,39
A2 + M2	295,35	45,33
SISMA	629,81	44,64

VERIFICA SODDISFATTA

PRESSIONI SUL TERRENO IN ESERCIZIO

Condizioni esaminate

N	M
(N)	(kNm)
43,85	-0,34
43,85	10,37

Condizione che dà la massima tensione a monte

$$N = 46,05 \text{ kN} \quad M = 11,19 \text{ kNm}$$

$$\text{tensione a valle} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \quad \text{tensione a monte} = 0,075 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{larghezza zona compressa} = 1,22 \text{ m} \quad \text{tensione equivalente} = 0,057 \text{ N/mm}^2$$

Condizione che dà la massima tensione a valle

$$N = 44,74 \text{ kN} \quad M = -1,29 \text{ kNm}$$

$$\text{tensione a valle} = 0,039 \text{ N/mm}^2 \quad \text{tensione a monte} = 0,030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{larghezza zona compressa} = 1,30 \text{ m} \quad \text{tensione equivalente} = 0,029 \text{ N/mm}^2$$

VERIFICHE STRUTTURALI PARETE

Materiali

Calcestruzzo

$$R_{ck} = 40,00 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ck} = 32,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di sicurezza parziale} = 1,50$$

$$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tensione limite in esercizio} = 14,40 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio tipo B 450 C

legame elastoplastico indefinito

$$\text{tensione di snervamento caratteristica} = 450,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di sicurezza parziale} = 1,15$$

$$\text{tensione di snervamento di calcolo} = 391,30 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tensione limite in esercizio} = -360,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di omogen. acciaio-cla} = 15$$

Sezione Y = 0,00 m

$$b = 1,000 \text{ m} \quad h = 0,200 \text{ m}$$

Armatura

LV	Ferri	dmonte	Area
		(cm)	(cm ²)
1	4 ø12	4	4,523893
2	4 ø12	4	4,523893

-Verifica allo stato limite ultimo per flessione composta

combinazione	Nsd	Msd	Mrd
	(kN)	(kNm)	(kNm)

CONDIZIONE A1+M1

Nmin,M(min)	13,58	-0,65	-30,81
Nmin,M(max)	13,58	12,93	35,06
Nmax,M(min)	18,20	-1,50	-31,17
Nmax,M(max)	18,20	12,09	35,42
Mmin,N(min)	14,37	-1,50	-30,87
Mmax,N(max)	17,41	12,93	35,36

CONDIZIONE A2+M2

Nmin,M(min)	13,59	-0,82	-30,81
Nmin,M(max)	13,59	10,95	35,06
Nmax,M(min)	14,06	-1,53	-30,85
Nmax,M(max)	14,06	10,24	35,10

CONDIZIONE SISMICA

Nmin,M(min)	13,62	-1,01	-30,81
Nmin,M(max)	13,62	8,05	35,06
Nmax,M(min)	13,99	-1,44	-30,84
Nmax,M(max)	13,99	7,61	35,09

Numero massimo di combinazioni per ogni condizione pari a 8

Le combinazioni non riportate sono coincidenti con quelle già elencate

-Verifica allo stato limite ultimo per taglio

CONDIZIONE Taglio sollecitante Taglio resistente

	Vsd	Vrd
	(kN)	(kN)
A1+M1	4,26	84,48
A2+M2	4,31	84,44
SISMA	0,58	84,43

-Verifica allo stato limite di esercizio- controllo delle tensioni

CONDIZIONE	N (kN)	M (kNm)	SigC (N/mm ²)	SigS (N/mm ²)
massima tensione nel cls	14,15	7,95	2,73	-101,80
massima tensione nell'acciaio	14,15	7,95	2,73	-101,80

Sezione Y = 1,00 m

b= 1,000 m h= 0,200 m

Armatura

LV	Ferri	dmonte	Area
		(cm)	(cm ²)
1	4 ø12	4	4,523893
2	4 ø12	14,8	4,523893

-Verifica allo stato limite ultimo per flessione composta

combinazione	Nsd (kN)	Msd (kNm)	Mrd (kNm)
--------------	-------------	--------------	--------------

CONDIZIONE A1+M1

Nmin,M(min)	7,77	0,00	34,60
-------------	------	------	-------

Nmin,M(max)	7,77	7,41	34,60
Nmax,M(min)	10,09	0,00	34,78
Nmax,M(max)	10,09	7,41	34,78

CONDIZIONE A2+M2

Nmin,M(min)	7,77	0,00	34,60
Nmin,M(max)	7,77	6,42	34,60

CONDIZIONE SISMICA

Nmin,M(min)	7,77	-0,10	-30,35
Nmin,M(max)	7,77	4,94	34,60
Mmax,N(min)	7,77	4,84	34,60

Numero massimo di combinazioni per ogni condizione pari a 8

Le combinazioni non riportate sono coincidenti con quelle già elencate

-Verifica allo stato limite ultimo per taglio

CONDIZIONE	Taglio sollecitante		Taglio resistente
	Vsd	Vrd	
	(kN)	(kN)	
A1+M1	6,17	83,74	
A2+M2	5,35	83,74	
SISMA	3,95	83,74	

-Verifica allo stato limite di esercizio- controllo delle tensioni

CONDIZIONE	N	M	SigC	SigS
	(kN)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
massima tensione nel cls	7,77	4,94	1,70	-64,36
massima tensione nell'acciaio	7,77	4,94	1,70	-64,36

VERIFICHE STRUTTURALI CIABATTA

Materiali

Calcestruzzo

$$R_c = 40,00 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ck} = 32,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di sicurezza parziale} = 1,50$$

$$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tensione limite in esercizio} = 14,40 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio tipo B 450 C

legame elastoplastico indefinito

$$\text{tensione di snervamento caratteristica} = 450,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di sicurezza parziale} = 1,15$$

$$\text{tensione di snervamento di calcolo} = 391,30 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tensione limite in esercizio} = -360,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{coeff. di omogen. acciaio-clc} = 15$$

Sezione di incastro ciabatta a monte

$$b = 1,000 \text{ m} \quad h = 0,400 \text{ m}$$

Armatura

LV	Ferri	d _{inf} (cm)	Area (cm ²)
1	4 ø12	4	4,523893
2	4 ø12	34,8	4,523893

-Verifica allo stato limite ultimo per flessione semplice

CONDIZIONE	Msd,max (kNm)	Mrd+ (kNm)	Msd,min (kNm)	Mrd- (kNm)
A1+M1	8,97	69,38	0,78	
A2+M2	6,97	69,38	0,54	
SISMA	4,97	69,38	0,58	

-Verifica allo stato limite ultimo per taglio

CONDIZIONE	Taglio sollecitante	Taglio resistente
	Vsd (kN)	Vrd (kN)
A1+M1	24,54	160,62
A2+M2	20,06	160,62
SISMA	14,93	160,62

-Verifica allo stato limite di esercizio- controllo delle tensioni

CONDIZIONE	N (kN)	M (kNm)	SigC (N/mm ²)	SigS (N/mm ²)
massima tensione nel cls	0,00	4,88	0,45	-31,87
massima tensione nell'acciaio	0,00	4,88	0,45	-31,87

Sezione di incastro ciabatta a valle

b= 1,000 m h= 0,400 m

Armatura

LV	Ferri	dinf (cm)	Area (cm ²)
----	-------	--------------	----------------------------

1	4	ø8	4	2,010619
2	4	ø8	35	2,010619

-Verifica allo stato limite ultimo per flessione semplice

CONDIZIONE	Msd,max (kNm)	Mrd+ (kNm)	Msd,min (kNm)	Mrd- (kNm)
A1+M1	2,50	31,56	-3,16	-29,98
A2+M2	2,34	31,56	-2,67	-29,98
SISMA	2,30	31,56	-2,04	-29,98

-Verifica allo stato limite ultimo per taglio

CONDIZIONE	Taglio sollecitante Vsd (kN)	Taglio resistente Vrd (kN)
A1+M1	10,27	161,24
A2+M2	8,74	161,24
SISMA	8,31	161,24

-Verifica allo stato limite di esercizio- controllo delle tensioni

CONDIZIONE	N (kN)	M (kNm)	SigC (N/mm ²)	SigS (N/mm ²)
massima tensione nel cls	0,00	2,98	0,40	-42,84
massima tensione nell'acciaio	0,00	2,98	0,40	-42,84