



stefano curti ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Realizzazione di una torre atmosferica con struttura in acciaio operante nell'ambito della infrastruttura di ricerca europea Integrated Carbon Observation System-Research Infrastructure (ICOS-RI) da ubicarsi nell'area industriale di Tito (PZ). (Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale del Consiglio Nazionale delle Ricerche) –
CIG 8113344F42 - CUP B56C19000120005

FASE - B - PROGETTO DEFINITIVO

CNR – IMAA TITO (PZ)

TORRE ICOS

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO

agosto 2020





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

INDICE

1)	SCOPO DELLA RELAZIONE	pag.	3
2)	DESCRIZIONE DELL'OPERA	pag.	4
3)	ASPETTO INERENTE LA SCELTA PROGETTUALE	pag.	8
4)	ASPETTO INERENTE L'INSERIMENTO SUL TERRITORIO.....	pag.	17
5)	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	pag.	21
6)	ASPETTO DI SICUREZZA FUNZIONALITA' ED ECONOMIA DI GESTIONE.....	pag.	25
7)	ASPETTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	pag.	25
8)	ASPETTO TOPOGRAFICO	pag.	29
9)	ASPETTO DELLA FATTIBILITA' AMBIENTALE	pag.	30
10)	ASPETTO INERENTE LE BARRIERE ARCHITETTONICHE.....	pag.	30
11)	ASPETTO INERENTE LA PREDISPOSIZIONE RETI E UTENZE	pag.	31
12)	ASPETTO INERENTE I TEMPI DI INTERVENTO.....	pag.	33



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

1) SCOPO DELLA RELAZIONE

In conformità con quanto stabilito dal DPR 207/2010 nella Sezione III all'art. 25, lo scopo della presente relazione è quello di fornire chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del livello qualitativo, dei costi e dei benefici attesi.

Si parte facendo riferimento con quanto evidenziato nella Relazione Preliminare e si sviluppano di seguito i seguenti aspetti :

- a)- aspetto inerente la scelta progettuale
- b)- inserimento nel territorio
- c)- caratteristiche dei materiali e criteri di progettazione
- d)- sicurezza, funzionalità, economia di gestione
- e)- aspetto geologico geotecnico
- f)- aspetto topografico
- g)- aspetto di fattibilità ambientale
- h)- aspetto inerente le barriere architettoniche
- k)- aspetto inerente le reti e le utenze
- j)- aspetto tempi (crono programma)

Di seguito si sviluppano i punti citati con riferimento a quanto già riferito nella relazione preliminare e quanto richiesto dalle norme vigenti.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

2) DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera consiste in una torre atmosferica avente il compito di consentire analisi scientifiche dell'aria mediante opportuni strumenti applicati su di essa ad altezze variabili.

Il Progetto Definitivo viene descritto in dettaglio sia per gli aspetti strutturali sia per gli aspetti inerenti l'inserimento nel contesto generale nei disegni di seguito elencati.

- 16-20-200 ASSIEME GENERALE TORRE E FUNI
- 16-20-201 MODULO TIPO - VISTA E SEZIONE SCALE
- 16-20-202 MODULO TIPO - SEZIONI IN PIANTA STRUTTURA PRINCIPALE
- 16-20-203 MODULO TIPO - SEZIONI IN PIANTA PIANO CALPESTIO
- 16-20-204 MODULO TIPO - VISTA X-X E VISTA Y-Y
- 16-20-205 MODULO TIPO - VISTA K-K E VISTA J-J
- 16-20-206 APPOGGIO DI BASE - VISTE E SEZIONI
- 16-20-207 NODI 1
- 16-20-208 NODI 2
- 16-20-209 NODI 3
- 16-20-210 NODI 4
- 16-20-211 MODULO TIPO - RETI - SEZIONI A-A/B-B/X-X
- 16-20-212 MODULO TIPO - RETI - SEZIONI C-C/D-D E DETTAGLIO "1"
- 16-20-213 NODI RETE
- 16-20-214 FONDAZIONE STRALLI
- 16-20-215 FONDAZIONE SOTTO TORRE
- 16-20-216 PIANTE CURVE DI LIVELLO E ALTIMETRIA FONDAZIONI
- 16-20-217 ASSIEME POSIZIONAMENTO ASCENSORE E SALA ACQUISIZIONE DATI
- 16-20-218 POSIZIONE TORRE SUL TERRENO
- 16-20-219 VARIANTE PRG - ZONE AREA ASI
- 16-20-220 REGIME DI INTERVENTO URBANISTICO - COMUNE DI TITO
- 16-20-221 MAPPA LOCALIZZAZIONE TORRE
- 16-20-222 SALA ACQUISIZIONE DATI
- 16-20-223 POSIZIONE UTENZE
- 16-20-224 ANDAMENTO RECINZIONE
- 16-20-225 PARTICOLARI 3D



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

La torre ha al suo interno una scala praticabile con alzata 17 cm e pedata 25 cm e adiacente alla torre e ad essa collegato è presente un ascensore che consente lo sbarco prestabilito a quota 10 m. , 50 m. , 100 m.

La torre scala, al fine di limitarne la deformabilità, è dotata di 4 stralli per ogni livello ancorati sulla torre su 3 livelli in altezza (30 m. , 60 m. , 90 m.) e a terra su 4 fondazioni separate. Gli stralli sono disposti lungo la bisettrice degli spigoli del corpo centrale della torre e hanno delle funi piccole di stabilizzazione, per evitare fenomeni di risonanza, che rompittranno la lunghezza degli stralli lunghi come rappresentato sul disegno 16-20-200.

Le fondazioni in c.a. sono previste sotto la torre scala e come ancoraggio degli stralli di stabilizzazione.

La struttura ha le dimensioni principali di seguito sintetizzate :

- dimensioni in pianta corpo centrale: 6,00 m. x 3,00 m.
- dimensioni in pianta dell'ingombro totale: 64,00 m. x 64,00 m. (in asse fondazioni)
- altezza totale torre scala : 104 m.
- quota degli sbarchi prestabiliti : 10 m. – 50 m. – 100 m.

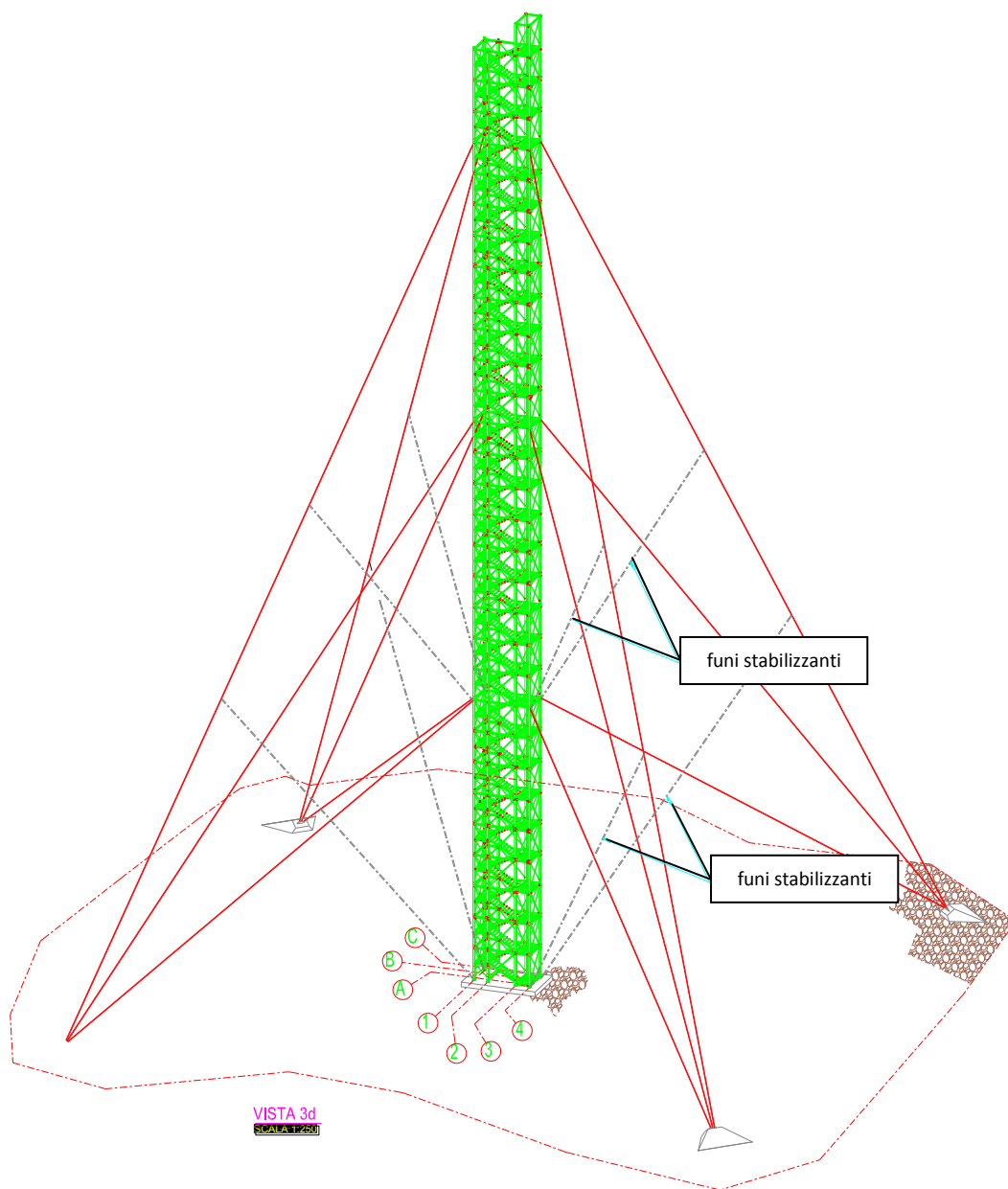
La struttura è completamente rivestita da pannelli di rete metallica con maglia 150 x 150 mm. che assolve il compito di garantire la sicurezza anticaduta sia verso l'esterno sia tra le rampe interne.

Adiacente alla torre e ad essa direttamente collegato è presente un locale adibito a Sala Acquisizione Dati realizzato con box prefabbricati ed avente le dimensioni in pianta 6,00 x 9,70 m. circa.



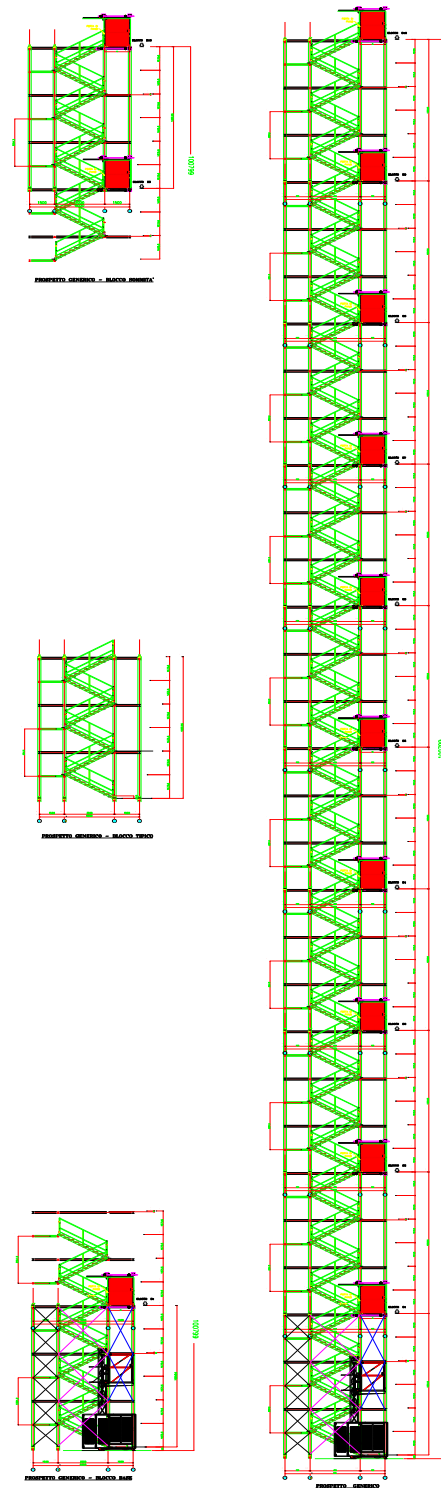


stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)





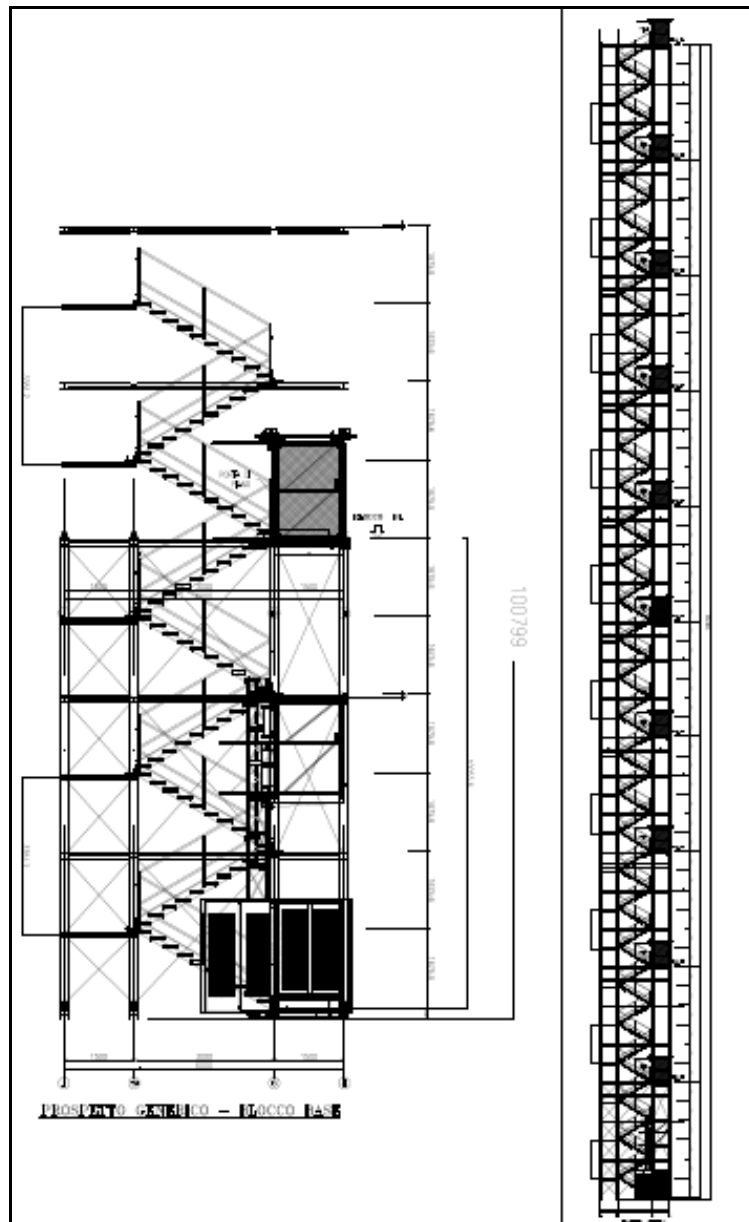
stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

3) ASPETTO INERENTE LA SCELTA PROGETTUALE

Si procede di seguito evidenziando quelle che sono state le considerazioni basilari del confronto tra le due soluzioni possibili a parità di carico orizzontale e profili principali di riferimento:

- torre libera : assenza di vincoli intermedi, comportamento “free standing” con schema statico a mensola sull'altezza teorica di 100 m.

Modulo
tipico di
base

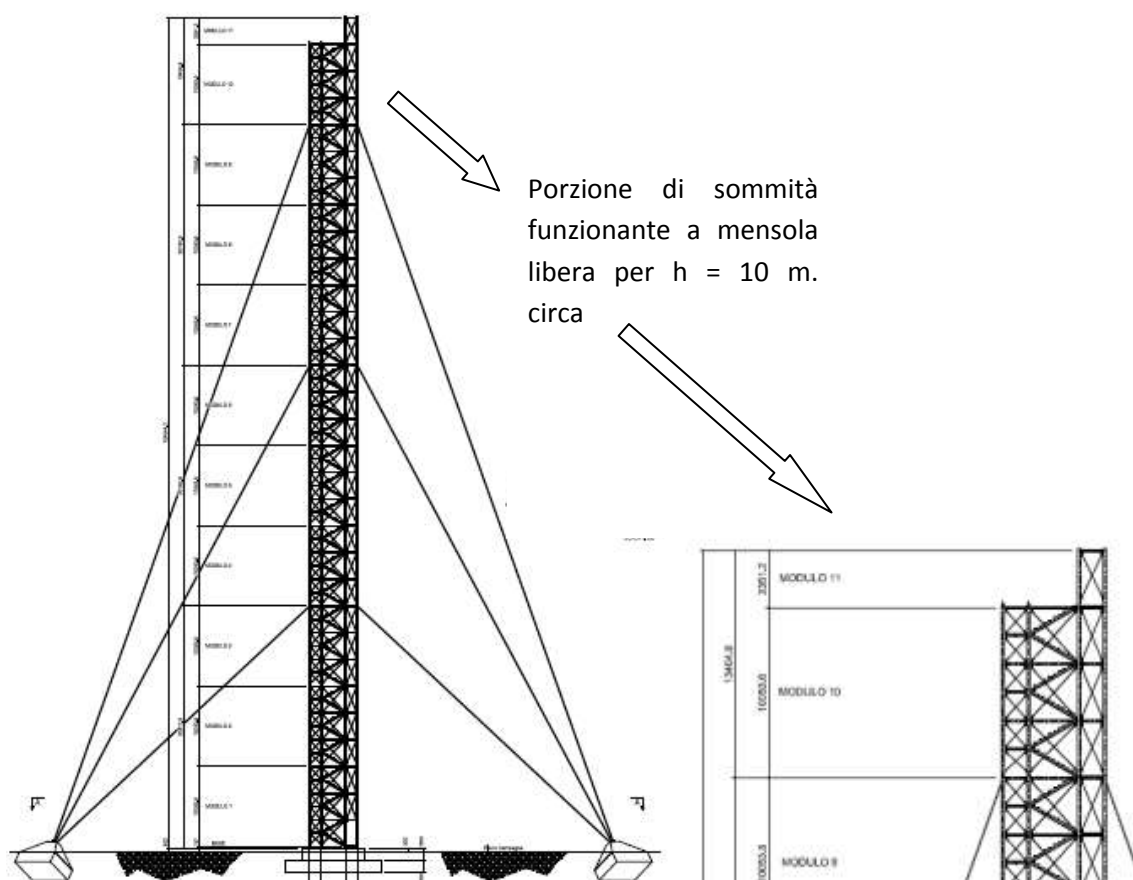


Torre completa funzionante a
mensola libera per $h = 100$ m.
circa



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

- torre strallata: presenza di n. 4 stralli a 3 livelli con ipotesi di vincolo rigido e parte libera a mensola degli ultimi 10 m. di sommità.

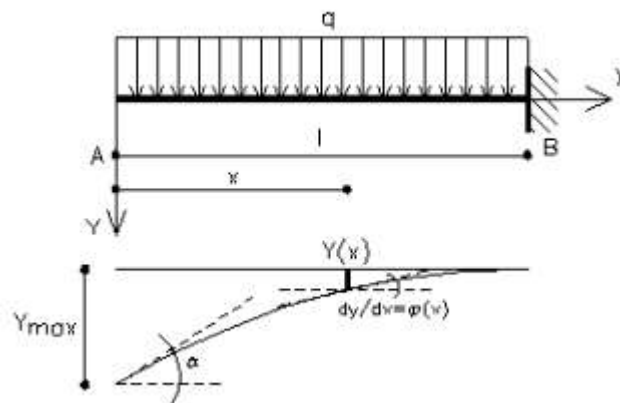


Da un confronto prestazionale tra la soluzione della torre a mensola libera cosiddetta “free standing” e la soluzione della torre strallata come sviluppata nella realtà si evidenziano le caratteristiche principali che hanno portato alla scelta della soluzione strallata.



Considerazioni inerenti la deformabilità

Si valuta la deformabilità della torre considerando il comportamento a mensola nelle due condizioni di esercizio come riepilogato di seguito.



- torre libera :	luce libera	$L = 100 \text{ m.}$
	freccia massima	$y_{\max} = \eta_1 = qL^4 / (8EJ) = (q/J) (10^{16}/8 \times 2,1 \times 10^6) =$ $\eta_1 = 5,95 \times 10^8 \times (P/J)$
- torre strallata :	luce libera	$L = 10 \text{ m.}$
	freccia massima	$y_{\max} = \eta_2 = qL^4 / (8EJ) = (q/J) (10^{12}/8 \times 2,1 \times 10^6) =$ $\eta_2 = 5,95 \times 10^4 \times (q/J)$

Rapporto tra gli spostamenti in sommità in caso di torre libera e di torre vincolata con stralli lateralmente:

Rapporto di deformabilità: $\eta_1 / \eta_2 = 10^4 = 10000$

Considerazione n. 1

La deformabilità della torre libera (η_1) è enormemente superiore (10000 volte) a quella della torre strallata a parità di carico orizzontale spingente e di profili utilizzati.

Per avere un comportamento paragonabile devo aumentare la rigidezza e quindi l'inerzia flessionale della torre libera per ridurre la deformabilità.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

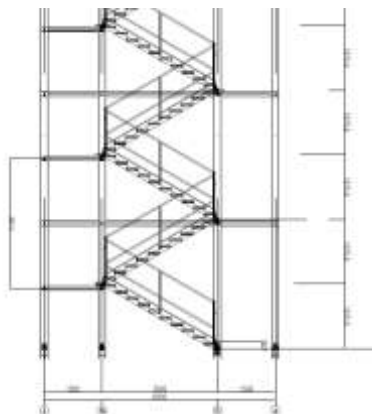
Torre libera – inerzia flessionale per deformabilità massima

Si valuta di seguito l'inerzia flessionale che approssimativamente la torre libera dovrebbe avere per soddisfare i limiti di deformabilità imposti contrattualmente.

$$\begin{aligned} \text{freccia massima} \quad y_{\max} &= \eta_1 = 30 \text{ cm} \\ q_w L^4 / (8EJ) &= 30 \\ \text{Inerzia flessionale richiesta:} \quad J_{f \max} &= (5,98 \times 10^8) / 30) \times q_w \end{aligned}$$

Il valore dell'inerzia flessionale richiesta dipende linearmente dal carico agente perché è il carico che genera la deformazione limite. A parità di deformabilità, maggiore è il carico maggiore deve essere l'inerzia flessionale richiesta che si oppone a quel carico. Nella relazione strutturale preliminare il carico orizzontale è stato preso come evidenziato.

$$\begin{aligned} \text{Carico di riferimento:} \quad q_b &= 493 \text{ N/m}^2 \\ \text{Coefficiente di pressione:} \quad c_p &= 2,8 \\ \text{Coefficiente di esposizione:} \quad c_e &= 4 \\ \text{Coefficiente dinamico:} \quad c_d &= 1 \\ \text{Pressione di vento:} \quad p &= q_b \times c_p \times c_e \times c_d = 493 \times 2,8 \times 4 \times 1 = 5521,6 \text{ N/m}^2 \\ p &= 552 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$



Larghezza $b = 6,00 \text{ m}$.
Interpiano $i = 3,00 \text{ m}$.

$$\begin{aligned} \text{Superficie esposta approssimata:} \quad S_e &= 4 \text{ m}^2 \\ \text{Superficie teorica (per } H=3,00 \text{ m.):} \quad S_t &= 12 \text{ m}^2 \\ \text{Percentuale superficie esposta:} \quad \Delta &= 4/12 = 0,30 \rightarrow 30 \% \end{aligned}$$

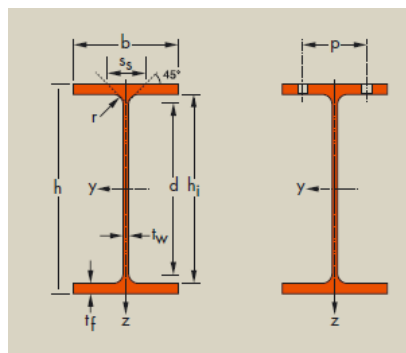
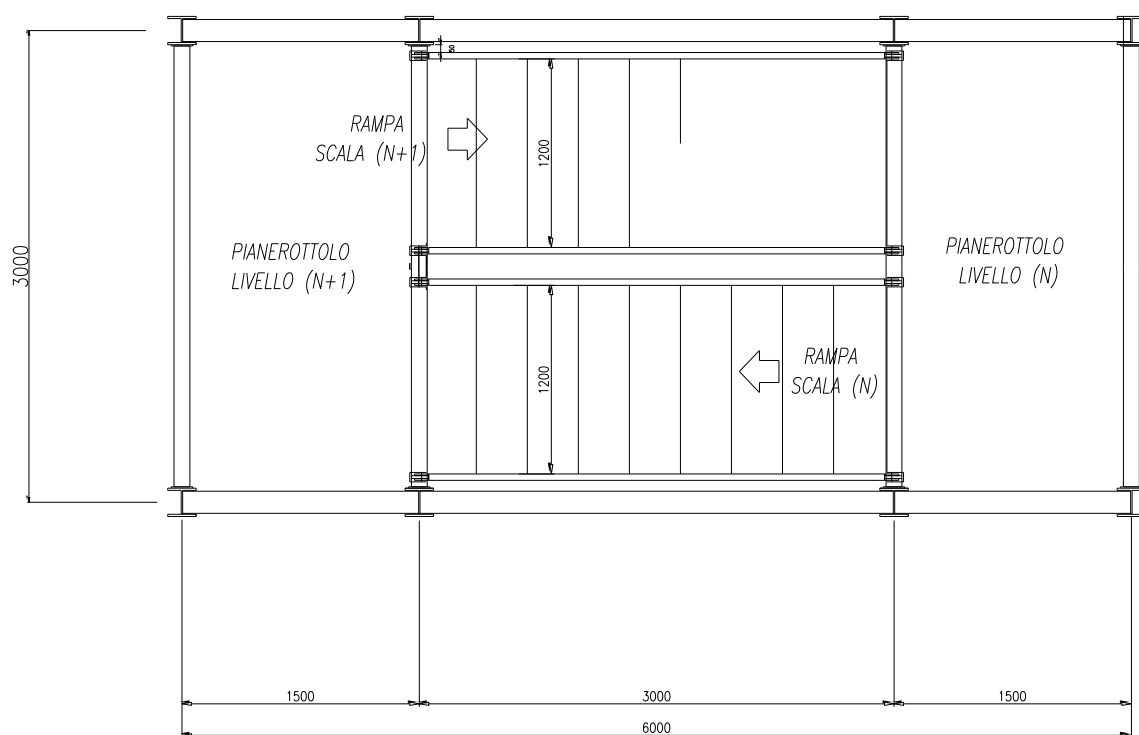
$$\begin{aligned} \text{Carico di vento:} \quad q_w &= p \times b \times \Delta = 552 \times 6 \times 0,3 = 993,60 \rightarrow 994 \text{ kg/m} \\ \text{Inerzia per freccia massima:} \quad J_{f \max} &= (5,98 \times 10^8) / 30) \times 9,94 = 1,97 \times 10^8 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Torre strallata – inerzia flessionale tipica

Si considera l'inerzia flessionale della sezione orizzontale tipo della torre per poterla confrontare con i valori in precedenza calcolati.



Sezione montante tipico : HEB 180



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Caratteristiche meccaniche e geometriche del profilo HEB180

	G	h	b	t _w	t _f	r	A	h _l	d	Ø	p _{min}	p _{max}	A _e	A _c
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm ² x10 ²	mm	mm		mm	mm	m ² /m	m ² /t
HE 180 AA*	28,7	167	180	5	7,5	15	36,5	152	122	M 24	84	92	1,018	35,51
HE 180 A	35,5	171	180	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92	1,024	28,83
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M 24	88	92	1,037	20,25
HE 180 C*	69,8	190	183	11,5	19	15	89,0	152	122	M 27	91,5	96	1,063	15,22
HE 180 M	88,9	200	186	14,5	24	15	113,3	152	122	M 24	94	98	1,089	12,25

Denominación Designation Designazione	Propiedades del perfil / Section properties / Proprietà geometriche del profilo													Classification EN 1993-1-1: 2005						EN 10025-2: 2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2009
	eje fuerte y-y strong axis y-y asse forte y-y						eje débil z-z weak axis z-z asse debole z-z							Pure bending y-y			Pure compression					
	G kg/m	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{dy} mm ³ x10 ³	W _{ply} ♦ mm ³ x10 ³	i _y mm	A _z mm ² x10 ²	I _z mm ⁴ x10 ⁴	W _{dz} mm ³ x10 ³	W _{plz} ♦ mm ³ x10 ³	i _z mm	S _s mm	I _t mm ⁴ x10 ⁴	I _w mm ⁶ x10 ⁹	S ₂₃₅	S ₃₅₅	S ₄₆₀	S ₂₃₅	S ₃₅₅	S ₄₆₀			
HE 180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	2	3	3	2	3	3	✓	✓	✓
HE 180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	2	3	1	2	3	✓	✓	✓
HE 180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 180 C	69,8	5543	583,4	675	7,89	27,29	1944	212,5	324,9	4,67	67	101,4	142,1	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
HE 180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓

Inerzia principale del profilo:

$$J_y = 3831 \text{ cm}^4$$

Larghezza totale sezione:

$$b = 300 \text{ cm}$$

Semi distanza d:

$$d = b/2 = 150 \text{ cm}$$

Area sezione:

$$A = 65,30 \text{ cm}^2$$

Inerzia flessionale sezione totale:

$$J_{T1} = (J_y + A \times d^2) \times 4 \times 2 = 11784648 \text{ cm}^4$$

Inerzia flessionale approssimata:

$$J_{T2} = (A \times d^2) \times 4 \times 2 = 11754000 \text{ cm}^4$$

Variazione % :

$$\Delta = (J_{T1} - J_{T2}) / J_{T1} = 0,002 \rightarrow 0,2\%$$

Considerazione 2

Si considera l'inerzia complessiva della sezione orizzontale evidenziando come il contributo significativo viene fornito dalla distanza geometrica tra i profili piuttosto che dall'inerzia propria degli stessi (J_y).

Questo significa che per avere un contributo maggiore di inerzia flessionale si deve allargare(2d) la sezione complessiva della torre piuttosto che aumentare le inerzie dei singoli profili costituenti (J_y).



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Confronto tra le inerzie flessionali

Si confrontano di seguito l'inerzia flessionale della sezione della torre ($J_{f \max}$) che è in grado di giustificare la massima deformabilità richiesta e la si confronta con l'inerzia flessionale (J_{T2}) della sezione tipica nella configurazione strallata.

Inerzia per freccia massima: $J_{f \max} = (5,98 \times 10^8) / 30) \times 9,94 = 1,97 \times 10^8 \text{ cm}^4$
Inerzia tipica approssimata: $J_{T2} = (Axd^2) \times 4 \times 2 = 11754000 = 11,754 \times 10^6 \text{ cm}^4$

Si cerca di trovare la sezione geometrica ingrandita che, a parità di profilo e di carico agente riesce a soddisfare il valore di $J_{f \max}$ tenendo in conto di avere un discreto margine perché in questa fase di calcoli approssimati non si tiene conto che aumentando la geometria della torre aumenta di conseguenza anche il carico agente e quindi la sollecitazione.

Per una sezione di lato 16,00 m. si ottiene la seguente inerzia flessionale:

Inerzia principale del profilo: $J_y = 3831 \text{ cm}^4$
Larghezza totale sezione: $b = 16 \text{ m.} \rightarrow 1600 \text{ cm}$
Semi distanza d: $d = b/2 = 800 \text{ cm}$
Area sezione: $A = 65,30 \text{ cm}^2$
Inerzia flessionale incrementata: $J_A = (Axd^2) \times 4 \times 2 = 3,34 \times 10^8 \text{ cm}^4$

Si ritiene cioè ragionevole il seguente confronto approssimato :

Inerzia per freccia massima: $J_{f \max} = 1,97 \times 10^8 \text{ cm}^4 \rightarrow 2,00 \times 10^8 \text{ cm}^4$
Inerzia flessionale incrementata: $J_A = 3,34 \times 10^8 \text{ cm}^4 \rightarrow 3,00 \times 10^8 \text{ cm}^4$

Da questa ipotesi e da questi valori ne discende quindi il seguente confronto:

Torre strallata – Dimensione sezione: 6,00 x 3,00 m.
Torre strallata – Superficie pianta: 18 m^2
Torre strallata – Inerzia sezione base: $11,754 \times 10^6 \text{ cm}^4$
Torre libera – Dimensione sezione: 16,00 x 16,00 m.
Torre libera – Superficie pianta: 254 m^2
Torre libera – Inerzia sezione base: $3,34 \times 10^8 \text{ cm}^4$

Considerazione n.3

A parità di profili e di carico agente, per avere una sezione della torre libera in grado di rispettare la deformabilità richiesta si deve considerare una sezione di almeno 16,00 m. x



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

16,00 m. con le ovvie conseguenze di un aumento della superficie di base a 254 m² (incremento di 14 volte) e del relativo peso di carpenteria.

Deformabilità limite convenzionale

A supporto di quanto valutato fino ad ora, si considera la deformabilità sulla base dei valori limite che convenzionalmente vengono presi nel predimensionamento o nel controllo geometrico prestazionale delle strutture.

Limiti convenzionali

Per strutture metalliche, a meno di prescrizioni particolari, in genere si prendono i seguenti valori di riferimento:

Altezza struttura :	$L = 100 \text{ m.}$
Deformabilità massima di riferimento :	$f_1 = L/200 = 100/200 = 0,50 \text{ m}$
Rapporto altezza/larghezza :	$L/B = (1/8) = 0,125$
Larghezza di riferimento :	$B_1 = 0,125 \times L = 12,50 \text{ m.}$

Ciò significa che convenzionalmente, come predimensionamento, una struttura metallica tralicciata di altezza 100 m. e larghezza di base 12,50 m. può avere una deformabilità fino a 50 cm in sommità.

Queste considerazioni vanno poi filtrate da opportuni calcoli di dimensionamento ma ora hanno solo il compito di indicare la strada da seguire o viceversa indicare i punti critici da sanare.

Dovendo rispettare un limite imposto di deformabilità in sommità inferiore a 30 cm si possono fare le seguenti considerazioni.

Altezza struttura :	$L = 100 \text{ m.}$
Deformabilità richiesta di riferimento :	$f_{\max} = 0,30 \text{ m}$
Deformabilità massima di riferimento :	$f_2 = L/350 = 100/350 = 0,286 \text{ m} \rightarrow 0,29 \text{ m}$
Confronto:	$f_{\max} / f_1 = 0,30/0,50 = 0,6 \rightarrow 60\%$

Ciò significa in prima approssimazione che serve un incremento almeno del 40% dei rapporti dimensionali per fare fronte alla ridotta deformabilità richiesta.

Rapporto altezza/larghezza :	$L/B = (1/8) = 0,125$
Larghezza di riferimento :	$B_2 = (0,125 \times L) \times 1,40 = 17,50 \text{ m.}$

Considerazione n.4



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Con riferimento ai limiti della deformabilità convenzionale si desume quindi, per la torre libera, che le dimensioni in pianta di riferimento potrebbero essere 18,00 x 18,00 m. circa.

Confronto delle soluzioni

Dalle considerazioni fatte nelle pagine precedenti si arriva ad un confronto sulle dimensioni approssimative che potrebbero avere le due soluzioni strutturali prese in esame.

Ingombro sezione di base

Soluzione strallata :	base : 6,00 m. x 3,00 m.	$S_1 = 18,00 \text{ m}^2$
Soluzione libera :	base : 18,00 m. x 18,00 m.	$S_2 = 324,00 \text{ m}^2$
Rapporto delle aree :		$S_2 / S_1 = 324/18 = 18$

Peso stimato della struttura

Si stima il peso totale variabile tra le 15-18 volte quello della soluzione strallata.

Soluzione strallata :	$Q_1 = 110 \text{ ton circa}$
Soluzione libera :	$Q_2 = 1850 \text{ ton circa}$

Conclusione

Appare evidente che una alternativa alla soluzione della torre strallata sia soltanto la torre libera come descritta nelle pagine precedenti.

Tale alternativa, in prima approssimazione, genera le seguenti conseguenze dirette:

- a - ingombro a terra e visivo generale molto superiore. Il rapporto delle aree a terra = 18
- b - incremento inaccettabile del peso complessivo.

Queste conseguenze dirette generano a loro volta conseguenze indirette :

- 1) il maggiore ingombro è poco giustificabile in ambito ambientale paesaggistico.
- 2) l'incremento enorme di peso genera uno sfioramento del budget economico.
- 3) le dimensioni enormemente superiori della sezione tipica orizzontale generano grossi problemi sulla fruibilità interna della torre e sul posizionamento della scala.
- 4) il peso molto superiore e la presenza a terra di sollecitazioni flessionali genera fondazioni onerose dal punto di vista degli scavi necessari, delle dimensioni generali, dei costi da affrontare e anche dell'impatto ambientale connesso



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

La scelta fatta di sviluppare la soluzione strallata deriva quindi dalla ricerca di ottimizzare il comportamento funzionale dell'opera.

4) ASPETTO INERENTE L'INSERIMENTO SUL TERRITORIO

L'inserimento nel territorio e l'impatto ambientale è descritto in dettaglio nella Relazione Ambientale che fa parte del progetto e si prende in carico di studiare questo aspetto.

Il terreno appartiene all'area industriale di Tito e si trova in una zona fondamentalmente pianeggiante anche se a ridosso di un inizio debolmente collinare.

Non esistono nelle adiacenze agglomerati abitativi o produttivi significativi salvo casi sporadici e di dimensioni limitate.

Il riquadro contornato in giallo racchiude il terreno destinato all'opera.



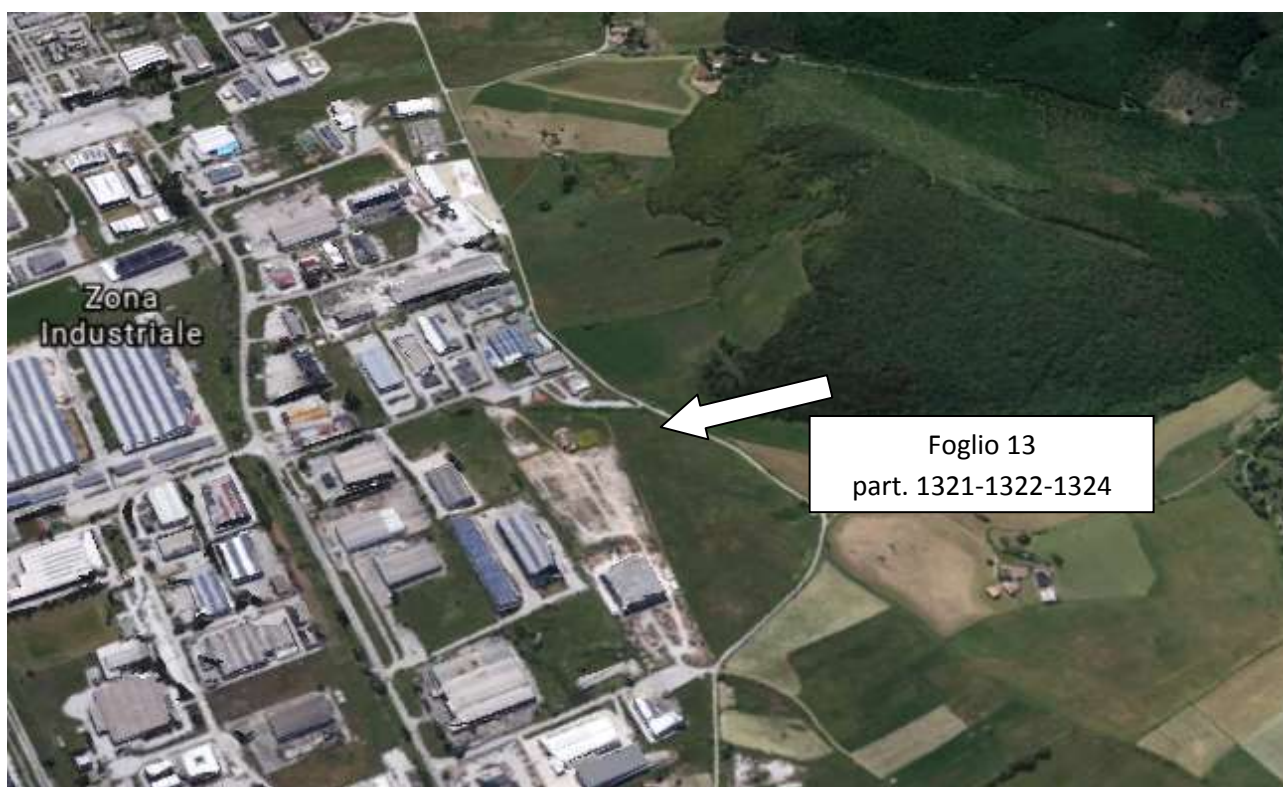
Il terreno previsto per l'installazione si trova in origine sul Foglio 13 Particella 1194 e dopo successivo frazionamento sul Foglio 13 Particelle 1321-1322-1324 nel Comune di Tito. Secondo il Regolamento Urbano vigente si trova in Ambito Extraurbano, in zona D1 (art. 20.1), Area di Sviluppo Industriale.

In tale area sono consentiti interventi il cui regime resta definito dal Piano ASI gestito dal Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza che stabilisce che il terreno si trova in Area A secondo art. 6 del Capo II.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Si riporta di seguito una foto descrittiva dei luoghi in prossimità al terreno in cui si prevede l'installazione della torre.



L'opera si inserisce, nel rispetto delle leggi e normative vigenti, in un'area extra urbana a destinazione industriale avente una altezza media degli edifici limitata a 15 m. massimo. L'altezza dell'opera è giustificata da inderogabili esigenze dovute alla sua attività specifica di monitoraggio e campionatura in quota dell'aria ambientale come in precedenza evidenziato.

Impatto visivo

Nell'ambito dell'impatto generale che l'opera può avere sull'ambiente in cui è inserita si evidenziano di seguito due aspetti che sono stati controllati e studiati e ai quali è stata data una soluzione.

La torre sventa sugli edifici circostanti molto più bassi ma è stata progettata in modo da ridurre al minimo l'impatto visivo che potenzialmente potrebbe avere un'opera di questo tipo.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Ciascuna delle scelte progettuali di seguito descritte ha il fine comune di ridurre l'invasività dell'opera nel contesto generale.

Strallatura

L'utilizzo degli stralli di tenuta consente di avere una deformabilità molto contenuta della torre a fronte di dimensioni in pianta limitate (6,00 x 3,00 m.) . Dimensioni quindi molto ridotte e molto meno imponenti e invadenti di una torre "free standing" senza stralli di contenimento.

La dimensione limitata in pianta ottenuta come specifico obiettivo progettuale limita l'impatto visivo generale.

Fondazioni

La presenza degli stralli consente di rendere meno invasive le fondazioni e distribuire a terra in modo più omogeneo le sollecitazioni dovute ai carichi accidentali e permanenti.

Le fondazioni saranno interrate e opportunamente mimetizzate da vegetazione piantumata sul perimetro.

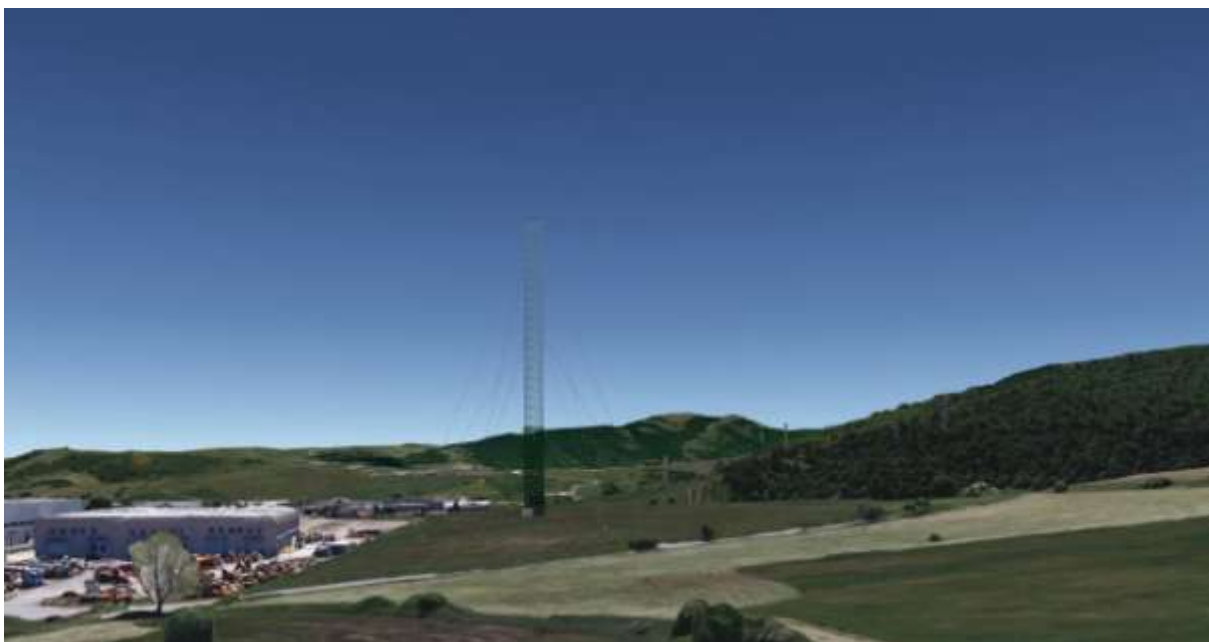
Colorazione

La struttura è zincata a caldo quindi con colorazione grigio brillante che tende a degradare nella parte di sommità a tinte molto chiare quasi bianche per perdersi nello sfondo del cielo.

A questo proposito si è cercato di rappresentare la presenza virtuale della torre nell'ambiente circostante utilizzando il programma di rendering 3D Studio Autodesk.



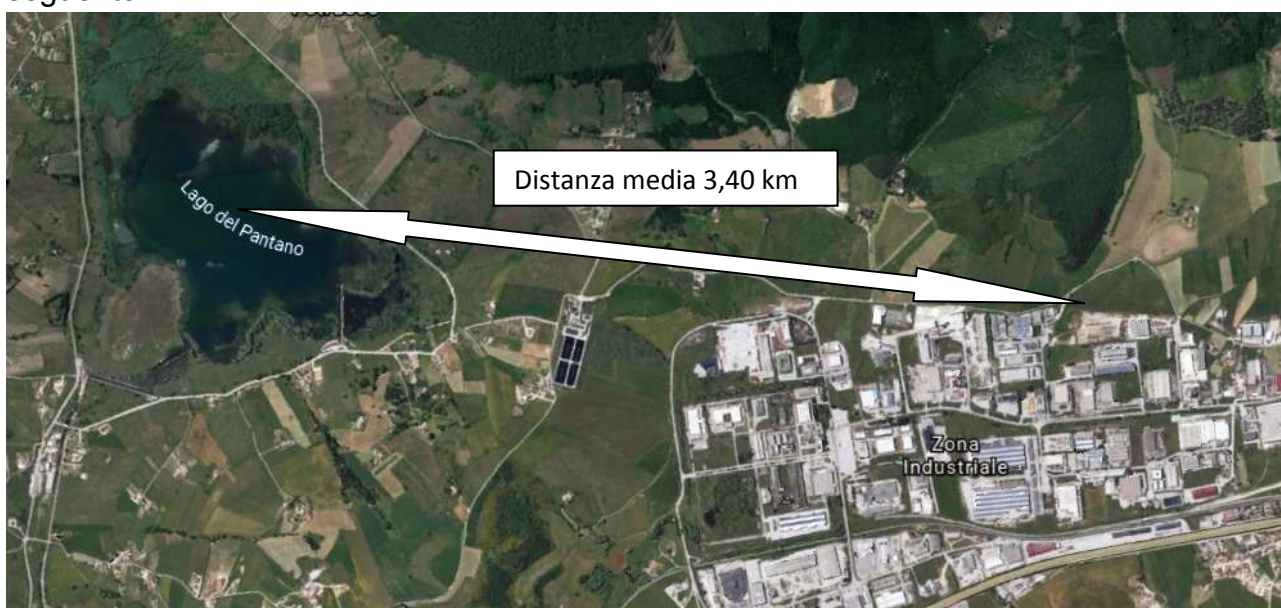
stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)



Impatto ambientale

Il sito SIC e ZPS più vicino è il Lago del Pantano di Pignola che si trova in una conca circondato da colline e basse montagne ad una altitudine di 750 m. s.l.m.

I due siti considerati distano in linea d'aria circa 3,40 km come risulta evidente dall'estratto seguente.





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Risulta evidente che una distanza di 3,40 km limiti al minimo la possibilità di interferenza ambientale, sotto ogni aspetto, che la Torre potrebbe esercitare sul lago.

Secondo Rete Natura 2000 il Lago del Pantano si trova ad una altitudine media di 762 m. s.l.m. mentre il comune di Tito Scalo e il sito previsto per l'installazione della torre si trova ad una altitudine di circa 650 m. s.l.m.

Il bacino del lago cioè si trova a 112 m. circa al di sopra del piano di installazione della torre.

Poiché la torre ha l'ultimo piano di sbarco a quota 100 m. circa e una altezza complessiva della struttura di 104 m. circa si può affermare che il lago si trova più in alto della sommità della torre e che quindi la Torre per effetto della sua altezza, oltre che per la distanza, non può interferire sul lago e in nessun modo può opprimere con la sua presenza quanto avviene nella ZPS del lago.

Il Lago del Pantano è posto in una conca circondata da una morfologia collinare del terreno il cui colmo si stima trovarsi, nel punto più basso, ad alcune decine di metri più in alto del livello del lago.

Si può quindi concludere che l'inserimento della torre non altera in territorio e per una trattazione più dettagliata e completa si rimanda alla Relazione di Impatto Ambientale.

5) CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CRITERI DI PROGETTAZIONE

Si evidenzia di seguito un breve riepilogo inerente i materiali previsti nel progetto rimandando, per maggiori dettagli, alla relazione di calcolo strutturale completa ed esaustiva anche sui criteri di progettazione.

Acciaio da carpenterie – S275

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Bulloni – Cl. 10.9

Tensione ammissibile					
Classe vite	f_t N/mm ²	f_y N/mm ²	$f_{k,N}$ N/mm ²	$\sigma_{b,adm}$ N/mm ²	$\tau_{b,adm}$ N/mm ²
4.6	400	240	240	160	113
5.6	500	300	300	200	141
6.6	600	360	360	240	170
8.8	800	640	560	373	264
10.9	1 000	900	700	467	330

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0,7 f_t$, $f_{k,N} = f_y$ essendo f_t ed f_y le tensioni di rottura e di snervamento secondo UNI 3740.

$\sigma_{b,adm}$, $\tau_{b,adm}$ tensioni ammissibili a trazione ed a taglio.

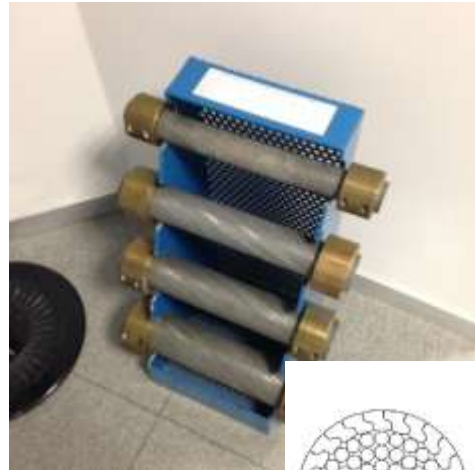


stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

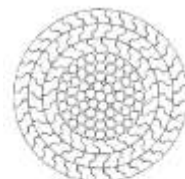
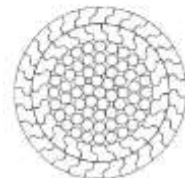
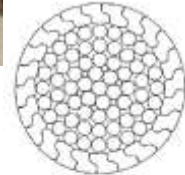
Tiranti pretesi a cella chiusa

Typical properties of the wires are:

- tensile strength $f_t = 1570$ to 1660 MPa minimum
- proof stress $R_{p0.2} = 1180$ to 1245 MPa minimum
- elongation at break $A = 4\%$ minimum on 250mm gauge length
- the zinc coating and the wire ductility comply with UNI 7304 class A, ISO 2232 class A, DIN 2078 heavy galvanising, ASTM A586 class A, 10264-3 class A or other standards as required. The minimum zinc coating of the Z shaped wires is 300g/m^2 .



Diameter (mm)	Cross Section A (mm ²)	Minimum Break Load MBL (kN)	Elastic Stiffness E-A (MN)	Weight (kg/m)
32	681	1015	112	5.6
36	862	1285	142	7.1
40	1077	1605	178	8.9
44	1333	1985	225	10.9
48	1551	2315	256	12.8
52	1841	2750	304	15.2
56	2136	3190	352	17.6
60	2452	3660	405	20.2
64	2789	4165	460	23.0
68	3149	4700	513	26.0
72	3530	5210	575	29.1
76	3933	5790	641	32.4
80	4358	6405	710	35.9
84	4805	7045	783	39.6
88	5274	7720	860	43.5
92	5764	8430	940	47.5
96	6276	9165	1023	51.7
100	6890	10050	1123	56.8
104	7452	10860	1215	61.4
108	8037	11700	1310	66.2
112	8643	12575	1409	71.2
116	9271	13480	1511	76.4
120	9922	14415	1617	81.8
124	10594	15385	1727	87.3
128	11289	16385	1840	93.0





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Calcestruzzo per opere di fondazione – C28/35

Riepilogo Valori caratteristici

f_c	= resistenza cilindrica a compressione
R_c	= resistenza cubica
R_{cm}	= resistenza cubica media
f_{cm}	= resistenza media cilindrica
R_{ck}	= resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= resistenza caratteristica cilindrica = $0,83 R_{ck}$
f_{cd}	= resistenza di calcolo cilindrica = f_{ck} / γ_c
f_{cc}	= $0,85 f_{cd}$
f_{ct}	= resistenza a trazione
f_{ctm}	= resistenza a trazione semplice assiale = $0,27 \sqrt[3]{(R_{ck})^2}$
f_{cfm}	= resistenza a trazione per flessione = $1,2 f_{ctm}$
f_{ctk}	= resistenza caratteristica a trazione semplice assiale = $0,7 f_{ctm}$
f_{cfk}	= resistenza caratteristica a trazione per flessione = $0,7 f_{cfm}$
f_{ctd}	= resistenza di calcolo a trazione –assiale– = f_{ctk} / γ_c
f_{cfd}	= resistenza di calcolo a trazione –per flessione– = f_{cfk} / γ_c

MODULI ELASTICI

$$E_c = 5.700 \sqrt{R_{ck}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$E_c = 18.000 \sqrt{R_{ck}} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

MODULI ELASTICI CON MATURAZIONE A VAPORE

$$E_c = 5.100 \sqrt{R_{ck}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$E_c = 16.100 \sqrt{R_{ck}} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

Rck [N/mmq]	fck	fcd	fcc	fctm	fcfm	fctk	fcfk
25	20.75	12.97	11.02	2.31	2.77	1.62	1.94
30	24.90	15.56	13.23	2.61	3.13	1.82	2.19
35	29.05	18.16	15.43	2.89	3.47	2.02	2.43
40	33.20	20.75	17.64	3.16	3.79	2.21	2.65
45	37.35	23.34	19.84	3.42	4.10	2.39	2.87
50	41.50	25.94	22.05	3.66	4.40	2.57	3.08
55	45.65	28.53	24.25	3.90	4.69	2.73	3.28

Rck [N/mmq]	fctd	fefd	v				
25	1.01	1.21	0,15-0,18				
30	1.14	1.37	0,16-0,19				
35	1.26	1.52	0,17-0,20				
40	1.38	1.66	0,18-0,22				
45	1.49	1.79	0,20-0,25				
50	1.60	1.92	0,22-0,27				
55	1.71	2.05	0,24-0,29				



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Barre di armatura per opere in cemento armato

B450C

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$(f_{tk} / f_{yk}) \geq 1,13$$

$$\leq 1,35$$

controllato in stabilimento

tensione caratteristica di rottura

tensione caratteristica di snervamento

modulo elastico

Tensione di trazione ammissibile

$$\sigma_s = 255.00 \text{ N/mm}^2$$

f_y = tensione di snervamento

f_t = tensione di rottura

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento $\geq 4300 \text{ Kg/cm}^2$

f_{tk} = tensione caratteristica di rottura $\geq 5400 \text{ Kg/cm}^2$

$f_{(0,2)}$ = tensione allo 0,2% di deformazione residua

$f_{(0,2)k}$ = tensione caratteristica allo 0,2% di deformazione residua

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

6) ASPETTO DI SICUREZZA FUNZIONALITA' ED ECONOMIA DI GESTIONE

La torre è protetta su tutta l'altezza da pannelli di rete che forniscono agli utenti una protezione passiva completa molto superiore a quella che verrebbe fornita da semplici parapetti posti sulle rampe scala.

La presenza di un ascensore dimensionato secondo la normativa degli impianti permanenti consente velocità di servizio elevate (40-60 m/min) e inoltre di arrivare ai punti di sbarco con estrema facilità lasciando alle rampe gli spostamenti brevi locali garantendo in questo modo una funzionalità ottimale.

Nel disciplinare tecnico infine si stimano i costi di manutenzione a regime evidenziando i valori molto contenuti e la possibilità di diradare i controlli nel tempo qualora gli esiti dei controlli standard siano sempre positivi.

7) ASPETTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Le prove geognostiche e i relativi calcoli hanno evidenziato un primo strato superficiale di 2,50 m. circa con resistenze modeste.

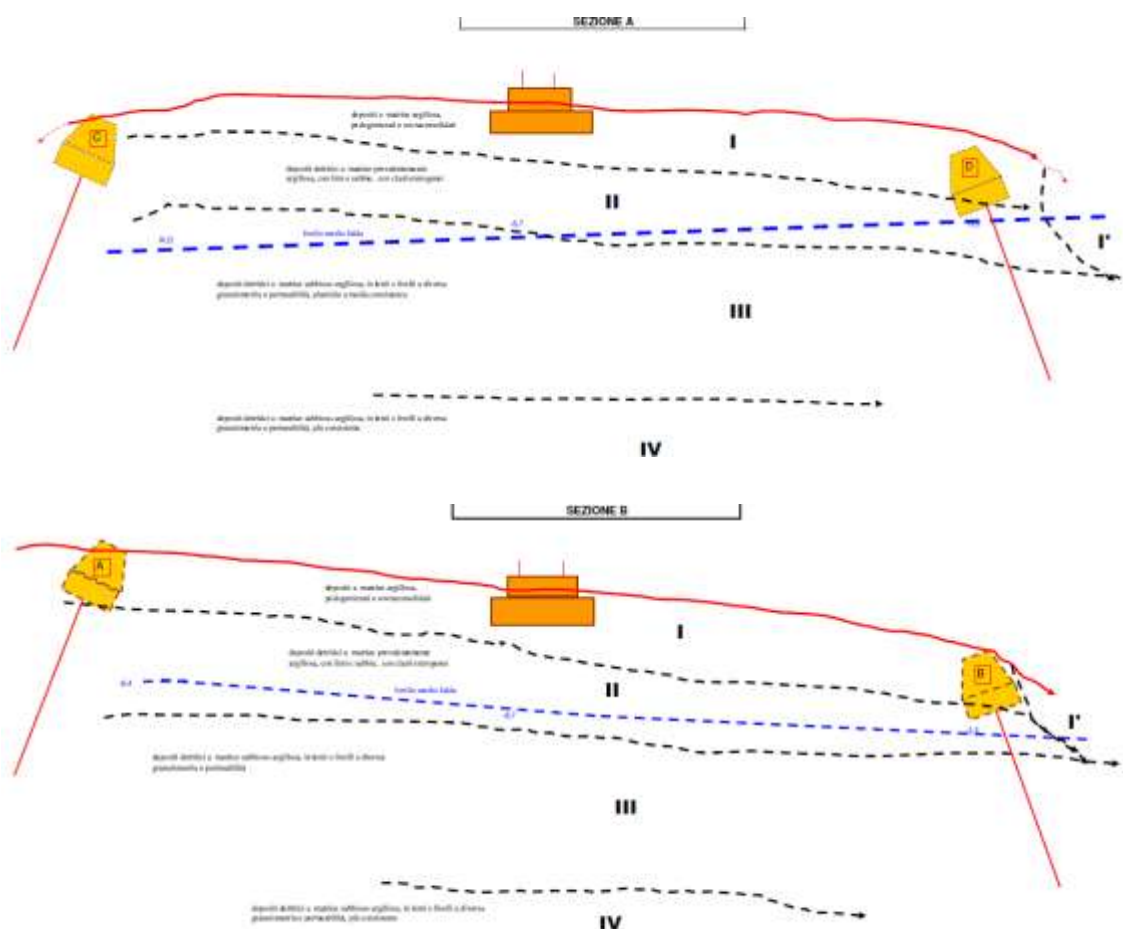
A tale handicap si è ovviato con l'inserimento di micropali sotto la fondazione della terra e a tiranti sulle fondazioni degli stralli in modo da poter attivare gli strati profondi del terreno.

Per informazioni dettagliate si rimanda alla Relazione Geologica e Geotecnica specialistica, al Report delle prove eseguite in loco e alla Relazione di calcolo per la parte inerente le verifiche delle fondazioni.

Si riporta di seguito il profilo stratigrafico e le relative grandezze caratterizzanti rimandando Alla Relazione Geologica e Geotecnica specialistica, al Report delle prove eseguite in loco e alla Relazione di calcolo per maggiori dettagli.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)



Unità Geotecnica	γ [kN/m ³]	Dr [%]	ϕ_r [°]	ϕ [°]	Cu (kPa)	E' (MPa)	ip (%)	Consistenza (da Ic ed IL)	Profondità da piano di riferimento [m]	Litologia
I	~19,0	40÷50	28÷32	26÷30	30÷50	10÷20	~ 5÷ 10	Consistente	Spessori fino ad ~ 2,5/3,0 m	depositi a matrice argillosa, pedogenizzati e sovracompressi
I'	~19,0	30÷40	24÷28	20÷22	10÷40	10÷15	~ 5÷ 15	Mediamente Consistente	Spessori fino ad 4,0 m	depositi a matrice argillosa, pedogenizzati e non sovracompressi
II	~19,0	50÷60	34÷36	28÷32	50÷200	20÷40	~ 10÷ 15	Consistente	Da ~ 2,5/3,0 m a ~ 8,0	depositi detritici a matrice prevalentemente argillosa con sabbia e limo, con clasti eterogenei, talora più diffusi in lenti o livelli
III	~19,0	40÷50	28÷35	27÷29	50÷250	40÷60	~ 15÷ 20	Mediamente Consistente	Da ~ 8,0 m a ~ 17,0	depositi detritici a matrice prevalentemente argillosa e sabbiosa, con clasti eterogenei
IV	~20,0	50÷80	35÷40	28÷34	50÷300	60÷80	~ 10÷ 15	Mediamente Consistente	Da ~ 17,0 m	depositi detritici a matrice argillosa più o meno sabbiosa, in lenti o livelli a diversa granulometria e permeabilità

NB: si ricorda che: esiste una falda con profondità variabile (si veda sezioni) e comportamento legato alla diversa permeabilità e pressione (cfr. relazione); i parametri di resistenza al taglio variano reciprocamente fra terreni coesivi e terreni incoerenti; si tratta di "macronunità" che presentano al loro interno eterogeneità litologiche e di comportamento anche importanti da tenere presenti in fase esecutiva

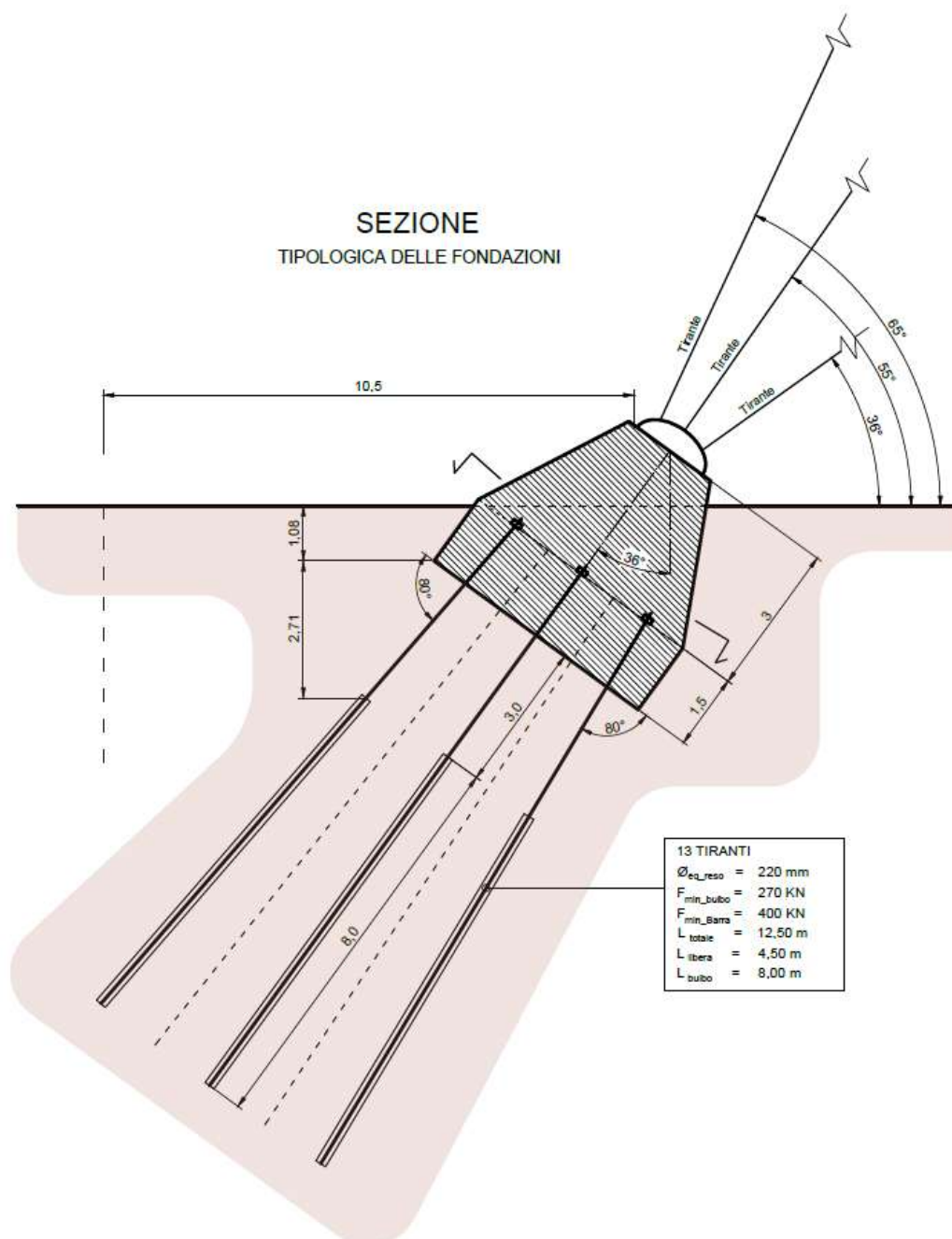
Tabella 3: modello geologico e sismostratigrafico



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Si riportano di seguito solo a titolo descrittivo gli estratti delle fondazione degli stralli in cui sono previsti per ciascuna 13 tiranti sotterranei di ancoraggio e la fondazione sottostante la torre in cui sono inseriti 34 micropali

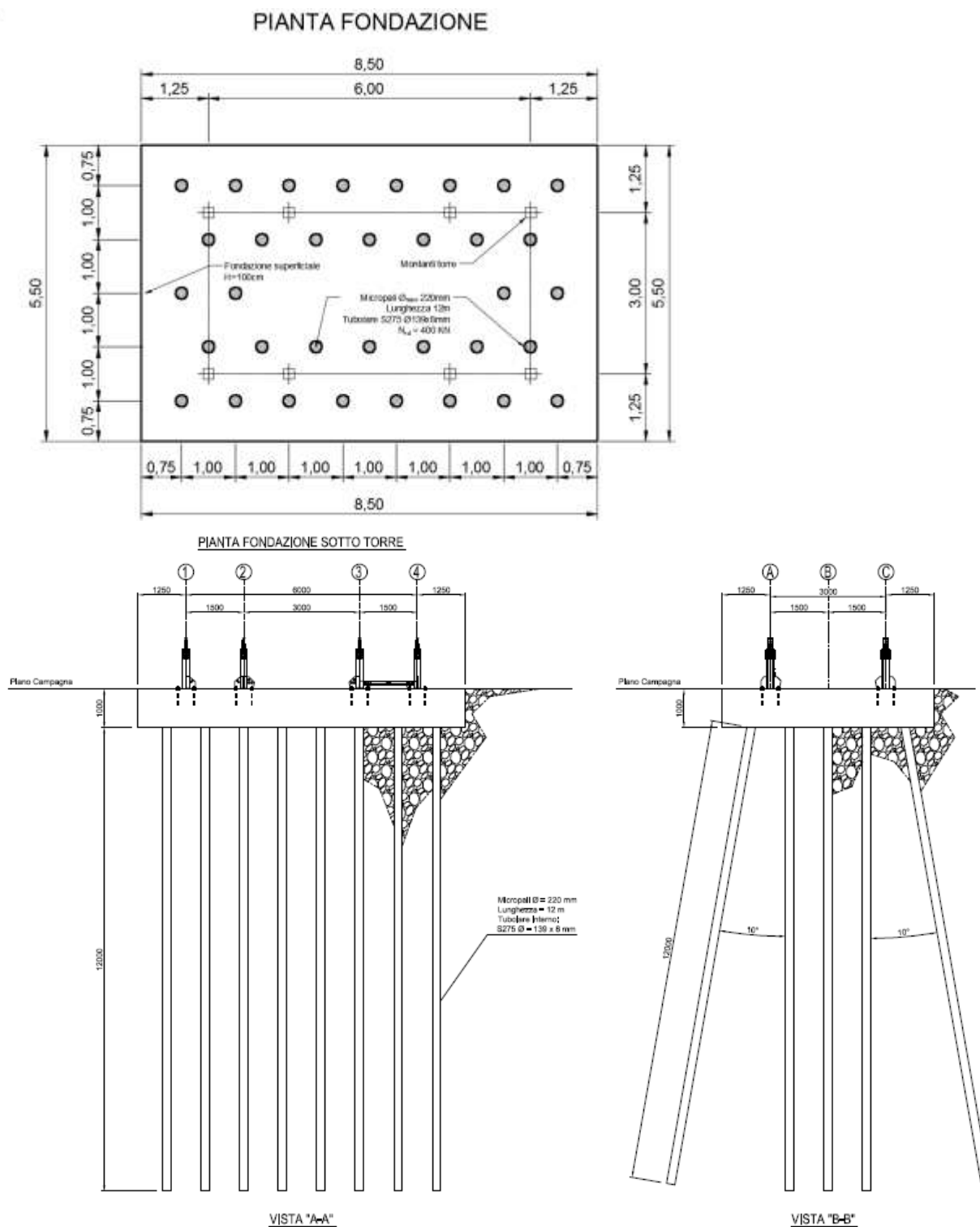
Fondazione Stralli





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

Fondazione Torre

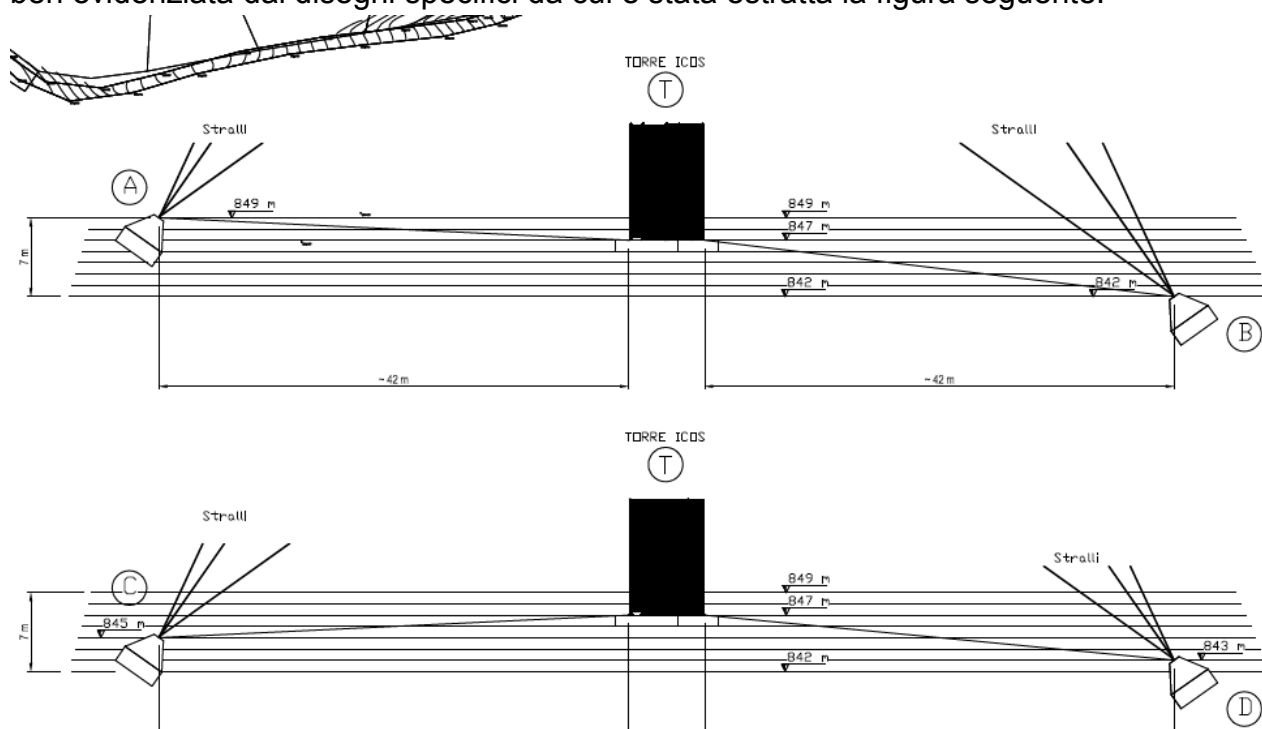




stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

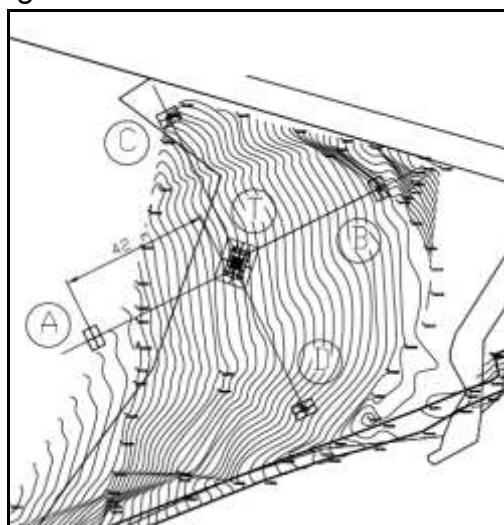
8) ASPETTO TOPOGRAFICO

Il terreno previsto per l'installazione della torre presenta una altimetria piuttosto variabile ben evidenziata dai disegni specifici da cui è stata estratta la figura seguente.



Il dislivello massimo si aggira attorno ai 7 m. nel piano A-B degli stralli che viene richiamato dalla pianta altimetrica sottostante (disegno 16-20-216).

Le fondazioni degli stralli verranno poste in modo da essere sempre coperte e tali da ottimizzare la lunghezza degli stralli.





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

9) ASPETTO DELLA FATTIBILITA' AMBIENTALE

Per tutti i riferimenti normativi e i dettagli inerenti la fattibilità ambientale si rimanda alla Relazione di Conformità Ambientale e Urbanistica allegata al progetto Definitivo.

Si riportano di seguito le conclusioni a cui si perviene dall'analisi dei documenti e norme disponibili in merito.

Aspetto inerente i Vincoli Ambientali e Paesaggistici

"Torre non soggetta a vincoli architettonici, culturali, ambientali, naturalistici e non rientra per attività, tipologia, area geografica di installazione in procedure codificate tipo Autorizzazione Paesaggistica Ordinaria , Paesaggistica Semplificata , Valutazione Impatto Ambientale (V.I.A.) , Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.)"

Aspetto inerente i Vincoli Urbanistici

"Sulla Torre non esistono vincoli o limitazioni a livello comunale dal punto di vista urbanistico.

Le attività sono compatibili con l'area di destinazione A della zona D1 nell'area extra urbana del comune di Tito. La geometria e gli ingombri della struttura sono rispettosi dei limiti richiesti con deroga sulla altezza massima per inderogabili motivazioni tecnologiche."

Aspetto inerente i Documenti da presentare in ambito paesaggistico

" Sulla base di quanto dedotto dalla normativa vigente e dalle conclusioni 1 e 2 evidenziate alle pagine precedenti si arriva, mediante l'Accordo Regione-Beni Culturali e Paesaggistici alla individuazione dei documenti necessari per presentare e tenere in conto dell'impatto dell'opera nel contesto in cui si inserisce fermo restando il fatto che non esistono vincoli di alcun tipo e che il progetto non rientra in nessuno degli iter procedurali codificati. "

10) ASPETTO INERENTE LE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Tutte le fondazioni sono a raso piano campagna e l'accesso alla Sala Acquisizione Dati dalla strada di accesso è circa piano e non sono presenti asperità del suolo o ostacoli evidenti che possano bloccare l'accesso a carrozzelle.

L'accesso alle quote previste sulla torre avviene tramite ascensore e quindi in totale assenza di barriere architettoniche che possano limitare la mobilità di qualunque tipo di utente.



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

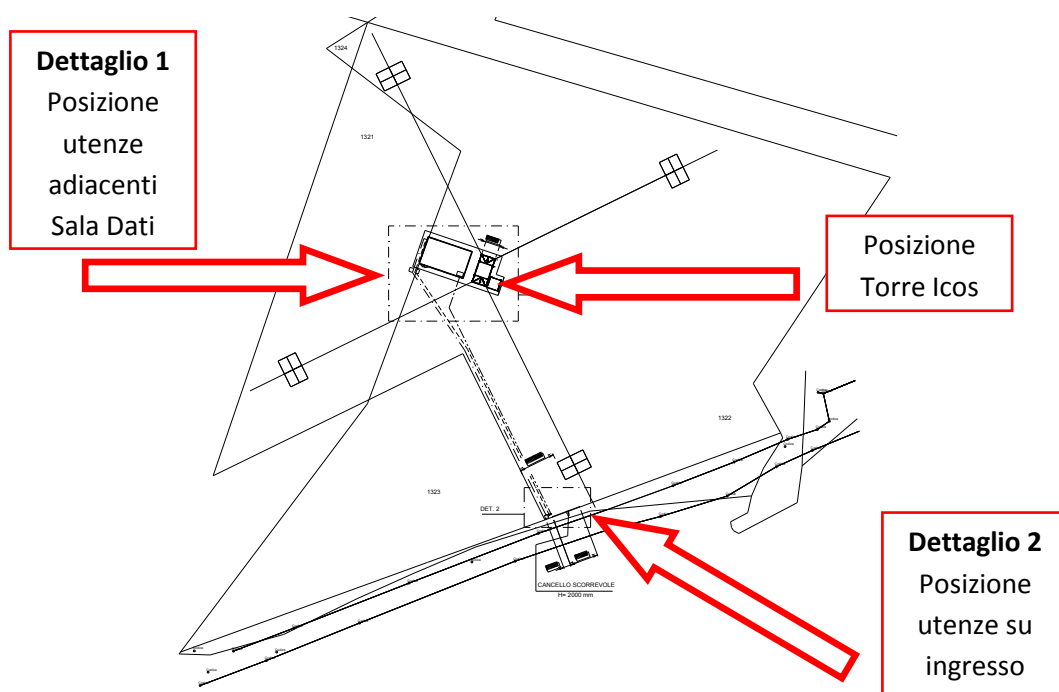
11) ASPETTO INERENTE LA PREDISPOSIZIONE RETI E UTENZE

L'area catastale dedicata alla torre è stata identificata ad inizio progettazione come Foglio 13 part. 1194 e successivamente è stata oggetto di frazionamento arrivando alla individuazione del Foglio 13 part 1321 e 1322.

Tale area non è ancora urbanizzata e quindi in previsione della installazione della torre il Comune deve prevedere lavori per portare le utenze elettriche, acqua, fognatura almeno fino all'ingresso dell'area dedicata all'installazione della Torre Icos e soprattutto della Sala di Acquisizione Dati.

Sarà onere del Committente / Impresa Appaltatrice la realizzazione del tratto dal confine di proprietà adiacente l'esistente strada comunale, alla posizione della Sala Dati .

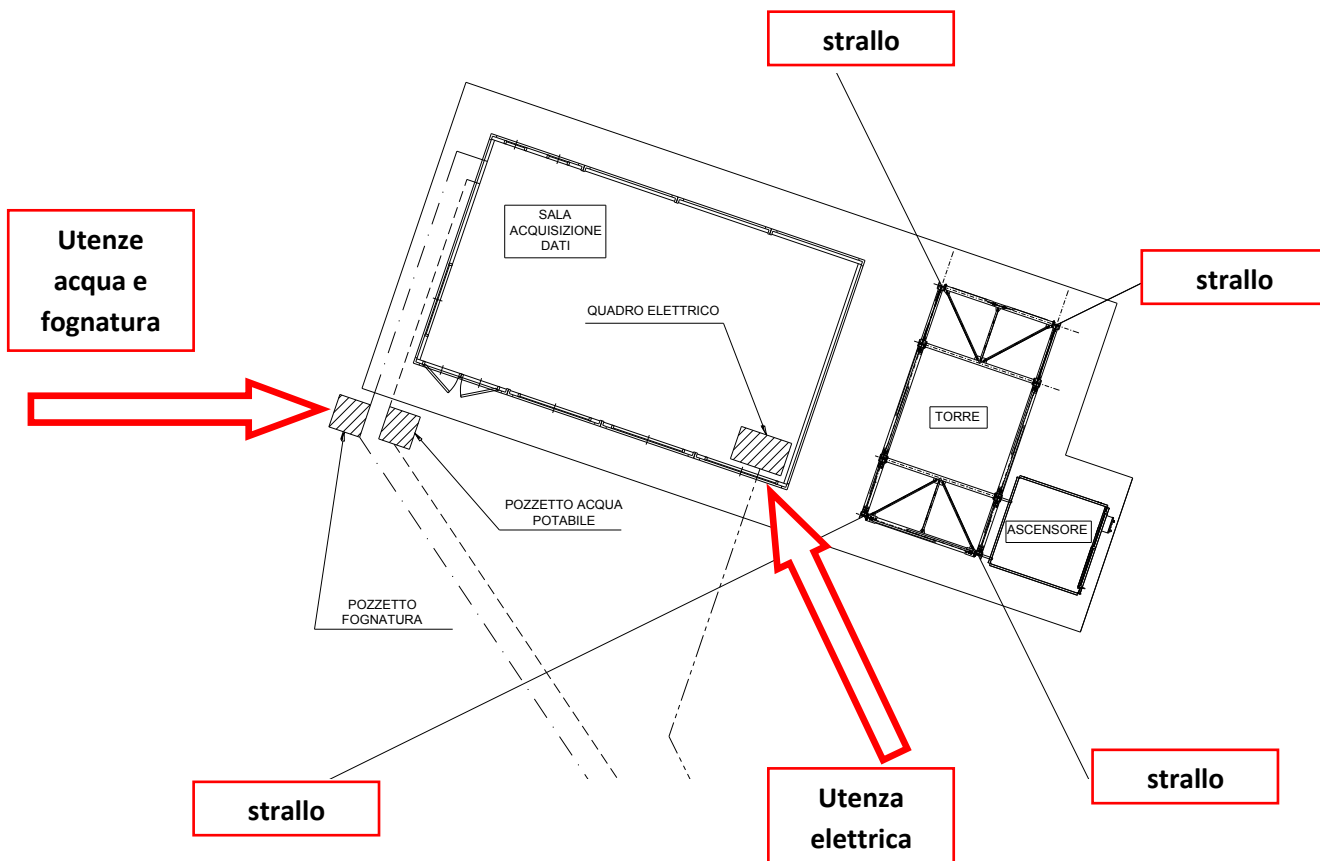
Si estrae dai disegni del Progetto Definitivo la planimetria (16-20-223) che propone la posizione della Sala Dati e la direzione degli impianti di urbanizzazione.



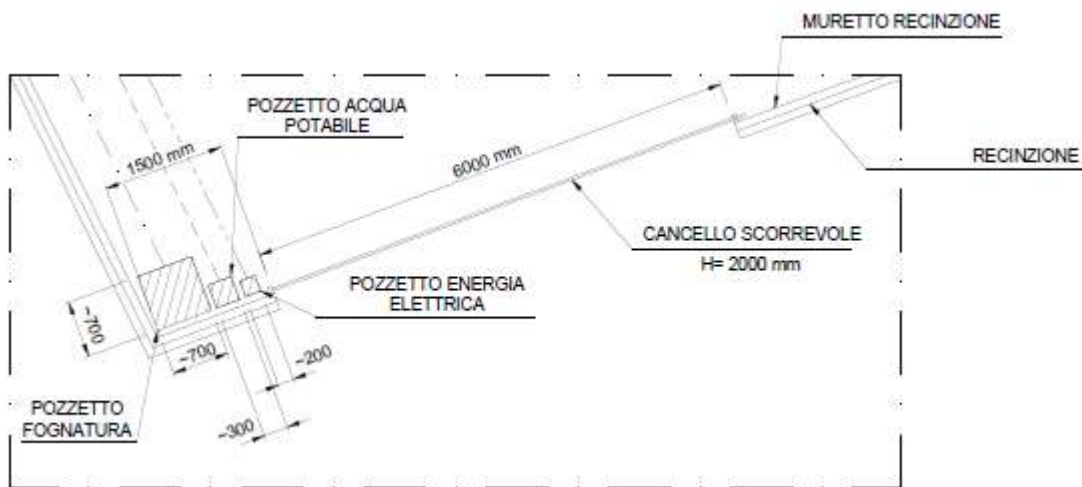
DETTAGLIO -1-



stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)



DETTAGLIO -2-





stefano curtì ingegneria - 3669747017 - asa.curti@libero.it - via 4 Novembre 42 B - 27020 Parona (PV)

12) ASPETTO INERENTE I TEMPI DI INTERVENTO (CRONOPROGRAMMA)

Si riporta di seguito il crono programma aggiornato in funzione delle lavorazioni prese in conto dal progetto definitivo e si rimanda allo specifico documento per i dettagli.

	MESE 1				MESE 2				MESE 3				MESE 4				MESE 5				MESE 6				MESE 7				MESE 8				MESE 9				MESE 10				MESE 11				MESE 12			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
ALLESTIMENTO CANTIERE	■	■	■	■																																												
SPIANATURE E LIVELLAMENTI			■	■																																												
SCAVI GENERALI			■	■	■	■	■	■																																								
TIRANTI SOTTERRANEI								■	■	■	■	■	■	■	■	■																																
POSA MICROPALI													■	■	■	■	■	■																														
FONDAZIONI STRALLI-TORRE													■	■	■	■	■	■	■																													
FORNITURA CARPENTERIA																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
MONTAGGIO PONTEGGI																										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
MONTAGGIO BLOCCHI																																																
ASSEMBLAGGIO BLOCCHI-STRALLI																																																
MONTAGGIO ASCENSORE																																																
SCAVO SALA DATI																																																
RECINZIONE																																																
GETTI SALA DATI																																																
RECINZIONE																																																
MONTAGGIO RECINZIONE																																																
SCAVO UTENZE																																																
FINITURE																																																
PULIZIA																																																