

RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI STRUTTURALI



PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI UN HUB DI RICERCA, SVILUPPO, PRODUZIONE, STOCCAGGIO, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 8,982 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN SITO NEL COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO), LOCALITÀ SAN MATTEO DELLA DECIMA.

Committente:

TOZZIgreen

Tozzi Green S.p.A.
Via Brigata Ebraica, 50
48123 Mezzano (RA)
P.IVA 02132890399
R.E.A. n. RA-174504
Tel. (+39) 0544 525311
pec: tozzi.re@legalmail.it
mail: info@tozzigreen.com
web: www.tozzigreen.com

Progettista:



ArchLivIng s.r.l
Via Monsignor Maverna, 4 - 44122
Ferrara (FE)
Tel: (+39) 0532 733683 - Fax:
(+39) 0532 692608
web: www.archliving.it

Coordinamento di progetto:



ambiente s.p.a.
Via Frassina, 21, 54033
Carrara (MS)

1	24/09/2021	Ing. Pierpaolo Boselli	Ing. Gessica Grossi		Prima emissione
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: P.1.8		Titolo elaborato: RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI STRUTTURALI			

INDICE

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
1.1. Individuazione del sito in cui sorge l'opera	2
2. OPERE CIVILI E STRUTTURALI PROGETTATE	3
2.1. Supporti dei pannelli fotovoltaici	4
2.2. HUB di ricerca	5
2.3. Tettoia del distributore	7
2.4. Platee per le cabine	9
2.5. Platee e parete della zona di distribuzione	9
2.6. Vasca antincendio	10
2.7. Strade, parcheggi e recinzioni	11
INDICE DELLE FIGURE	15

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione di calcolo tratta il progetto strutturale del nuovo complesso di ricerca di proprietà di Tozzi Green, la cui ubicazione sarà a San Matteo della Decima, frazione di San Giovanni in Persiceto, in provincia di Bologna, territorio ad una quota di circa 21 m s.l.m. in zona sismica III.

1.1. Individuazione del sito in cui sorge l'opera

Il complesso sarà realizzato in provincia di Bologna a San Matteo della Decima frazione di San Giovanni in Persiceto, si affaccia sulla strada provinciale, circa al km 32. Catastralmente è individuato al foglio 21, mappale 1, 19, 20, 253, 411e 414, inoltre, al foglio 22 la particella 1, 5, 11, 14, 15, 143, 147, 150 e 152. In quest'area sorgerà l'intero impianto, costituito da un grosso parco fotovoltaico da circa 8.9 Mwp, una serie di cabine prefabbricate di trasformazione e distribuzione. Il parco è finalizzato alla produzione di idrogeno, infatti, sul fronte strada sorgerà una zona composta da due elettrolizzatori, un compressore e un polmone di stoccaggio, separati dalla strada da una parete in conglomerato cementizio armato. L'idrogeno prodotto sarà a disposizione di un distributore per autobus, posizionato al di sotto di una tettoia in acciaio, sarà presente inoltre un HUB di ricerca, volto a contribuire lo studio e lo sviluppo della conoscenza di questo gas.

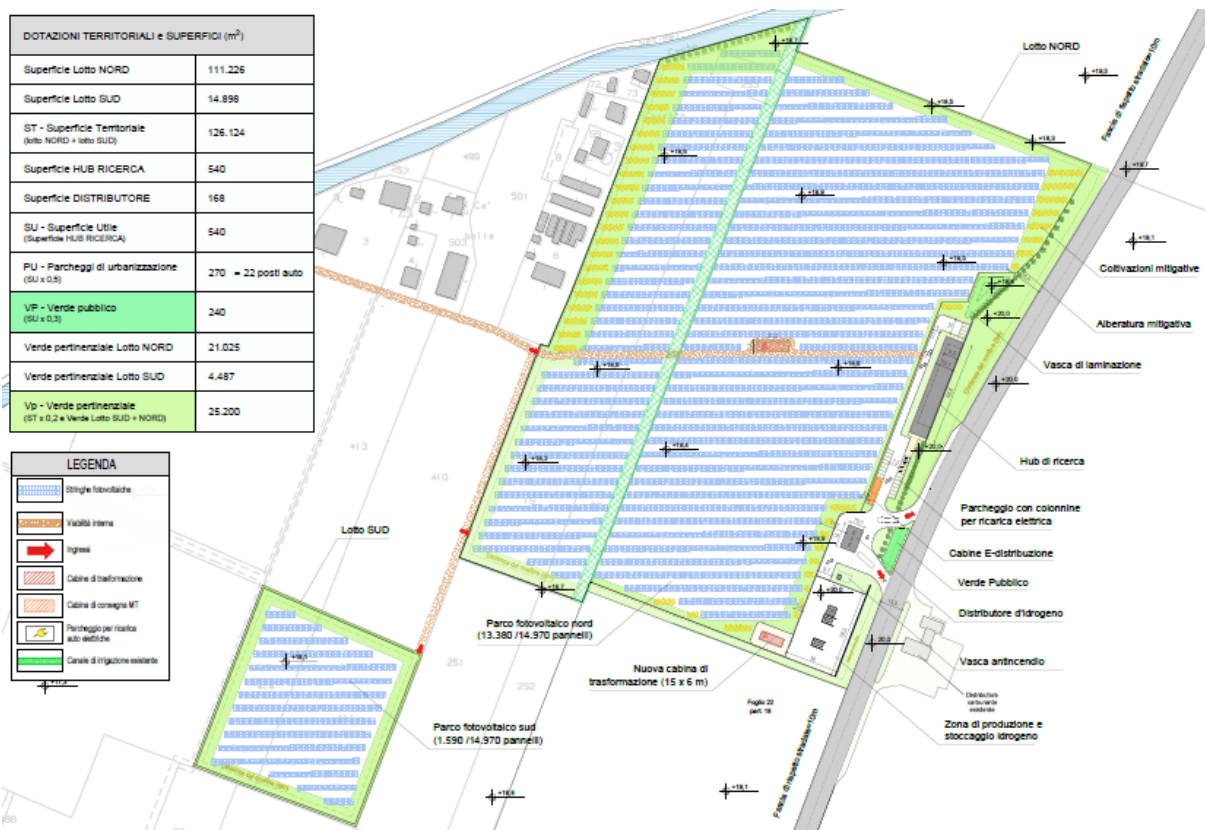


Figura 1. Layout generale

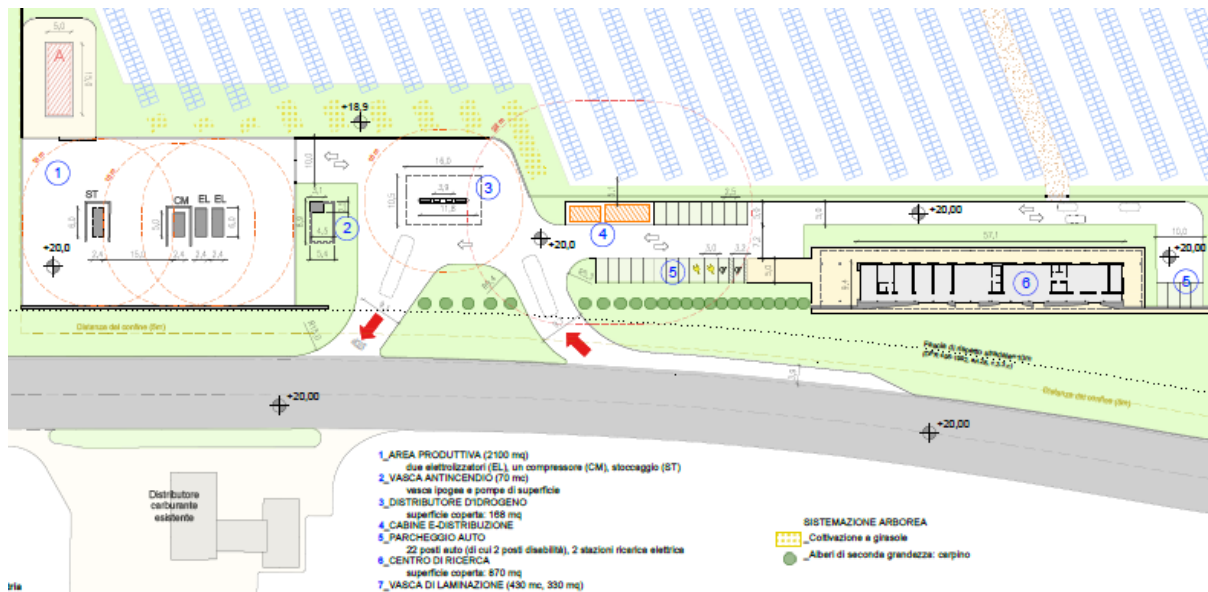


Figura 2. Sistemazione interna



Figura 3. Ortofoto: area dell'intero intervento

2. OPERE CIVILI E STRUTTURALI PROGETTATE

Il progetto delle opere civili e strutturali riguarda:

- Supporti dei pannelli fotovoltaici
- Hub di ricerca
- Tettoia del distributore
- Platee per le cabine

- Platee e parete della zona di distribuzione
- Vasca antincendio
- Strade, parcheggi e recinzioni

2.1. Supporti dei pannelli fotovoltaici

Il supporto dei pannelli fotovoltaici è costruito in acciaio S235, l'intero modulo è lungo circa 20.3 m per una larghezza di circa 6 m, mentre l'altezza massima è di 2.70 m. Non è presente nessuna fondazione, solamente il supporto viene battuto raggiungendo la profondità di 1.20 m.

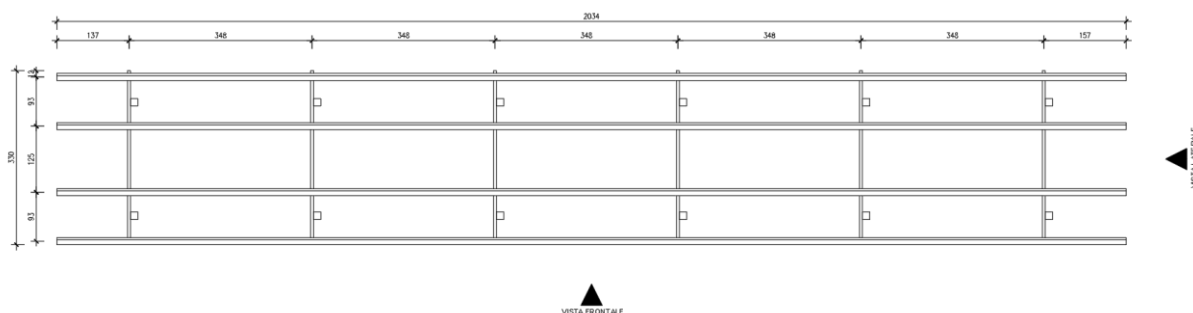


Figura 4. Pianta architettonica

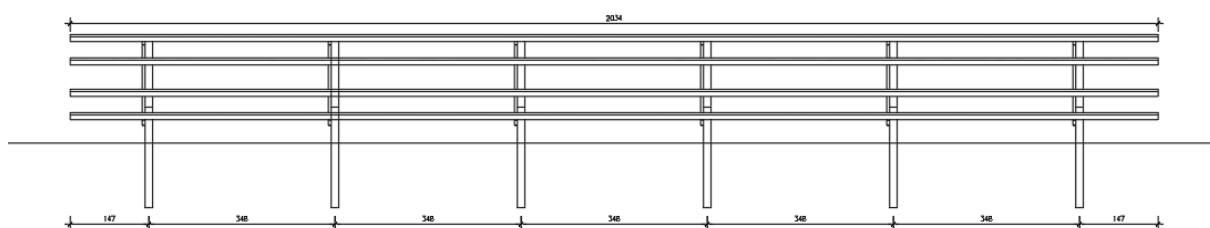


Figura 5. Vista frontale

Lo schema statico alla base della concezione strutturale è quello del telaio costituito da una componente orizzontale che poggia su due piedritti. La connessione tra colonna e trave consente la trasmissione di momenti flettenti, la prima orditura è inclinata a 25° per una lunghezza totale dell'elemento di 5 m, considerando uno sbalzo di 80 cm per lato. L'orditura secondaria, che sostiene i pannelli fotovoltaici, è costituita da 4 elementi scatolari si compone di due sbalzi di circa 1.4 m e di 5 capate di 3.5m.

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carichi permanenti non strutturali | G_{k2} |
| • Carico variabile da vento (NTC § 3.3) | Q_{k2} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k3} |

Sono state svolte tutte le verifiche indicate dalle norme tecniche delle costruzioni 2018, arrivando a un livello di sicurezza determinato come sforzo agente rispetto alla resistenza dell'elemento di:

- $0.52 < 1.00$ per le colonne scatolari di 140x140x4
- $0.83 < 1.00$ per le travi principali in UPN 120
- $0.75 < 1.00$ per le travi secondarie di 100x100x3.2

La struttura risulta quindi conforme alle norme tecniche vigenti.

2.2. HUB di ricerca

La costruzione ha una dimensione in pianta di circa 68.00 m per 12.50 m, si eleva di un solo piano fuori terra e si conclude con una copertura piana alla quota di 4.65 m. La tipologia strutturale è in acciaio rinforzata da controventi concentrici nella direzione più lunga. I telai su cui poggia il solaio hanno una campata massima di 8.00 m, alcuni hanno presentano un ulteriore pilastro nel porticato esterno mentre altri terminano con uno sbalzo di 2.80 m. La fondazione è costituita da una platea di conglomerato cementizio armato, con una sezione di 40 cm.

È stata progettata inoltre una parete fronte strada di 5.50 m di altezza, che dia continuità alla struttura dell'hub. Anche questa quinta muraria è costruita da un telaio in acciaio connesso direttamente ai pannelli di tamponamento.

Si riporta la pianta dell'edificio:

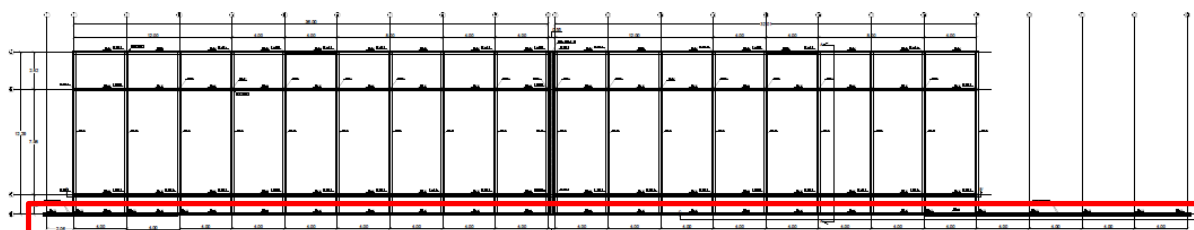


Figura 6. Pianta piano terra – strutturale – Individuazione della parete

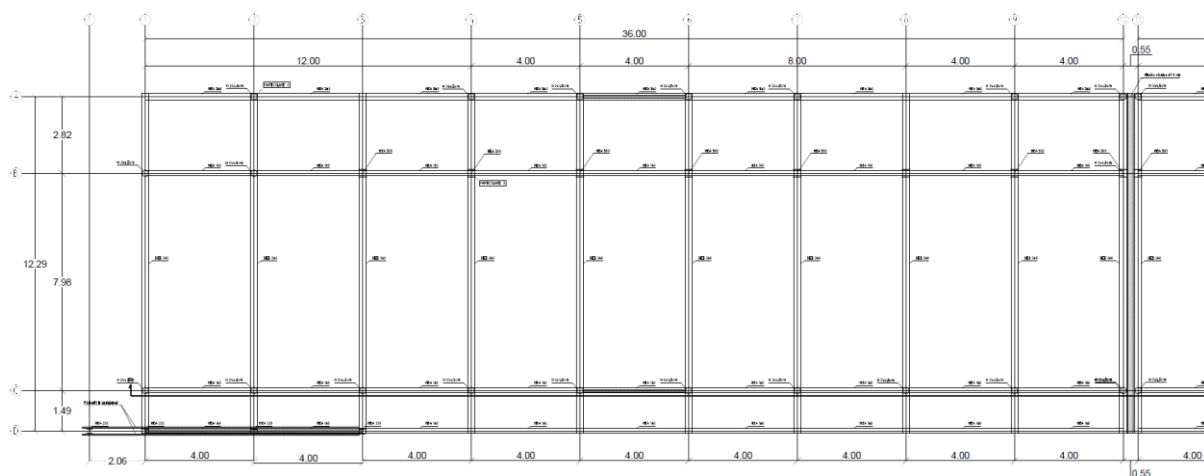


Figura 7. Blocco strutturale A

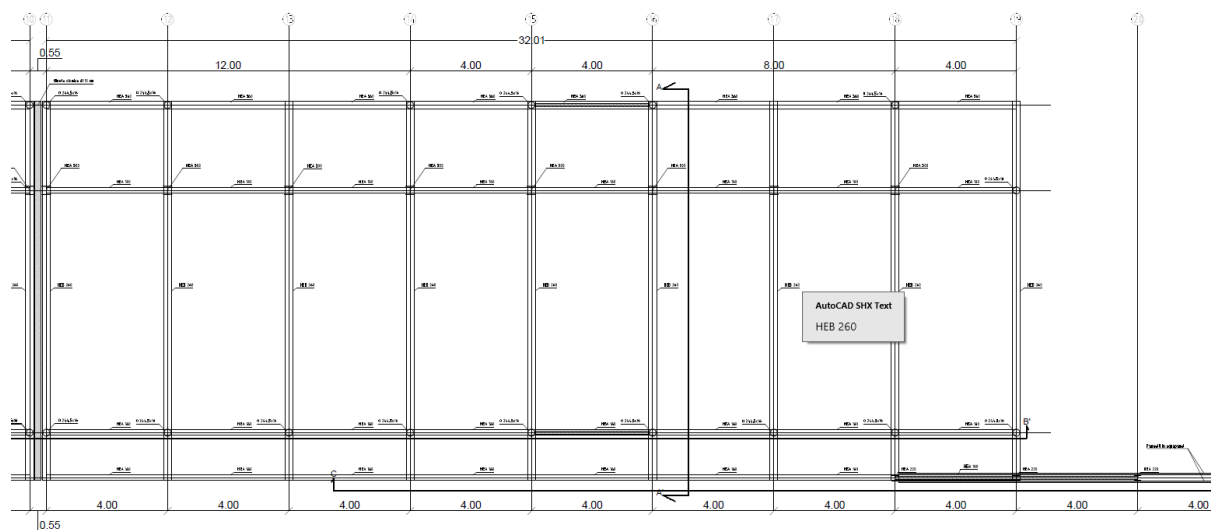


Figura 8. Blocco strutturale B

Per rendere la pianta regolare è stata inserita un giunto sismico che separi i due blocchi costruttivi, le dimensioni sono di 36.26 m per il blocco A e di 32.26 m per il blocco B.

Questi sono sostanzialmente simmetrici se non per un telaio in più nel blocco A, la modellazione è pertanto la medesima. La parete invece è stata progettata staccandola dal resto della struttura.

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carichi permanenti non strutturali | G_{k2} |
| • Carico variabile (rif. alla categoria d'uso della costruzione, NTC § 3.1.4) | Q_{k1} |
| • Carico variabile da vento (NTC § 3.3) | Q_{k2} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k3} |
| • Sisma | E |

Per quanto concerne la determinazione dello spettro sismico è stata considerata la costruzione non dissipativa, quindi con un fattore di struttura $q=1.5$.

Le analisi svolte sono state verifiche geotecniche e strutturali in fondazione, per tutti gli elementi costruttivi e di tutte le connessioni fra essi, le verifiche si sono rivelate soddisfatte e il livello di sicurezza risulta quindi essere nettamente inferiori a 1 per tutti gli elementi.

2.3. Tettoia del distributore

La costruzione è una tettoia supportata da 4 pilastri centrali, ha una dimensione in pianta di circa 10.50 m per 16.00 m, si eleva di un solo piano fuori terra e si conclude con la copertura piana alla quota di 6.10 m. La tipologia strutturale è in acciaio con un telaio mono piano e il solaio hanno una struttura portante di travi reticolari, che formano un graticcio di travi a sostegno di una lamiera grecata. La fondazione è costituita da una platea di conglomerato cementizio armato, con una sezione di 40 cm.

Si riporta la pianta dell'edificio:

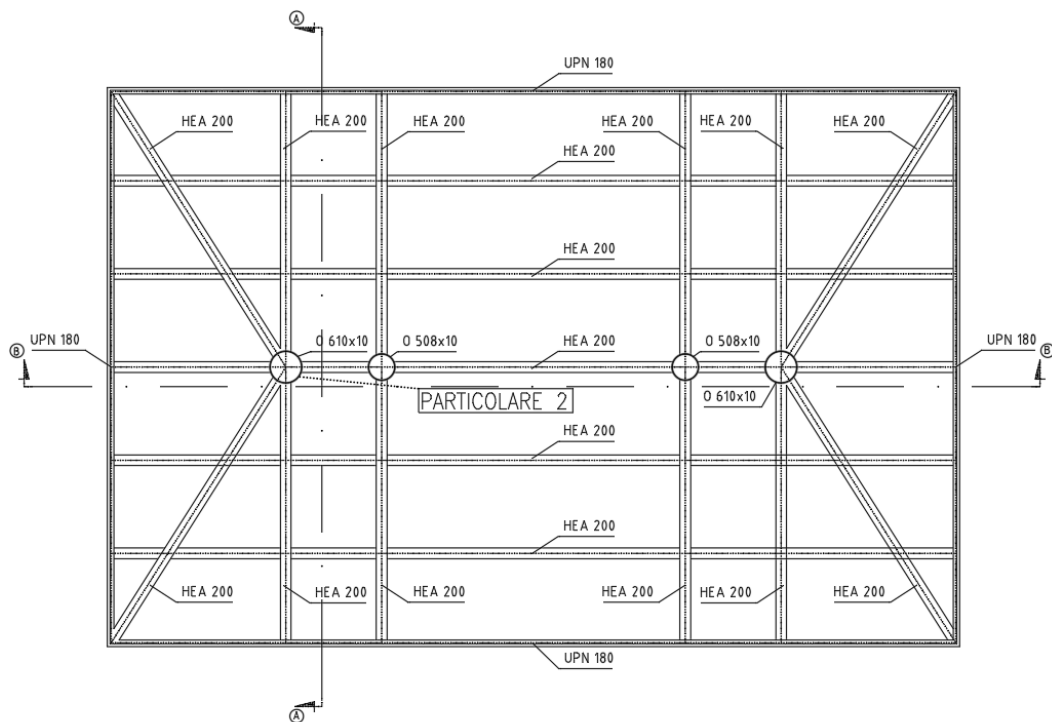


Figura 9. Pianta strutturale – Vista dall'alto

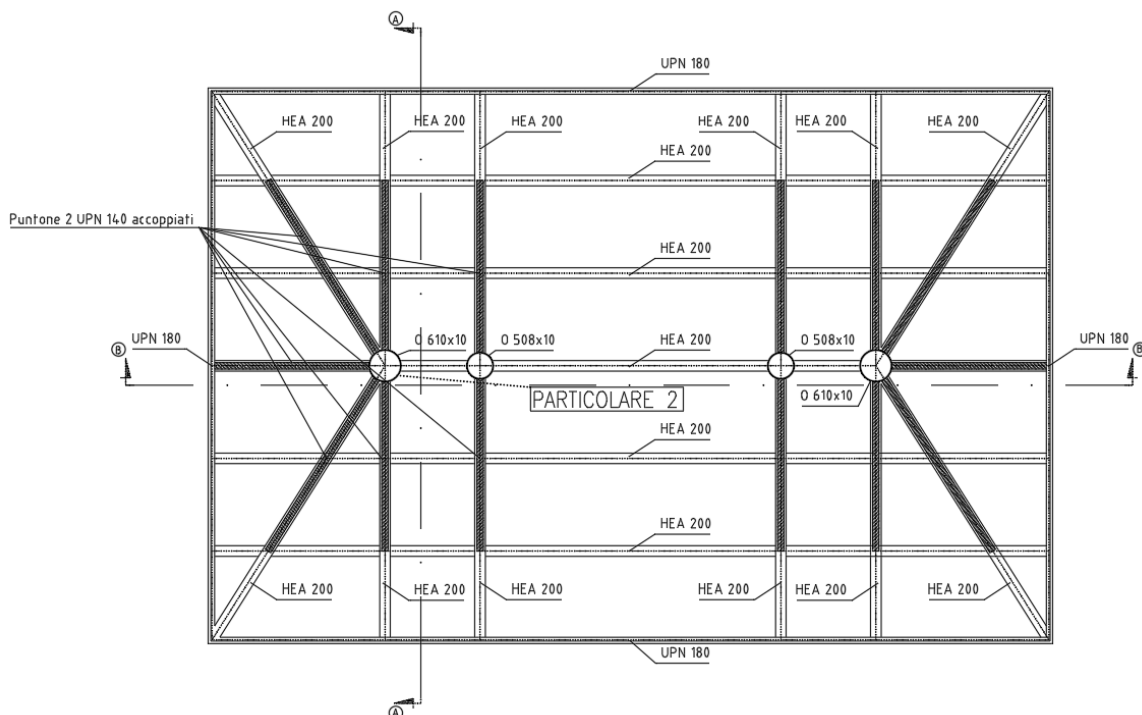


Figura 10. Pianta strutturale – Vista dal basso

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carichi permanenti non strutturali | G_{k2} |
| • Carico variabile (rif. alla categoria d'uso della costruzione, NTC § 3.1.4) | Q_{k1} |
| • Carico variabile da vento (NTC § 3.3) | Q_{k2} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k3} |
| • Sisma | E |

Anche per questa struttura si è scelto di progettarela non dissipativa, tuttavia per geometria e massa della tettoia si è rivelata una azione particolarmente bassa e conseguentemente non stringente.

In conclusione, si sono svolte le verifiche di tutti gli elementi strutturali e della connessione fra di esse, inoltre in fondazione sono state svolte anche le verifiche geotecniche per combinazione SLU e SLE.

Per gli elementi in elevazioni si hanno i seguenti coefficienti di sicurezza:

- Pilastri Ø610x10 $CS = 0.502$
- Pilastri Ø508x10 $CS = 0.254$

- Travi HEA 200 CS = 0.416
- Travi UPN 180 CS = 0.369
- Puntoni 2UPN 140 CS = 0.708

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

2.4. Platee per le cabine

Oggetto della presente relazione è l'analisi strutturale delle platee di fondazione delle cabine elettriche prefabbricate. Sono individuabili, per il complesso in esame, 4 cabine elettriche per le quali è prevista la realizzazione delle seguenti strutture di fondazione:

- N° 1 platea di dimensioni 6,50x17,00 m per la cabina di trasformazione tipo A;
- N° 1 platea di dimensioni 6,00x22,20 m per la cabina di trasformazione tipo B;
- N° 1 platea di dimensioni 4,50x18,00 m per le due cabine elettriche tipo C;

Le analisi riportate di seguito, sia statiche che sismiche, fanno riferimento alla struttura nel suo complesso considerando di volta in volta le più gravose condizioni e combinazioni di carico. Si riportano di seguito alcune figure della struttura in esame.

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carichi permanenti non strutturali | G_{k2} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k1} |
| • Carico variabile di manutenzione | Q_{k2} |
| • Sisma | E |

Le verifiche sono state svolte per tutte le platee sia geotecniche che strutturali, agli stati limite ultimi e di esercizio, utilizzando platee di 30 cm le verifiche risultano tutte soddisfatte.

2.5. Platee e parete della zona di distribuzione

Oggetto della presente relazione è l'analisi strutturale di una parete perimetrale, dei locali accessori per l'alloggio di impianti con annessa fondazione. La struttura in esame è una struttura caratterizzata dalle seguenti componenti:

- piastra di fondazione di forma a T di area pari a 3040 m² uno spessore di 40 cm;

- pareti verticali perimetrali di spessore costante e pari a 50 cm;
- pareti vani tecnici di spessore costante e pari a 30 cm;

Le analisi riportate di seguito, sia statiche che sismiche, fanno riferimento alla struttura nel suo complesso o, ove opportuno, alle singole componenti strutturali considerando di volta in volta le più gravose condizioni e combinazioni di carico.

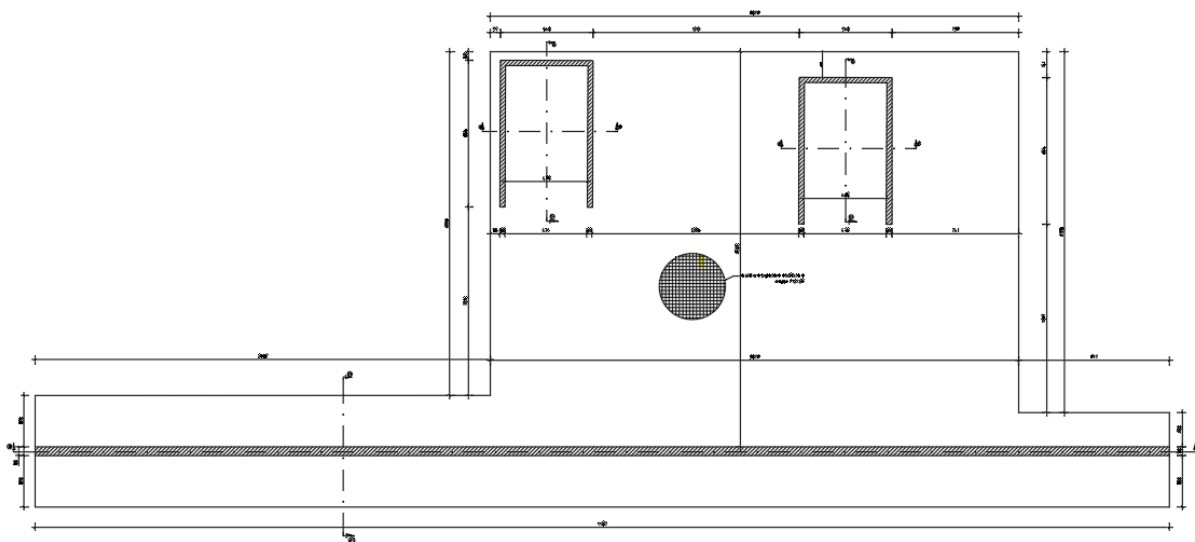


Figura 11. Pianta della platea e pareti

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k2} |
| • Sisma | E |

Anche in questa struttura sono state fatte verifiche strutturali e geotecniche allo SLU e SLE, e risultano entrambe ampiamente verificate.

2.6. Vasca antincendio

Oggetto della presente relazione è l'analisi strutturale della vasca di accumulo antincendio. La struttura in esame è una struttura interrata caratterizzata dalle seguenti componenti:

- piastra di fondazione di forma rettangolare di dimensioni planimetriche pari a 7,00x7,90 m avente uno spessore di 50 cm;
- pareti verticali perimetrali di contenimento di spessore costante e pari a 45 cm;

- soletta di copertura a caratterizzata da uno spessore di 20 cm;

Le analisi riportate di seguito, sia statiche che sismiche, fanno riferimento alla struttura nel suo complesso o, ove opportuno, alle singole componenti strutturali considerando di volta in volta le più gravose condizioni e combinazioni di carico.

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- | | |
|---|----------|
| • Peso proprio degli elementi strutturali | G_{k1} |
| • Carichi permanenti non strutturali | G_{k2} |
| • Carichi permanenti dovuti al terreno | G_{k2} |
| • Carichi permanenti dovuti all'acqua contenuta nella vasca | G_{k2} |
| • Carico variabile da neve (NTC § 3.3) | Q_{k3} |
| • Sisma | E |

La copertura della vasca sarà realizzata mediante una soletta piena in calcestruzzo armato di spessore 20 cm sulla quale sarà previsto un foro in un angolo per garantire il passaggio delle vertical pumps e per l'accesso di operatori per eseguire interventi di manutenzione.

Sono previste unicamente pareti perimetrali di spessore 45 cm le quali, nella condizione più gravosa costituita dalla vasca vuota, assolvono la funzione di muri di sostegno. Il sistema è chiuso nella zona inferiore, a formare uno schema statico di una maglia chiusa, dalla platea di fondazione di spessore 50 cm.

Tutti gli elementi strutturali costituenti l'intera opera interrata rispondono ai requisiti imposti dalle vigenti Normative NTC 2018.

2.7. Strade, parcheggi e recinzioni

L'opera è composta da due strutture: un rilevato stradale e una recinzione in acciaio con dei plinti di fondazione. Il rilevato avrà una lunghezza complessiva del tracciato di circa 335 m e larghezza di 17,20 m, e sarà posto alla quota 0.00 dal piano campagna. Attualmente è presente un dislivello di -1.00 m, inoltre fino a -2.20 dal piano campagna è presente terreno vegetale che verrà asportato e sostituito con il tout-venant in modo da fungere da idoneo terreno d'appoggio. Il tracciato è prevalentemente rettilineo con una pendenza massima del 1%, presenta una corsia per senso di marcia. La recinzione costeggerà i due blocchi di perimetro di circa 488 m e 1400 m, presenterà una fondazione su plinti 30 x 50.

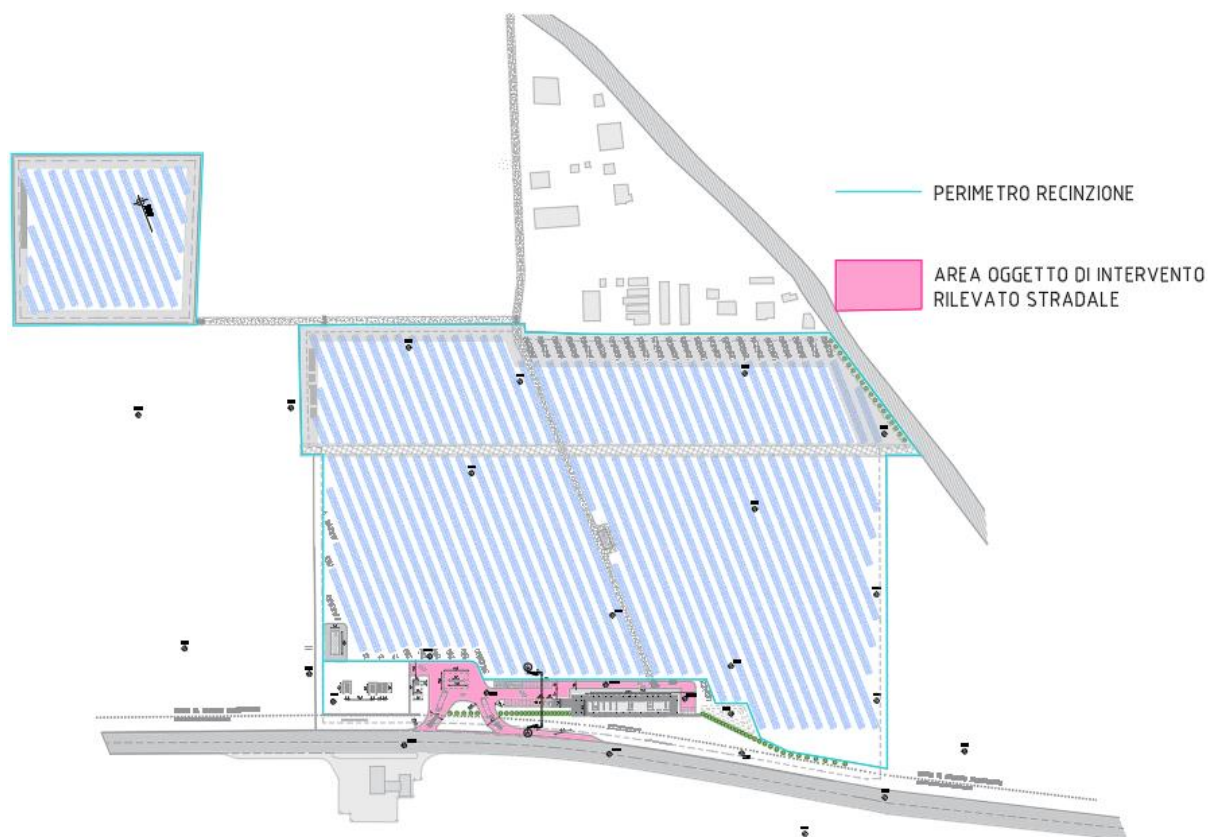


Figura 12. Pianta architettonica

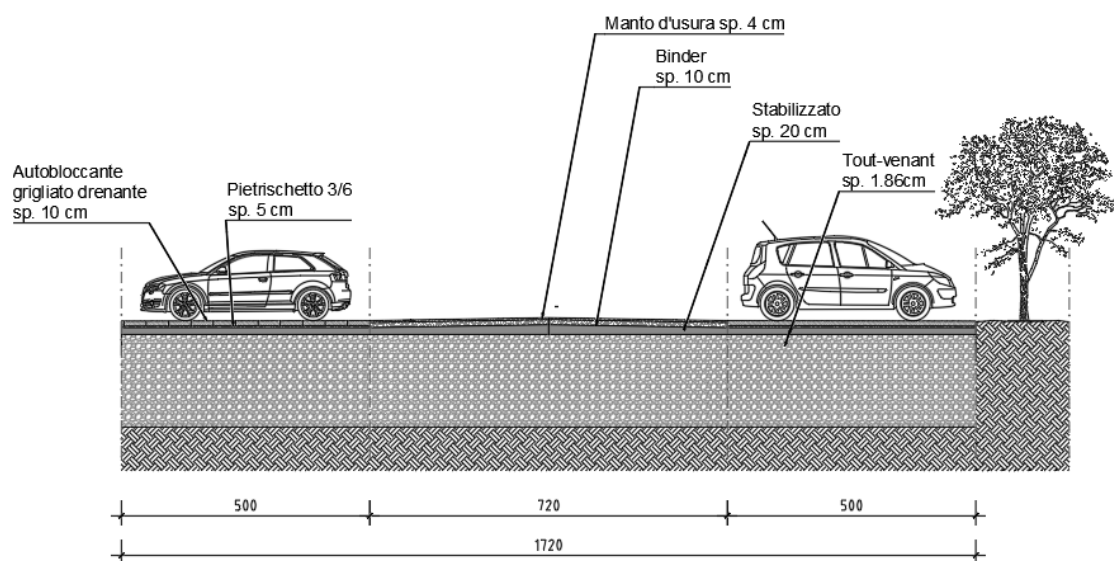


Figura 13. Vista frontale rilevato

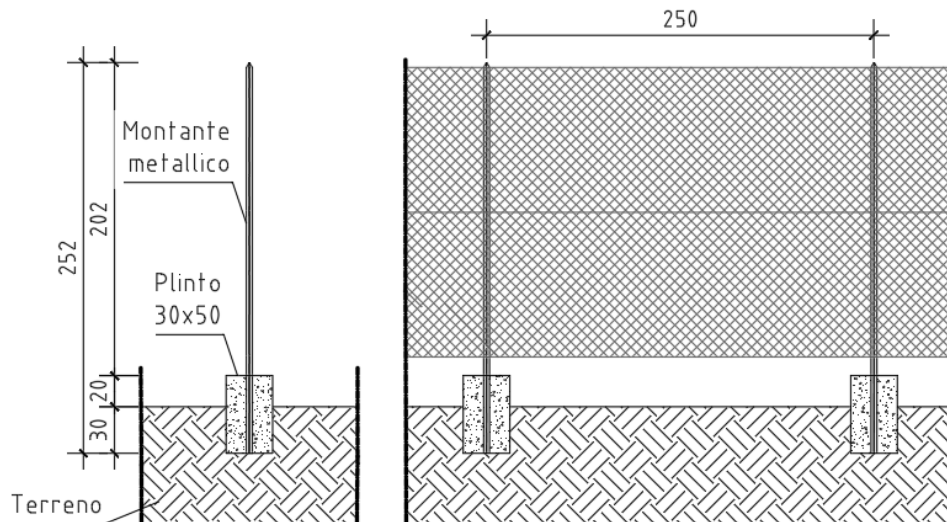


Figura 14. Vista frontale recinzione metallica

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il metodo Semi Probabilistico agli Stati Limite (rif. D.M. 2018). I carichi elementari sono cumulati secondo le azioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo SLU (Stato Limite Ultimo) e allo SLE (Stato Limite di Esercizio).

Le azioni elementari considerate ai fini del progetto strutturale sono:

- Peso proprio degli elementi strutturali G_{k1}
- Carichi permanenti non strutturali G_{k2}
- Carico variabile CAT G Q_k

Sono state svolte le verifiche principalmente geotecniche in quanto più stringenti sia allo SLU e allo SLE, risulta tutto verificato.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1. LAYOUT GENERALE.....	2
FIGURA 2. SISTEMAZIONE INTERNA	3
FIGURA 3. ORTOFOTO: AREA DELL'INTERO INTERVENTO.....	3
FIGURA 4. PIANTA ARCHITETTONICA	4
FIGURA 5. VISTA FRONTALE.....	4
FIGURA 6. PIANTA PIANO TERRA – STRUTTURALE – INDIVIDUAZIONE DELLA PARETE	5
FIGURA 7. BLOCCO STRUTTURALE A.....	5
FIGURA 8. BLOCCO STRUTTURALE B.....	6
FIGURA 9. PIANTA STRUTTURALE – VISTA DALL'ALTO.....	7
FIGURA 10. PIANTA STRUTTURALE – VISTA DAL BASSO	8
FIGURA 11. PIANTA DELLA PLATEA E PARETI	10
FIGURA 12. PIANTA ARCHITETTONICA	12
FIGURA 13. VISTA FRONTALE RILEVATO.....	13
FIGURA 14. VISTA FRONTALE RECINZIONE METALLICA.....	13