

COMUNE DI FIORANO MODENESE

**INSTALLAZIONE E REVISIONE DI IMPIANTI
TECNOLOGICI CHE COMPORTANO LA
REALIZZAZIONE DI VOLUMI TECNICI AL SERVIZIO
DI EDIFICI E DI ATTREZZATURE ESISTENTI**

OPERE STRUTTURALI

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA DEGLI ELEMENTI
ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

Genera Projects Srl

Sito indagato:

Via Viazza, 30 - Fiorano Modenese (MO)

Progettazione strutturale:

Ing. Alessio Zanolì

DICEMBRE 2022

SOMMARIO

1. GENERALITA'	4
2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO	4
2.1. Contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito	4
2.2. Descrizione degli interventi	5
2.3. Illustrazione dei criteri di progettazione	5
2.4. Normativa di riferimento	6
2.5. Definizione dei parametri di progetto.....	6
2.5.1. Azione sismica.....	6
2.5.2. Analisi dei carichi.....	9
2.5.3. Descrizione dei materiali da costruzione	13
2.5.3.1. Calcestruzzo fondazioni.....	13
2.5.3.2. Acciaio in barre per c.a. (fondazioni)	13
2.5.3.3. Acciaio da carpenteria	13
2.5.3.4. Bulloneria e saldature	13
2.6. Combinazione delle azioni	14
2.6.1. Combinazione sismica agli Stati Limite Ultimi (SLV)	14
2.6.2. Combinazione fondamentale agli Stati Limite Ultimi	14
2.6.3. Combinazione GEO.....	14
2.6.4. Combinazione caratteristica (rara) agli Stati Limite di Esercizio.....	14
2.6.5. Combinazione frequente agli Stati Limite di Esercizio.....	14
2.6.6. Combinazione quasi permanente agli Stati Limite di Esercizio	15
2.7. Indicazione del metodo di analisi	15
2.8. Principali risultati	15
2.9. Criteri di verifica.....	15
2.10. Strutture geotecniche	15

1. GENERALITA'

Oggetto della presente relazione è la realizzazione di un nuovo basamento per l'eventuale futuro posizionamento di un cogeneratore e di altri impianti, all'esterno dello Stabilimento di ITA spa, in Via Viazza, 30 a Fiorano Modenese.

2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO

2.1. Contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito

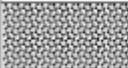
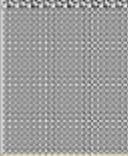
Il contesto edilizio in cui si collocano gli interventi è di tipo produttivo.



Individuazione del lotto oggetto di intervento

Al fine di caratterizzare l'area dal punto di vista geologico, è stato incaricato il Dott. Geol. Marco Santi Bortolotti (Ordine Geologi Emilia Romagna n. 815) di eseguire prove penetrometriche e di caratterizzazione sismica; si riportano di seguito le considerazioni conclusive delle relazione geologica da lui redatta.

Il modello geotecnico è finalizzato a fornire tutti i dati geotecnici necessari per il progetto.

Stratigrafia	Strati prof. in m	Parametri geotecnici nominali medi	Parametri geotecnici caratteristici (platea)
	0.0 – 0.6 m Asfalto sottofondo grossolano	-	-
	0.6 – 1.6 m Terreni di riporto eterogenei molto addensati	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 31^\circ$ $C' = - \text{ kPa}$ $C_u = - \text{ kPa}$ $E_d = 10.000 \text{ kPa}$ $K_s = 5 \text{ kg/cm}^3$	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 28.7^\circ$ $C' = - \text{ kPa}$ $C_u = - \text{ kPa}$ $E_d = 9300 \text{ kPa}$ $K_s = 5 \text{ kg/cm}^3$
	1.6 – 3.6 Limi argillosi mediamente addensati <i>Falda assente</i>	$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ $\phi = 23^\circ$ $C' = 7 \text{ kPa}$ $C_u = 65 \text{ kPa}$ $E_d = 2500 \text{ kPa}$ $K_s = 1.5 \text{ kg/cm}^3$	$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ $\phi = 21.8^\circ$ $C' = 6 \text{ kPa}$ $C_u = 55.4 \text{ kPa}$ $E_d = 2400 \text{ kPa}$ $K_s = 1.5 \text{ kg/cm}^3$
	3.6 – 5.8/6.4 Limi argillosi addensati	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$ $\phi = 26^\circ$ $C' = 12 \text{ kPa}$ $C_u = 120 \text{ kPa}$ $E_d = 6500 \text{ kPa}$ $K_s = 3 \text{ kg/cm}^3$	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$ $\phi = 24.7^\circ$ $C' = 10.3 \text{ kPa}$ $C_u = 103 \text{ kPa}$ $E_d = 6200 \text{ kPa}$ $K_s = 3 \text{ kg/cm}^3$
	>5.8/6.4 m Livello di GHIAIE addensate	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 39^\circ$ $M_o = 30.000 \text{ kPa}$ $K_s = 8 \text{ kg/cm}^3$	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 36^\circ$ $M_o = 28.000 \text{ kPa}$ $K_s = 8 \text{ kg/cm}^3$

Legenda: γ peso di volume; ϕ angolo d'attrito; C' coesione efficace; C_u coesione non drenata; E_d modulo edometrico; M_o modulo confinato; K_s coeff. di Winkler

Dal punto di vista della **caratterizzazione sismica** il terreno in oggetto è riconducibile ad una **categoria C**.

Per l'area in esame, **si escludono effetti locali indotti da instabilità, liquefazione e da cedimenti**.

2.2. Descrizione degli interventi

Si tratta della realizzazione di strutture di fondazione a platea per strutture di sostegno ad impianti; lo spessore sarà variabile a seconda delle zone da un minimo di 40cm, sino ad un massimo di 50cm.

Il piano di posa sarà unitario a -0.70m e la differenza di quota dovuta ai diversi spessori dell'platee sarà gestita con il getto di magrone.

2.3. Illustrazione dei criteri di progettazione

Le fondazioni sono state progettate a platea in c.a.

In considerazione delle opere da realizzarsi vengono sviluppati modelli di calcolo F.E.M. schematizzando la struttura, studiando la platea di fondazione su terreno alla Winkler reagente a sola compressione (si è assunto un valore di $k_s=1.5 \text{ kg/cm}^3$, a favore di sicurezza).

Sul modello di calcolo sono state condotte analisi statiche e sismiche lineari (analisi statica equivalente, con combinazione delle azioni sismiche nelle due direzioni con valori dell'azione direzione principale al 100% + azione direzione secondaria al 30%).

Si riportano di seguito le caratteristiche specifiche richieste dal D.G.R. 1373/2011:

- Classe di duttilità: Bassa (CD "B")

- Regolarità planimetrica: No
- Regolarità in alzato: No
- Tipologia strutturale: telaio in acciaio a più campate
- Fattore di struttura assunto per il calcolo: $q=1.00$ per le fondazioni, per le sovrastrutture $q=4.00\alpha_U/\alpha_1$
- Stati Limite indagati: Stati Limite Ultimi e di Esercizio
- Giunti presenti: Sì
- Criteri di valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti: carichi forniti dal produttore
- Requisiti delle fondazioni: fondazioni superficiali a platea
- Vincolamenti interni ed esterni: modello su terreno alla Winkler ($k_s=1.5 \text{ kg/cm}^3$, a favore di sicurezza).
- Schemi statici adottati: modello tridimensionale FEM su cui è stata svolta analisi statica lineare.

2.4. Normativa di riferimento

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO E LA ESECUZIONE

- Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- D.G.R. 2272/2016
- L.R. 30 ottobre 2008 n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico"
- CNR DT200/2012 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati"
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.G.R. 121 / 2010
- D.G.R. 1071 / 2010
- D.G.R. 1373 / 2011
- D.G.R. 687 / 2011

NORMATIVA TECNICA PER I MATERIALI DA COSTRUZIONE

- UNI ENV 13670-1:2001
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" (Consiglio Superiore dei lavori pubblici)

2.5. Definizione dei parametri di progetto

2.5.1. Azione sismica

Per la valutazione della pericolosità sismica del sito e dei relativi parametri introdotti nelle valutazioni di sicurezza ci si è riferiti alla Classe dell'edificio II e ad una Vita nominale della struttura pari a 50 anni. Per quel che riguarda il terreno ci si può riferire ad una categoria topografica T1.

Latitudine (WGS84)	44.53845340	Longitudine (WGS84)	10.83390230	
Latitudine (ED50)	44.540214	Longitudine (ED50)	10.835017	
Altitudine (mt)			123	
Classe dell'edificio	II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti			
Vita Nominale Struttura			50	
Periodo di Riferimento per l'azione sismica			50	
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_f [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività	30	0.052	2.484	0.250
Danno	50	0.065	2.493	0.270
Salvaguardia Vita	475	0.163	2.386	0.290
Prevenzione Collasso	975	0.205	2.391	0.306

Sia lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali espresso dalle seguenti formulazioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

I parametri per SLV e SLD saranno i seguenti:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.163 g
F_o	2.394
T_C	0.289 s
S_S	1.466
C_C	1.581
S_T	1.000
q	1.000

Parametri indipendenti

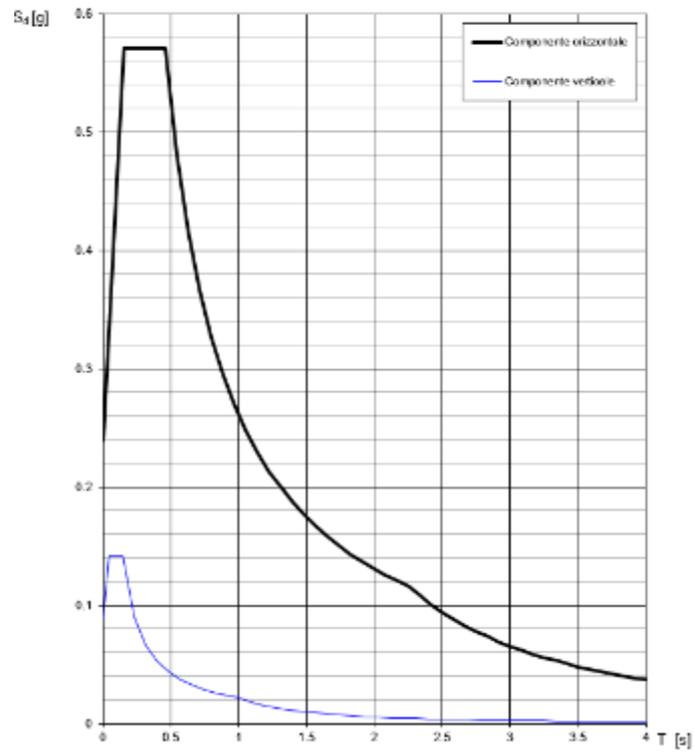
STATO LIMITE	SLD
a_g	0.065 g
F_o	2.493
T_C	0.266 s
S_S	1.500
C_C	1.626
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

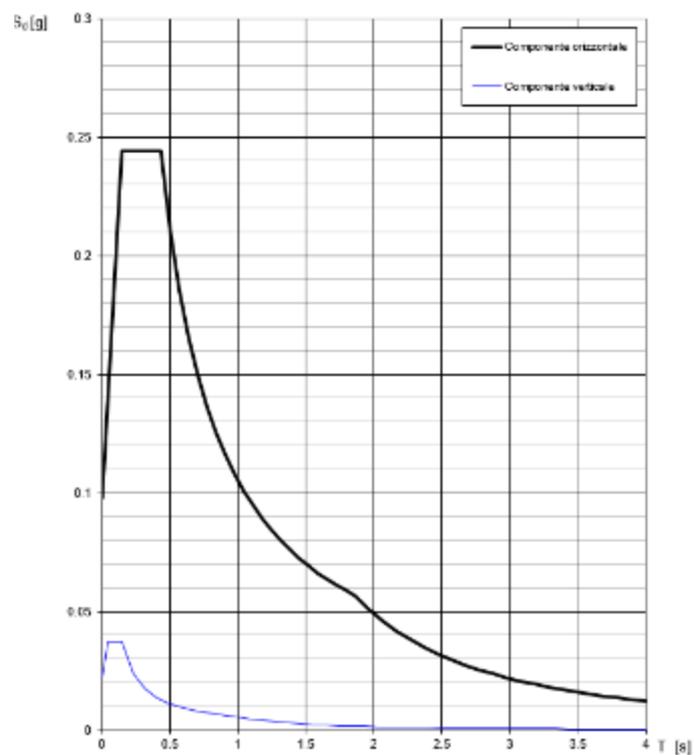
S	1.466
η	1.000
T_B	0.152 s
T_C	0.457 s
T_D	2.251 s

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.144 s
T_C	0.432 s
T_D	1.861 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV


Spettro elastico SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD


Spettro SLD

Il calcolo delle fondazioni è stato condotto considerando fattore di struttura $q=1.00$, mentre il dimensionamento delle sovrastrutture con $q=2.00$, a favore di sicurezza.

2.5.2. Analisi dei carichi

Carichi di copertura

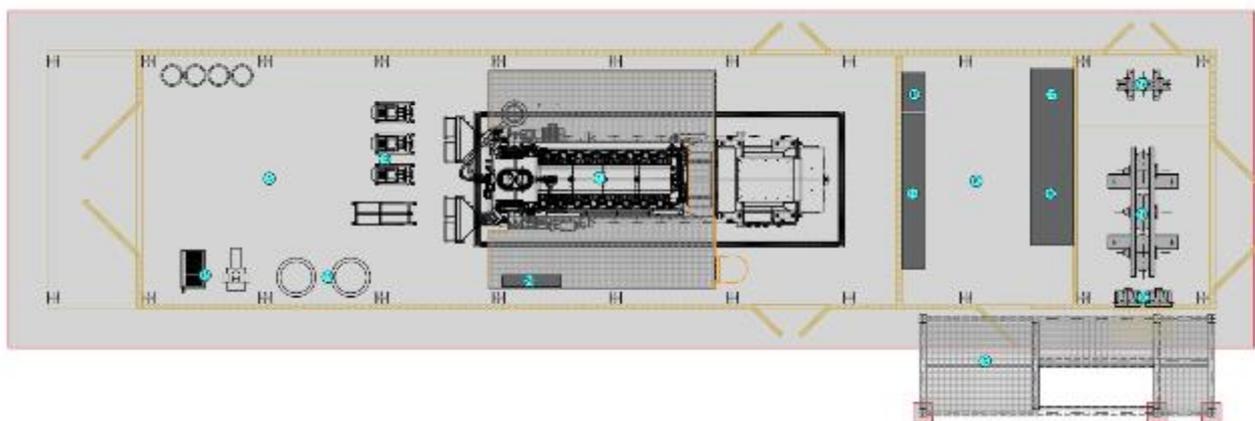
Peso proprio struttura (G1 – strutture metalliche) 78.50 kN/mc

Permanenti portati uniformi (G2):

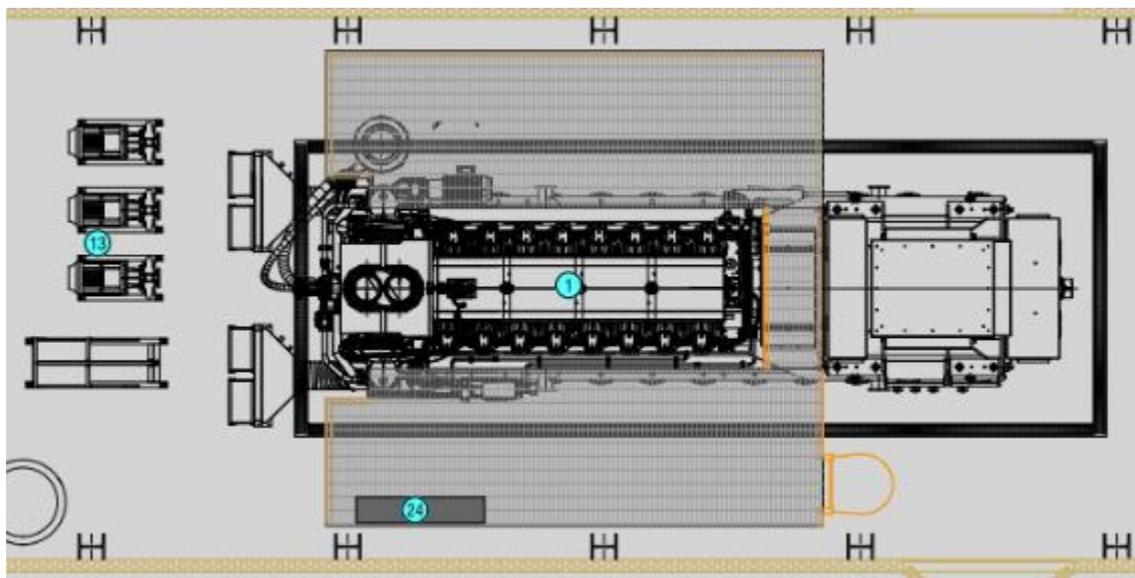
- Pannellature 0.30 kN/mq

Totale permanenti portati 0.30 kN/mq

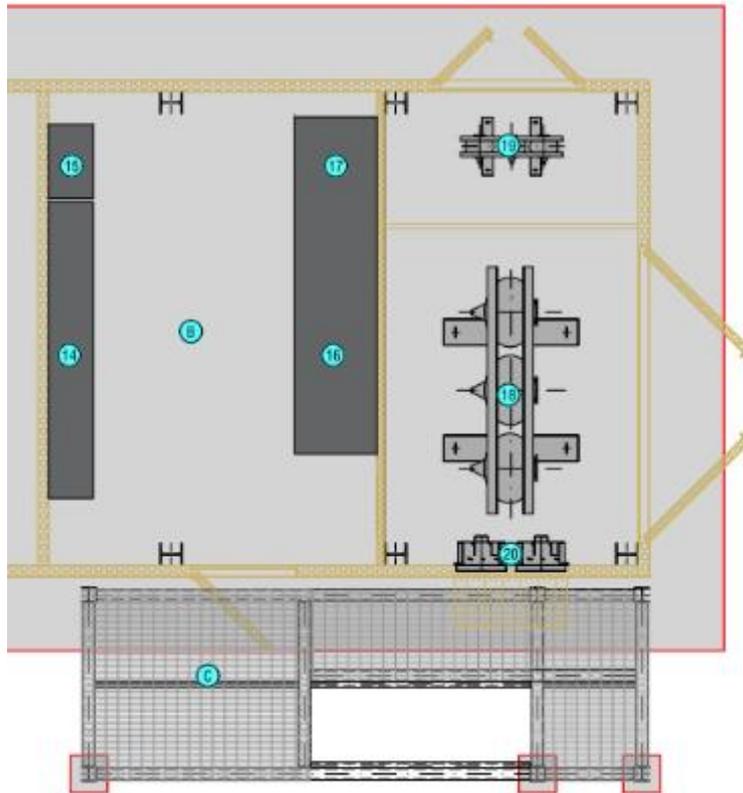
Ulteriori carichi di progetto agenti solo localmente e dovuti agli impianti sono stati forniti allo scrivente dalla committenza.



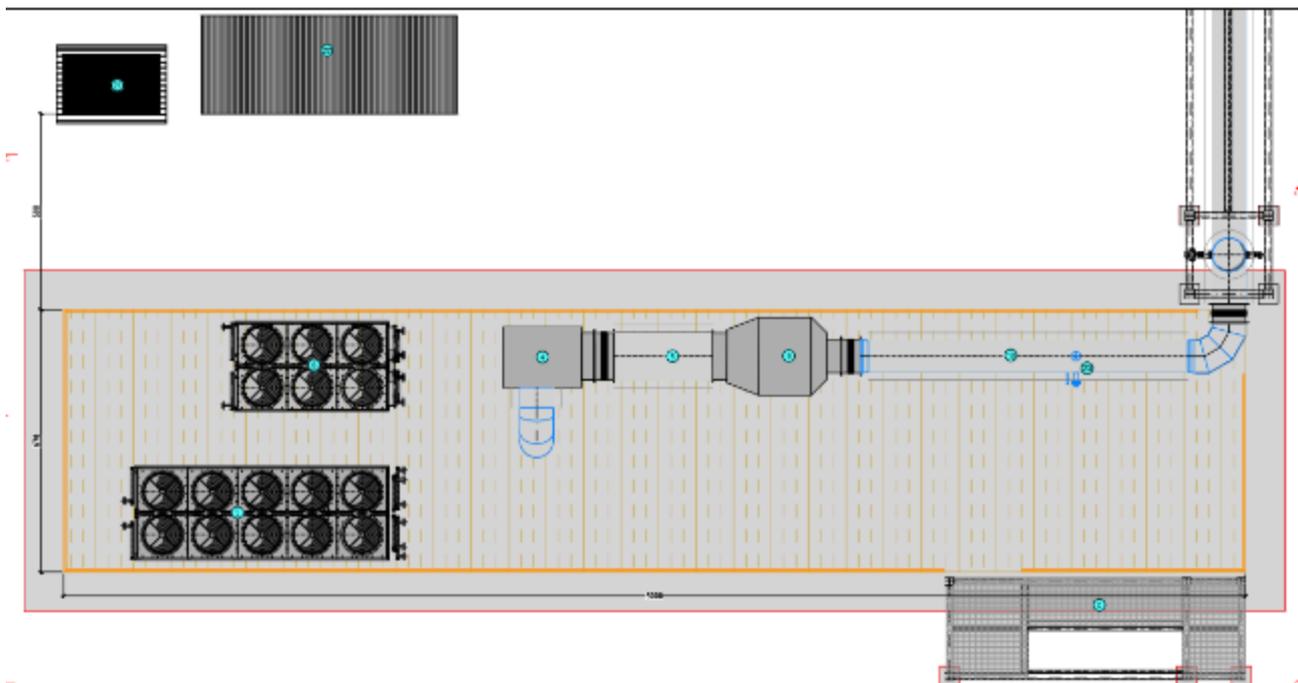
Pianta Piano Terra - Ipotesi distribuzione interna impianti



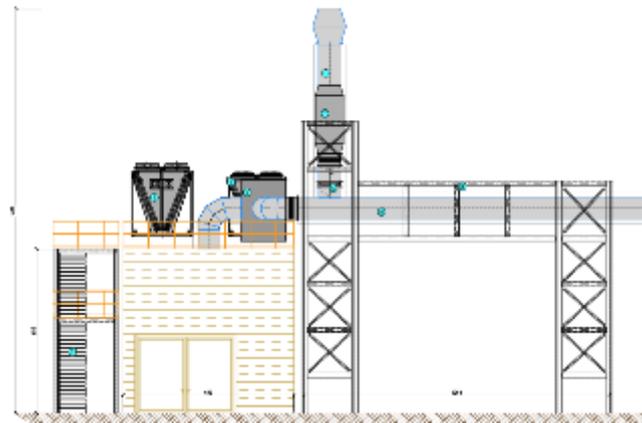
Pianta Piano Terra – Ingrandimento zona cogeneratore



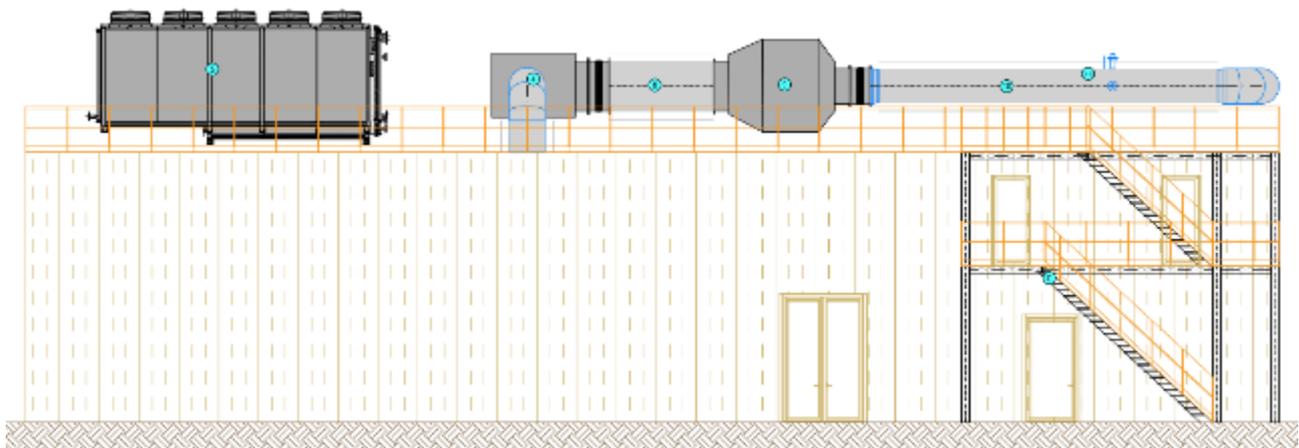
Pianta Piano Terra – Ingrandimento zona armadi e trasformatori



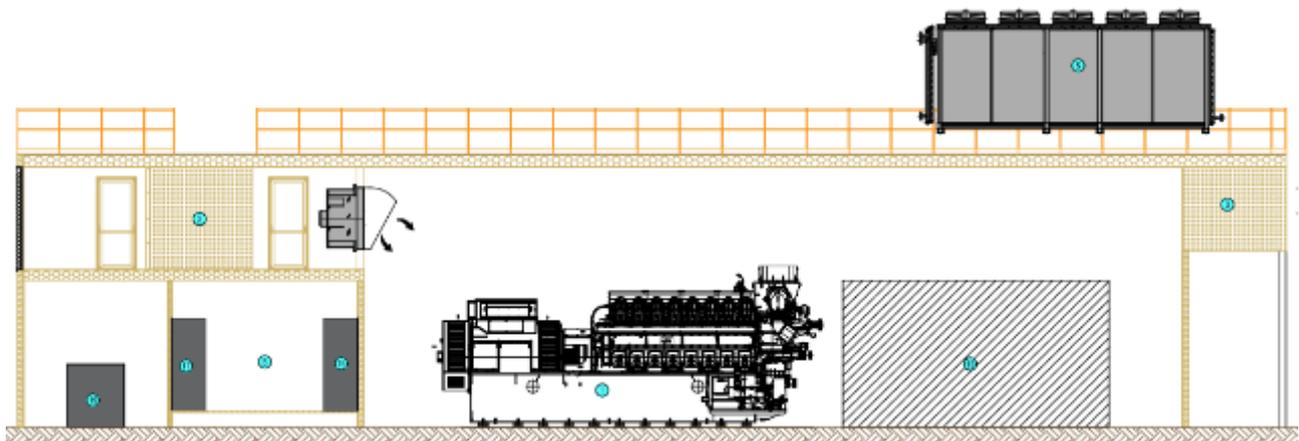
Pianta Piano Copertura - Ipotesi distribuzione impianti



Prospetto lato corto



Prospetto lato lungo



Sezione tipologica

LEGENDA AREA DI INTERVENTO			
[ID]	[DESCRIZIONE]	Peso (kg)	Emissioni sonore a 10 m
A	LOCALE COGENERATORE E AUSILIARI MECCANICI	=	65 dB(A)
1	COGENERATORE	58.500	
2	SILENZIATORE E FILTRI ENTRATA ARIA COMBURENTE E VENTILAZIONE	TBD	65 dB(A)
3	SILENZIATORE USCITA ARIA DI VENTILAZIONE CABINATO MOTORE	TBD	65 dB(A)
4	SILENZIATORE REATTIVO	1.500	
5	AIR COOLER HT	2.250	65 dB(A)
6	AIR COOLER LT	2.100	65 dB(A)
7	SILENZIATORE ASSORBITIVO	3.000	
8	MIXER SISTEMA SCR	1.500	
9	REATTORE SISTEMA SCR	3.500	
10	CONDOTTO FUMI	4.500	
11	CAMINO ESPULSIONE	1.700	65 dB(A)
12	SERRANDA DI BYPASS FUMI	400	
13	SKID AUSILIARI MECCANICI	TBD	
B	LOCALE QUADRI ELETTRICI BT	=	
14	QUADRO QBT		
15	QUADRO TPEM		
16	QUADRO QMT-COGE		
17	QUADRO QTM-UTF		
18	TRASFORMATORE MT/BT		
19	TRASFORMATORE AUSILIARI		
20	VENTILAZIONE LOCALI TRAFI	TBD	65 dB(A)
21	SERBATOIO OLIO FRESCO	4.000	
22	BOX SERBATOIO UREA		
23	PRESE DI CAMPIONAMENTO EMISSIONI INQUINANTI	=	
24	RAMPA GAS COGENERATORE	=	
C	SCALA ACCESSO COPERTURA	7.000	
D	PIPE-RACK	8.000	

A favore di sicurezza si è assunto un carico di 1500kg anche per i trasformatori n. 18 e 19.

Carichi variabili (neve)

1.20 kN/mq

Carichi variabili (vento)

0.64 kN/mq

2.5.3. Descrizione dei materiali da costruzione

2.5.3.1. Calcestruzzo fondazioni

Per elementi strutturali di fondazione e di elevazione si impiega calcestruzzo avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 14.01.2008 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

	FONDAZIONI
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Diametro max inerti	26 mm
Classe di consistenza	S4/S5
E_{cm}	32000 MPa

2.5.3.2. Acciaio in barre per c.a. (fondazioni)

Per elementi strutturali in cemento armato si impiega acciaio avente le caratteristiche di seguito descritte (con riferimento al D.M. 14.01.2008 ed alle norme UNI EN 206 e UNI EN 1992-1-1/Eurocodice2):

Tipo acciaio	B 450 C
Tensione di snervamento caratteristica f_{yk}	≥ 450 MPa
Tensione di rottura caratteristica f_{tk}	≥ 540 MPa
Allungamento $A_{gt,k}$	$\geq 7,45$ %

2.5.3.3. Acciaio da carpenteria

Per le strutture si utilizzerà acciaio UNI EN 10025-2 - S 275 o S355 aventi le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di rottura: $F_{tk} \geq 430$ N/mm²;

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 275$ N/mm²;

Modulo elastico: $E = 210000$ N/mm²;

Modulo elastico tangenziale: $G = 80000$ N/mm²;

Coefficiente di poisson = 0.3

Tensione caratteristica di rottura: $F_{tk} \geq 510$ N/mm²;

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 355$ N/mm²;

Modulo elastico: $E = 210000$ N/mm²;

Modulo elastico tangenziale: $G = 80000$ N/mm²;

Coefficiente di poisson = 0.3

2.5.3.4. Bulloneria e saldature

Per tutti i collegamenti bullonati si utilizzeranno bulloni Classe 8.8 zincati elettroliticamente e dadi di Classe 6S aventi le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y,b} \geq 649 \text{ N/mm}^2$;

Tensione di rottura: $f_{u,b} = 800 \text{ N/mm}^2$;

Per tutti i collegamenti saldati si realizzeranno saldature di II° Classe

2.6. Combinazione delle azioni

Le combinazioni di carico vengono svolte come da normativa in riferimento alla sola combinazione sismica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita; si riportano di seguito le combinazioni delle azioni utilizzate.

2.6.1. Combinazione sismica agli Stati Limite Ultimi (SLV)

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_1 + \dots$$

per il caso oggetto della trattazione

$$\psi_{21} = 0.0 \text{ per carichi di copertura.}$$

2.6.2. Combinazione fondamentale agli Stati Limite Ultimi

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \dots$$

per il caso oggetto della trattazione

$$\gamma_{G1} = 1.3$$

$$\gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = 1.5$$

2.6.3. Combinazione GEO

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \dots$$

per il caso oggetto della trattazione

$$\gamma_{G1} = 1.3$$

$$\gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = 1.5$$

2.6.4. Combinazione caratteristica (rara) agli Stati Limite di Esercizio

$$G_1 + G_2 + Q_1 + \dots$$

2.6.5. Combinazione frequente agli Stati Limite di Esercizio

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_1 + \dots$$

per il caso oggetto della trattazione

$$\psi_{11} = 0.5 \text{ per carichi di copertura.}$$

2.6.6. Combinazione quasi permanente agli Stati Limite di Esercizio

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_1 + \dots$$

per il caso oggetto della trattazione

$\psi_{21} = 0.0$ per carichi di copertura.

2.7. Indicazione del metodo di analisi

Sul modello FEM sono state svolte analisi statiche lineari.

2.8. Principali risultati

Si rimanda ai paragrafi finali della relazione di calcolo delle fondazioni riportata nel prosieguo.

2.9. Criteri di verifica

Sono state eseguite verifiche di portanza del terreno alla Combinazione GEO e dei cedimenti agli SLE.

2.10. Strutture geotecniche

Si è prevede la realizzazione di una platea di spessore 50cm per la parte nella zona del cogeneratore, con riduzione a 40cm per le altre parti.