

COMUNE DI CASALECCHIO DI RENO

OGGETTO DEI LAVORI

**RECUPERO FUNZIONALE E RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA DI
EDIFICIO ESISTENTE AD USO SPORTIVO PER GIOCO BOCCE
SITO IN Loc. CERETOLO VIA MONTE SOLE**



COMMITTENTE

**COMUNE DI
CASALECCHIO DI RENO**
Via dei Mille, 9



ADOPERA Srl
Via Guido Rossa n° 1

PROGETTO ESECUTIVO

RUP:
Arch.
Vittorio Emanuele Bianchi

PROGETTAZIONE e D.L:
Ing. Franco Spalazzese
Ing. Daniele Laffi
Geom. Marco Marchi

IMPRESA:

PROGETTO STRUTTURE:
Ing. Rita Trentini

ELABORATO n.

S

ELABORATI PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURALE

scala				
data	26.01.18	agg.	data	descrizione
prog. n.		1		
dis. Ing. Spalazzese		2		
file name				

OGGETTO:

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI

Comune di Casalecchio di Reno(BO)

**DEMOLIZIONE DI PORZIONE DI FABBRICATO PER
REALIZZAZIONE DI NUOVO VOLUME COPERTO E CAMPI
DA GIOCO BOCCE PRESSO IL CENTRO DI AGGREGAZIONE
SOCIALE SITO IN VIA MONTE SOLE Loc. CERETOLO**

Committente:



Via Guido Rossa n°1 – 40033 Casalecchio di Reno (BO)

Progettazione architettonica:

Ing. Franco Spalazzese

Geom. Marco Marchi

Progettazione e D.L. strutturale:

Ing. Rita Trentini

Via Renato Fava n°26 - 40132 Bologna (BO)

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

IDENTIFICAZ. COMMESSA:

17028_Adopera_Bocciodromo

Emissione 28 Aprile 2017

1° Revisione

2° Revisione

**Ing. Rita Trentini
Via Renato Fava 26
40132 Bologna**

Sommario

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	3
PREMESSA	3
A) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO	3
B) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA E DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO	4
C) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	7
D) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO E AZIONI CONSIDERATE SULLA STRUTTURA	8
E) DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE, DEI REQUISITI DI RESISTENZA MECCANICA E DI DURABILITÀ CONSIDERATI	14
F) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	15
G) INDICAZIONI SULLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI	16
H) INDICAZIONI SUL METODO DI ANALISI SEGUITO E SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI	19
I) CRITERI DI VERIFICA UTILIZZATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	20
J) RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIÙ SIGNIFICATIVE, SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA	20
K) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ CODICE DI CALCOLO	23
L) STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE	24
M) INDICAZIONE DELLA CATEGORIA DI INTERVENTO PREVISTO E MOTIVAZIONE DELLA SCELTA ADOTTATA	25
N) DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE NEL SUO INSIEME	25
O) DEFINIZIONE DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI LE STRUTTURE INTERESSATE DALL'INTERVENTO	26
P) RISULTATI PIÙ SIGNIFICATIVI EMERSI TRA I LIVELLI DI SICUREZZA PRE E POST INTERVENTO.	26

Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale

PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda l'intervento di nuova costruzione di un fabbricato a struttura portante in acciaio con la funzione di bocciodromo da realizzarsi in via Monte Sole 2 loc. Ceretolo nel comune di Casalecchio di Reno (BO).

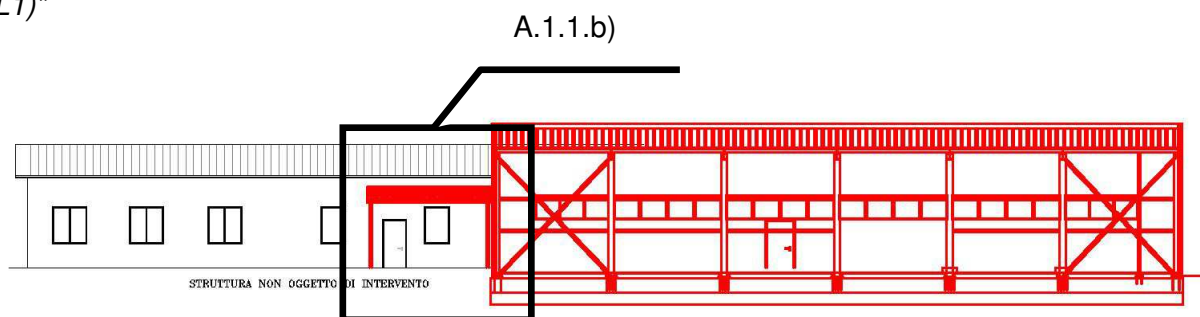
In particolare si realizzeranno due interventi

1. La realizzazione di un nuovo fabbricato realizzato con struttura in acciaio caratterizzata dalla presenza di 7 telai posti ad interasse costante di circa 4.62 m.
Tale intervento si configura come **NUOVA COSTRUZIONE** e sarà oggetto della presente relazione illustrativa.
2. La realizzazione di una tettoia di collegamento tra il fabbricato esistente e l'accesso al fabbricato di nuova realizzazione: tale intervento si configura come trascurabile ai fini sismici.

L'intervento 2 non è oggetto delle presente relazione in quanto non apporta modifiche strutturali e risulta privo di rilevanza dal punto di vista sismico come indicato nell'Allegato 1 della circolare della Regione Emilia Romagna GPG/2016/2399 del 21/12/2016 al punto A.1 "Tettoie, serre e opere assimilabili" ed in particolare:

L'intervento 2 è ricompreso al punto A.1.1.b):

"Tettoie aventi peso proprio (G1) e permanente portato (G2) complessivamente $\leq 0,50 \text{ kN/m}^2$ di altezza media $\leq 3 \text{ m}$ aventi superficie coperta $\leq 20 \text{ m}^2$ comprensivo di eventuale aggetto $\leq 0,60 \text{ m}$. (L1)"



a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche del sito oggetto di intervento

Il nuovo fabbricato sarà realizzato in via Monte sole 2 nel comune di Casalecchio di Reno in loc. Ceretolo.

Trattandosi di zona pianeggiante, non si rilevano particolari problematiche relative al contesto morfologico.

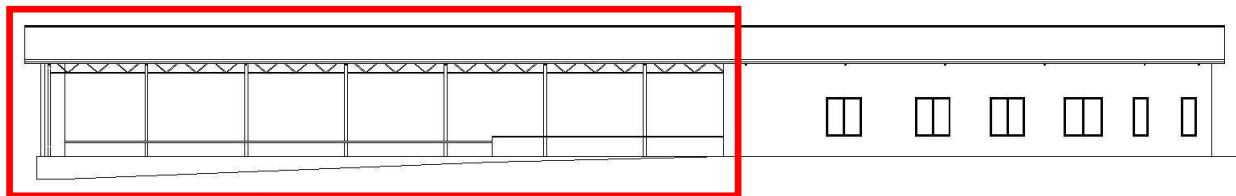


Figura 1 *Inquadramento territoriale*

b) Descrizione generale della struttura e della tipologia di intervento

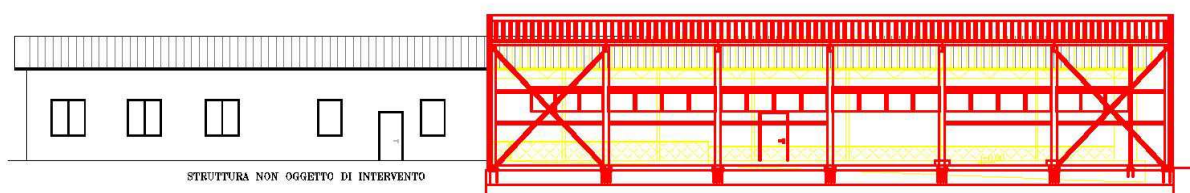
La struttura esistente corrisponde a quella di un tipico capannone industriale monopiano a struttura in acciaio, con pianta regolare inscritta in un rettangolo di dimensioni 47x8.8 m ed un'altezza di circa 5.5 m.

La struttura portante era caratterizzata dalla presenza di 13 capriate poste ad interasse costante di 3.9 m formate da pilastri a sezione tubolare quadrata su cui poggiano travi reticolari.



Porzione oggetto di demolizione

L'intervento prevede la demolizione della parte di struttura relativa all'attività sportiva, corrispondente a 8 capriate, e la realizzazione di una nuova struttura metallica sempre monopiano, con pianta regolare inscritta in un rettangolo di dimensioni pari a circa 28 x 13 m.



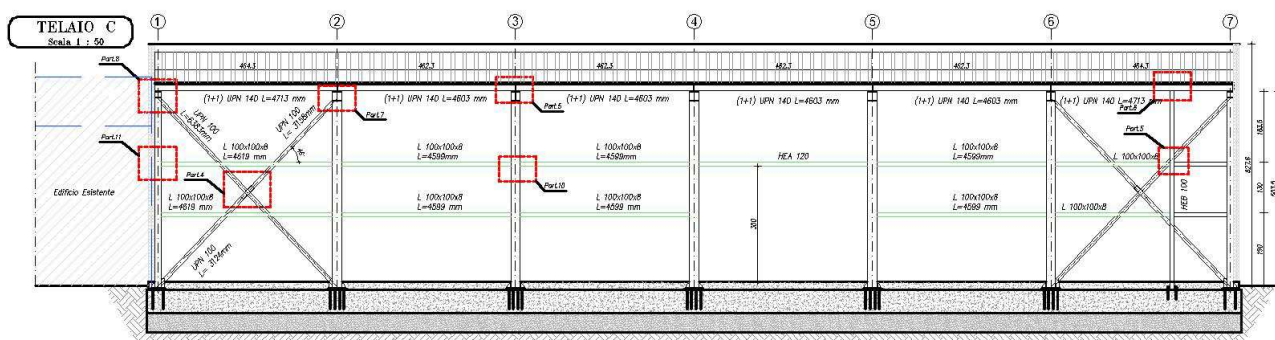
Individuazione della porzione oggetto di demolizione (in giallo) e ricostruzione (in rosso)

L'intervento si configura come **NUOVA COSTRUZIONE**:

Il nuovo fabbricato, sarà realizzato con struttura in acciaio caratterizzata dalla presenza di 7 telai posti ad interasse costante di circa 4.62 m.

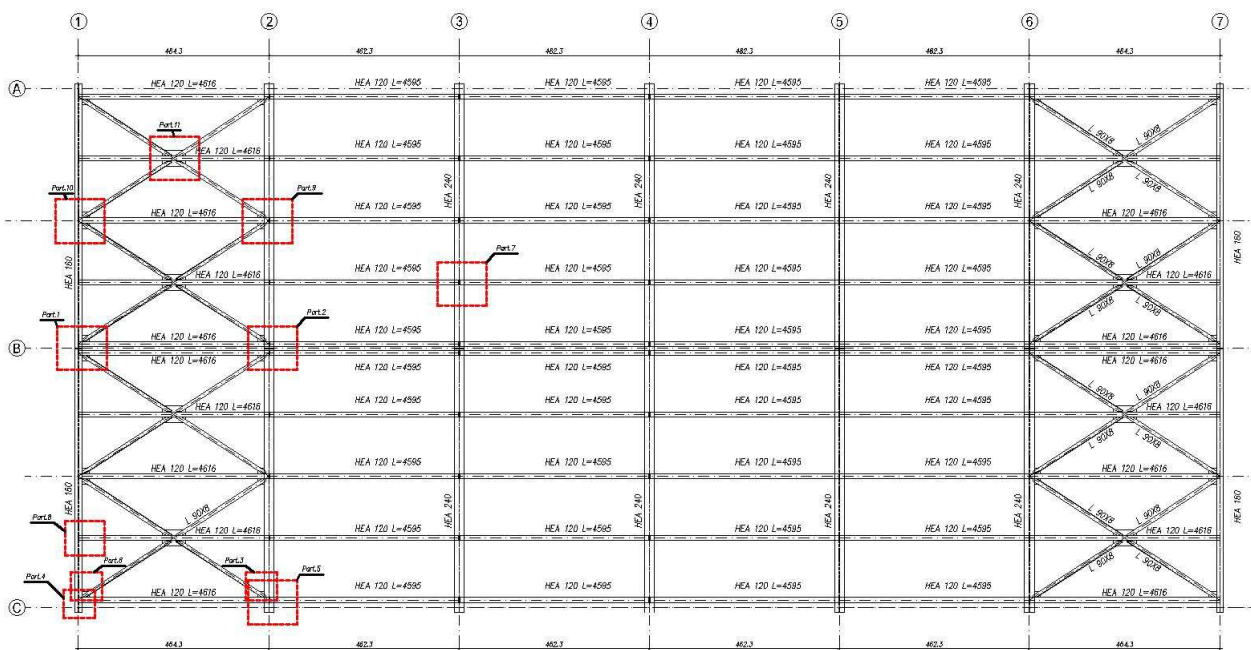
Il primo e l'ultimo telaio saranno realizzati con pilastri e travi in HEA160, invece i telai centrali saranno formati da pilastri e travi di sezione HEA240.

La struttura secondaria della copertura è formata da arcarecci HEA120 su cui verranno posti pannelli sandwich.



Prospetto Laterale Nord-Ovest

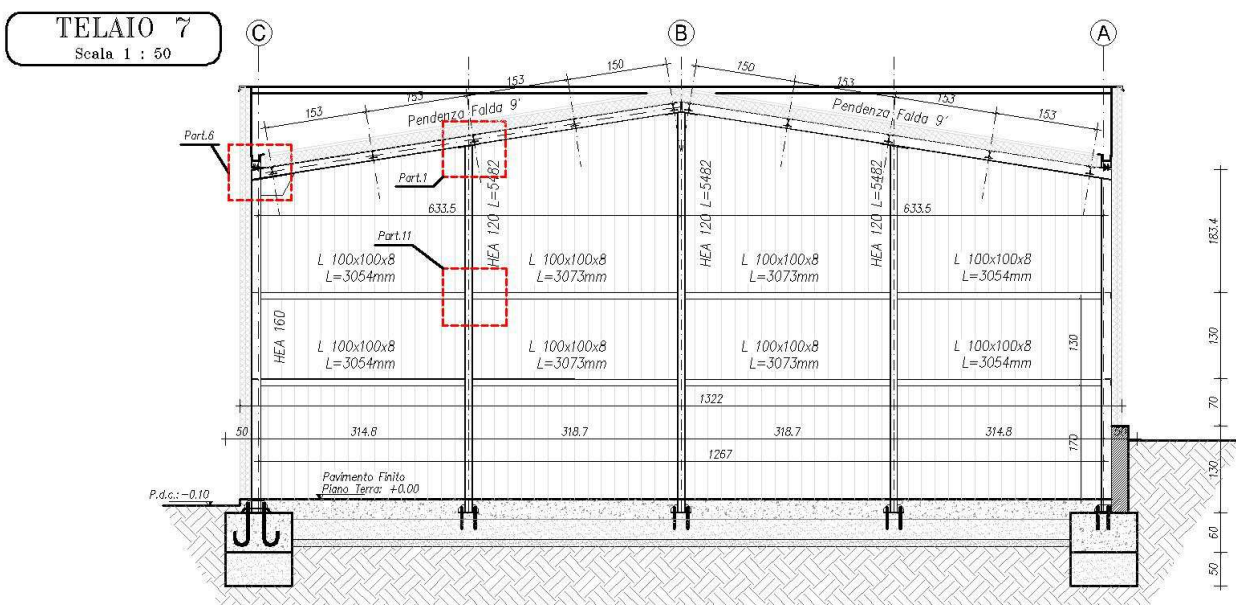
Lungo i Prospetti laterali Nord-Ovest e Sud-Est, si posizioneranno, in sommità ai pilastri, due UPN 140, collegati tra loro, posti tra loro ad una distanza di circa 10 cm con la funzione di collegamento tra i telai, ma con la possibilità di permettere il passaggio interno tra i profili del pluviale.



Pianta della copertura

La controventatura di falda sarà realizzata con profili angolari a lati uguali 90x8 e i controventi di parete saranno realizzati con UPN 100.

I pilastri posti sulle facce laterali a Nord est e Sud Ovest saranno realizzati con profili HEA 120 a cui verranno fissati i pannelli laterali.



Prospetto Nord-Est

Il progetto prevede di realizzare l'intervento in due fasi: una prima fase in cui si realizzerà la struttura principale e si procederà alla realizzazione delle pareti laterali solo in corrispondenza dei prospetti Nord-Est e Sud-Ovest, mantenendo i due lati lunghi aperti.

In una seconda fase si provvederà alla realizzazione delle restanti pareti, realizzate sempre con pannelli sandwich, così da chiudere tutto il perimetro. Solo al momento di esecuzione di tale seconda fase si prevede l'inserimento di profili reggi parete angolari a lati uguali 100x8.

La fondazione sarà realizzata con travi rettangolari in c.c.a. 100x60h cm percorrenti tutto il perimetro del nuovo fabbricato e alcune travi trasversali sempre in c.c.a. 40x60h cm entrambe poste su uno strato di magrone al fine di attestarsi alla quota prevista.

A sostegno della sola pavimentazione interna, al fine di evitare possibili cedimenti e permettere lo svolgimento dell'attività sportiva, si prevede la realizzazione di una soletta armata di fondazione di spessore 25 cm.

L'intervento previsto ha carattere di **Nuova costruzione** in quanto, seppure costruito in adiacenza, non interviene a modificare ed a interagire con il comportamento globale della struttura esistente: la struttura sarà realizzata mantenendo una distanza, giunto sismico, tale da non interferire sul comportamento della struttura della porzione esistente e non oggetto d'intervento.

c) Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

La normativa di riferimento è quella attualmente vigente, ovvero il DM 14/01/2008, nel seguito denominato anche "NTC 2008" e la relativa circolare attuativa Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici: "Istruzioni per l'applicazione delle nuove "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008.

Si è fatto riferimento anche alle normative di seguito indicate:

Legge 5 novembre 1971 N. 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

D.M. 14.02.92 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

C.M. n. 37406/STC Istruzioni relative alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

C.M.15.10.96 n. 252 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.

CNR-UNI 10011/88 Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

EUROCODICE 3 Progettazione delle strutture di acciaio.

Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b: "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale"

UNI EN 1090-1:2012: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

UNI EN 1090-2:2011: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio

d) Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito e azioni considerate sulla struttura

La classe d'uso della struttura è la II ($C_U = 1$), mentre è prevista una vita nominale V_N pari a 50 anni. Il periodo di riferimento V_R per l'azione sismica risulta pertanto pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Da relazione geologica, sono stati analizzati i dati relativi al terreno e la categoria di appartenenza del sottosuolo è risultata essere la B, mentre la categoria topografica è la T1. Il sito in esame si trova nel comune di Casalecchio di Reno, che ricade in Zona III; le coordinate geografiche, impiegate ai fini della determinazione dei parametri di input sismico, sono:

Lat. 44.4794; Long. 11.2614.

Si riportano i parametri di calcolo dell'analisi dinamica.

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

Casalecchio di Reno, loc. Ceretolo via Monte Sole 2 Longitudine 11.2614 Latitudine 44.4794

Tipo di Terreno B

Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000

Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni

Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0

Classe di duttilità impostata Bassa

Fattore di struttura massimo q_0 per sisma orizzontale 1.00

Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00

Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00

Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00

Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50

Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05

TU 2008 SLV H

Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)

S_s 1.200

a_g/g 0.1673

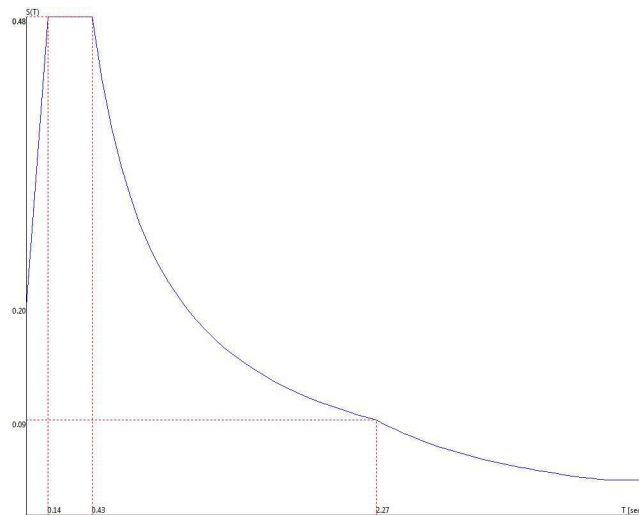
T_B 0.14 [sec]

F_o 2.3891

T_C 0.43 [sec]

T_C^* 0.3100

T_D 2.27 [sec]



TU 2008 SLD H

Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)

S_s 1.200

T_B 0.13 [sec]

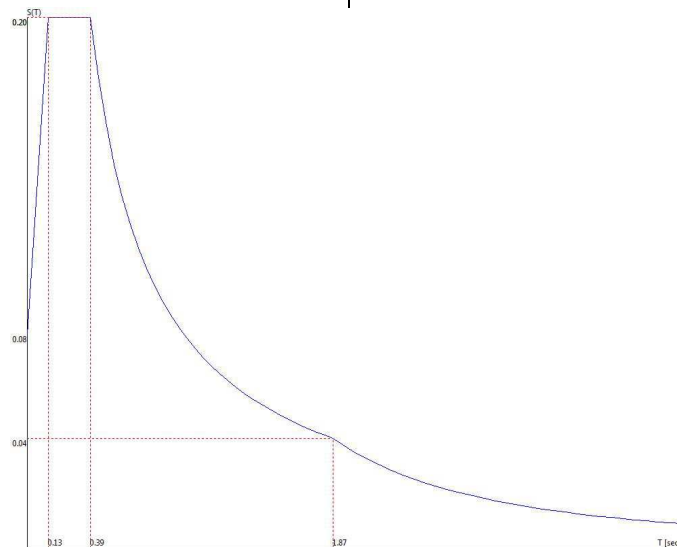
T_C 0.39 [sec]

T_D 1.87 [sec]

a_g/g 0.0680

F_o 2.4909

T_C^* 0.2702



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	Peso Proprio	1.000000
2	Permanenti	1.000000
3	Neve	0.000000
4	Vento +y	0.000000
5	Vento -y	0.000000
6	Vento -x	0.000000
7	Vento +x	0.000000

Per la verifica della struttura in progetto oltre all'input sismico, considerato in tutte le direzioni e intensità previste dalla normativa, sono stati considerate le azioni dovute principalmente al peso proprio, al vento e alla neve in copertura.

Oltre ai pesi propri della struttura portante costituita si è considerato anche il peso permanente dato dai pannelli di copertura. Tale carico è stato definito pari a $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del DM 14.01.08 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617.

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
2	25	750	0.015
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			85
T_R (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
\underline{v}_b ($T_R = 50$ [m/s])			25.000
α_R (T_R)			1.00073
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			25.018

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	391.20
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa	mare	500m		
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	mare	costa	
	1,5 km	0,5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	costa	
	mare	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

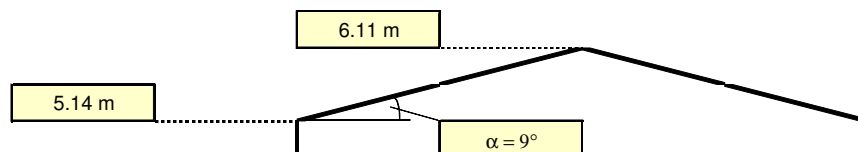
Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
2	B	85

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

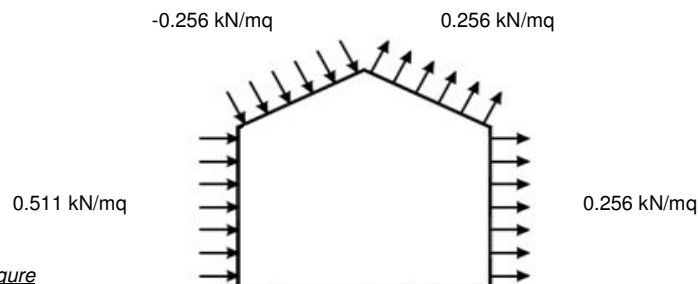
Cat. Esposiz.	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]	c_t
IV	0.22	0.3	8	1

z [m]	c_e
$z \leq 8$	1.634
$z = 5.14$	1.634
$z = 6.11$	1.634



Combinazione più sfavorevole:

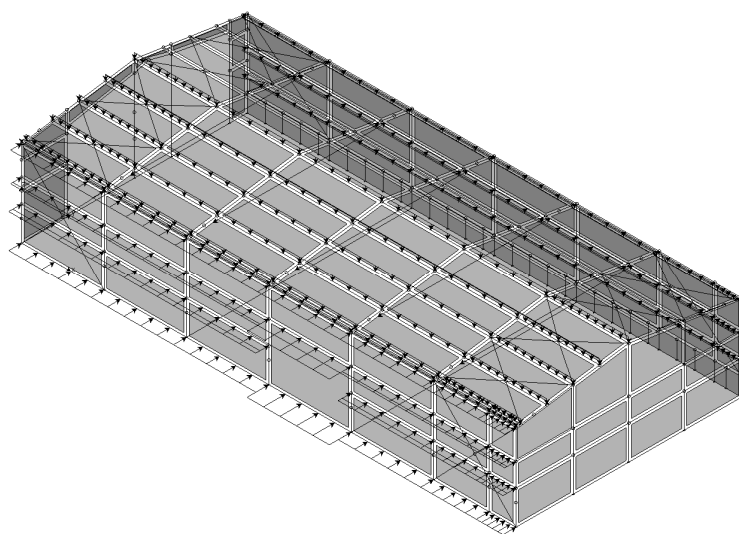
	p [kN/mq]
(1)	0.511
(2)	-0.256
(3)	0.256
(4)	0.256



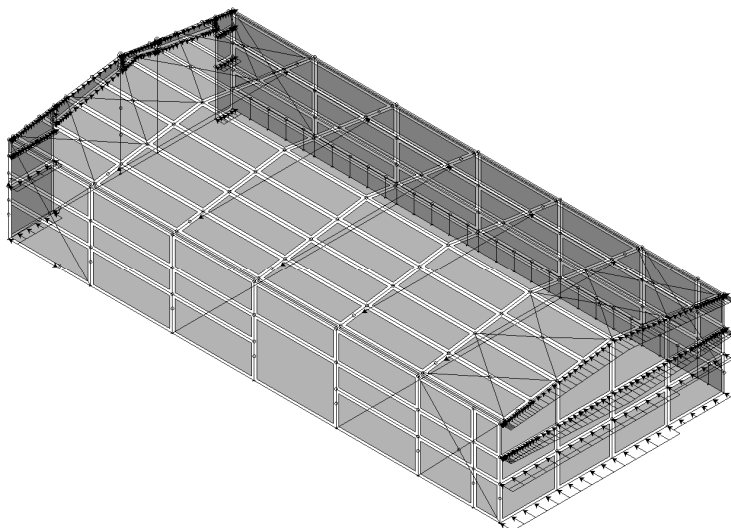
N.B. Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

Si riportano le aree di carico adottate nella modellazione e la loro applicazione al modello.

Vento +y



Vento +x



CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

○	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

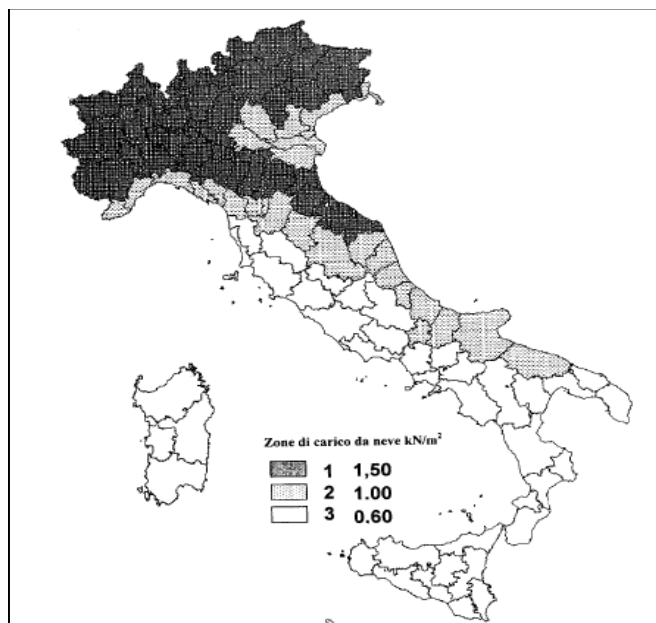
q_s (carico neve sulla copertura [N/mq]) = $\mu_i q_{sk} C_E C_t$
 μ_i (coefficiente di forma)
 q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])
 C_E (coefficiente di esposizione)
 C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	61
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.50

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50
--	------

Oltre all'azione della neve sulla falda si considera l'accumulo dovuto alla presenza della parete laterale che fornisce un muro di contenimento di altezza pari a 1 m.

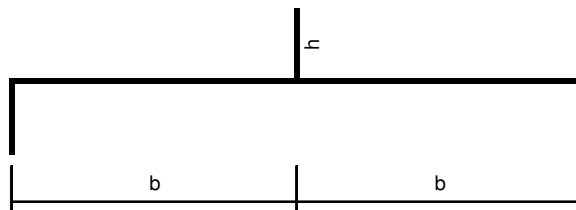
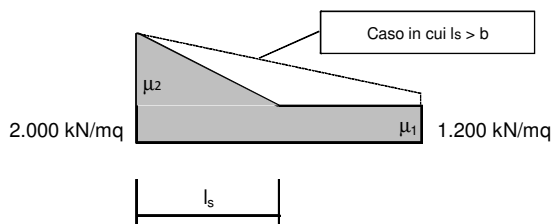
Coefficiente di forma (accumuli in corrispondenza di sporgenze)

b [m]	6
h [m]	1

l_s [m]	5
μ_1	0.8

$\gamma h / q_{sk}$	1.333
μ_2	1.333

($0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$)

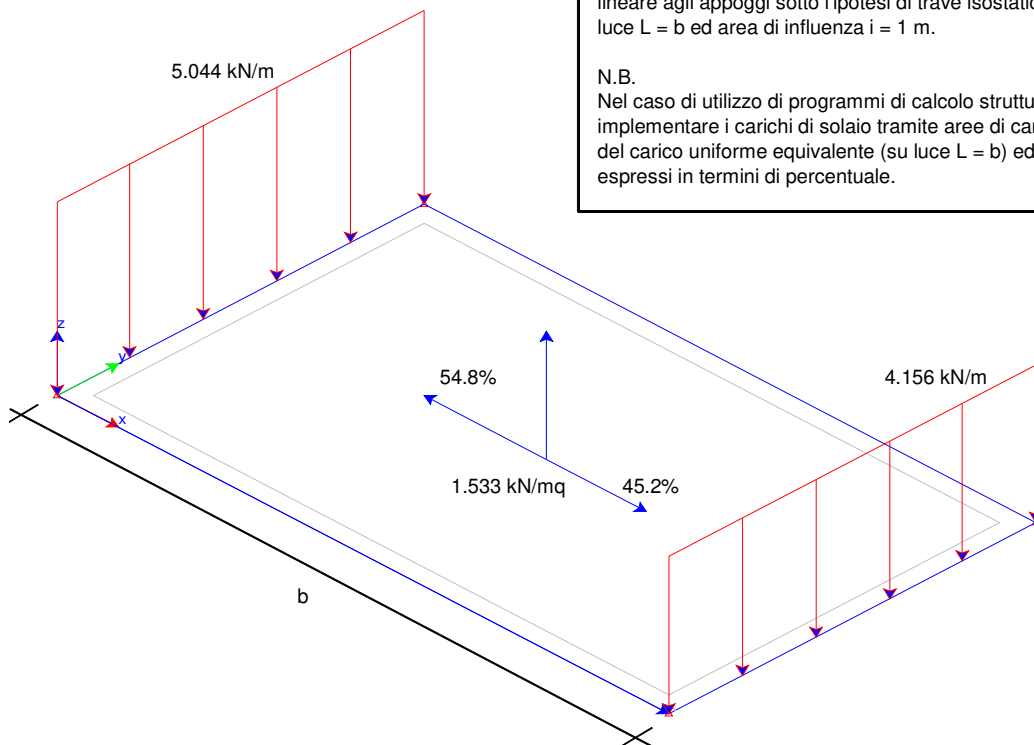


l_s	<	b
-------	---	-----

Per la condizione di carico si calcolano le azioni dovute alla neve come carico lineare agli appoggi sotto l'ipotesi di trave isostatica a giacitura orizzontale di luce $L = b$ ed area di influenza $i = 1$ m.

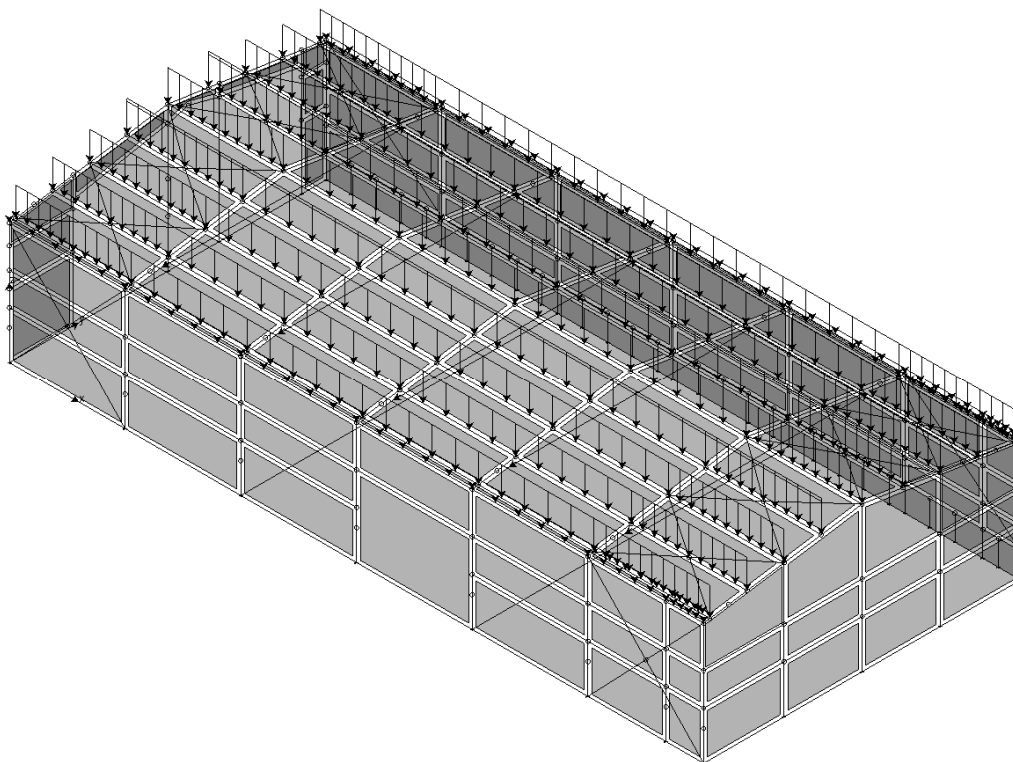
N.B.

Nel caso di utilizzo di programmi di calcolo strutturale che consentono di implementare i carichi di solaio tramite aree di carico si calcola anche il valore del carico uniforme equivalente (su luce $L = b$) ed i coefficienti di ripartizione espressi in termini di percentuale.



Essendo la copertura influenzata dall'accumulo per una lunghezza di almeno 5 metri a favore di sicurezza si considera un carico distribuito pari a 153 kg/mq sull'intera falda.

Si riportano le aree di carico adottate nella modellazione e la loro applicazione al modello.



Graficizzazione azione della Neve

e) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati

Per la struttura in elevazione è previsto l'impiego di profili in acciaio, rispondenti alle prescrizioni riportate in normativa ed in particolare

- Acciaio da carpenteria S275 UNI EN 10025-2:

Valore caratteristico di snervamento $\rightarrow f_{yk} \geq 275 \text{ N/mm}^2$

Valore caratteristico di rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente parziale di sicurezza $\rightarrow \gamma_c = 1,05$

Si prescrive che i profili siano marcati CE con riferimento alla classe di esecuzione EXC2 in accordo alla norma UNI 1090-1:2012

Unioni bullonate:

Bulloni Classe 8.8

Viti Classe 8.8

Dadi Classe 8

Valore caratteristico di snervamento $\rightarrow f_{yb} \geq 640 \text{ N/mm}^2$

Valore caratteristico di rottura $\rightarrow f_{tb} \geq 800 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente parziale di sicurezza dei bulloni $\rightarrow \gamma_c = 1,25$

Adopera, Bocciodromo via Monte Sole 2 Casalecchio di Reno

Calcestruzzo per fondazioni

Classe di resistenza	C 20/25
Classe di esposizione	XC2
Diametro max inerti	20mm
Resistenza cubica a 28gg	$R_{ck} = 250 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a 28gg	$f_{ck} = 20.7 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di prog. A comp.	$f_{cd} = 11.7 \text{ N/mm}^2$

Acciaio da c.a. in barre Tipo: B 450 C

$f_{y \text{ nom}} =$	450 N/mm²
$f_{t \text{ nom}} =$	540 N/mm²
$f_{yk} \geq f_{y \text{ nom}}$	(snervamento)
$f_{tk} \geq f_{t \text{ nom}}$	(rottura)
$f_t / f_y \geq$	1.13
$f_t / f_{\text{nom}} \geq$	1.25
allung.	$\geq 7\%$

Per maggiori dettagli sui materiali impiegati si rimanda alla relazione sui materiali

I pannelli Sandwich si considera un pannello metallico coibentato di classe A contenete fibre di vetro di spessore di circa 15/16 cm.

f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

La struttura in acciaio è stata progettata come non dissipativa; pertanto è stato adottato un fattore di struttura unitario. Inoltre si afferma che la struttura in progetto sarà completamente distaccata dalla struttura esistente. I profili sono incastrati alla base in quanto saranno collegati alla nuova fondazione o con tasselli e resina chimica, in corrispondenza del muro laterale posto a sud-ovest e per i pilastri con la sola funzione di reggi pannelli, o con tirafondi.

Inoltre, in accordo con il progetto architettonico sul lato da realizzare in adiacenza alla struttura non oggetto d'intervento, si realizzeranno i pannelli di parete solo nella parte che risulta fuori dalla sagoma dell'edificio esistente.

In particolare la scelta architettonica permetterà di mantenere in essere le finestre esistenti.

Si riporta una rappresentazione del modello strutturale adottato.

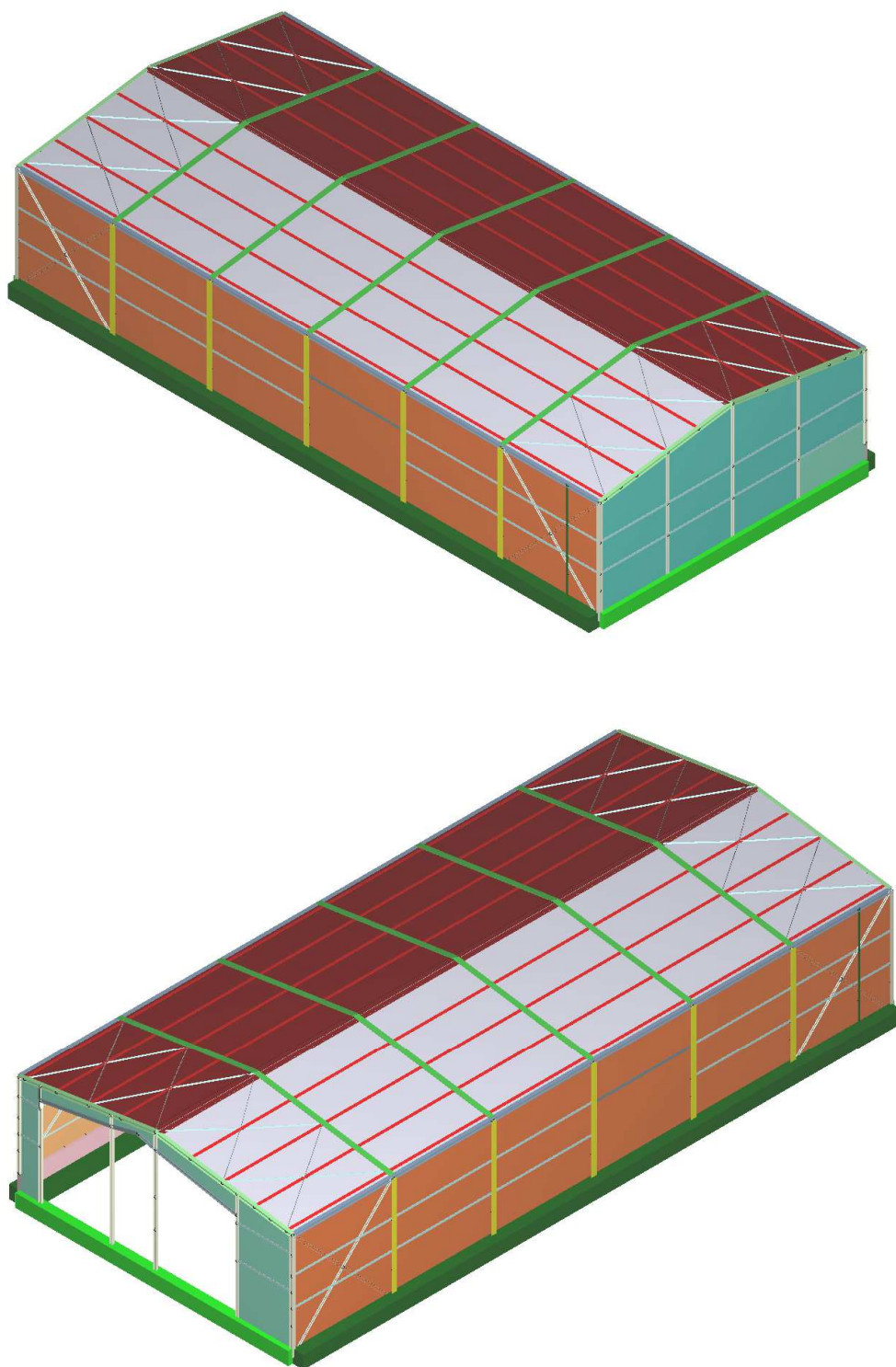


Immagine tridimensionale del modello relativo all'intervento di nuova realizzazione

g) Indicazioni sulle principali combinazioni delle azioni

Le verifiche sono state compiute considerando il DM 14/01/2008 e relativa circolare e rispettando i soli SLU.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle combinazioni di carico applicate alla struttura.

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 29

Condizione	
1	Peso Proprio
2	Permanenti
3	Neve
4	Vento +y
5	Vento -y
6	Vento -x
7	Vento +x
8	Sisma 0SLV
9	Sisma 90SLV
10	Sisma 180SLV
11	Sisma 270SLV
12	Sisma 0SLD
13	Sisma 90SLD
14	Sisma 180SLD
15	Sisma 270SLD

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero	
1	neve
2	vento +y N +x
3	vento -y N -y
4	vento -x
5	vento +x N +y
6	Vento +y +x N
7	Vento +x +y N

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7
1	1.3	1.3	1.5	0.9			0.3
2	1.3	1.3	1.05	1.5			0.3
3	1.3	1.3	1.05		1.5	0.3	
4	1.3	1.3	1.05		0.3	1.5	
5	1.3	1.3	1.05	0.3			1.5
6	1.3	1.3	0.75	1.5			0.9
7	1.3	1.3	0.75	0.9			1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Adopera, Bocciodromo via Monte Sole 2 Casalecchio di Reno

Combinazione di carico numero	
8	Sisma 0 / 90
9	Sisma 0 / 270
10	Sisma 90 / 0
11	Sisma 90 / 180
12	Sisma 180 / 90
13	Sisma 180 / 270
14	Sisma 270 / 0
15	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	8	9	10	11
8	1	1	1	0.3		
9	1	1	1			0.3
10	1	1	0.3	1		
11	1	1		1	0.3	
12	1	1		0.3	1	
13	1	1			1	0.3
14	1	1	0.3			1
15	1	1			0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

16	Neve
17	Vento y
18	vento -y
19	vento x
20	Vento -x
21	proprio

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7
16	1	1	1	0.6		0.2	
17	1	1	0.7	1			0.2
18	1	1	0.5		1	0.6	
19	1	1	0.5	0.6		1	
20	1	1	0.7	0.2			1
21	1	1					

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero	
22	Sisma 0 / 90
23	Sisma 0 / 270

24	Sisma 90 / 0
25	Sisma 90 / 180
26	Sisma 180 / 90
27	Sisma 180 / 270
28	Sisma 270 / 0
29	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	12	13	14	15
22	1	1	1	0.3		
23	1	1	1			0.3
24	1	1	0.3	1		
25	1	1		1	0.3	
26	1	1		0.3	1	
27	1	1			1	0.3
28	1	1	0.3			1
29	1	1			0.3	1

h) Indicazioni sul metodo di analisi seguito e sintesi dei principali risultati

Il tipo di analisi svolta è quella dinamica lineare, o analisi modale. Di seguito si riportano i principali risultati dell'analisi.

RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

I_p	raggio d'inerzia polare di piano $I_p = \sqrt{J_p / m}$
X_g, Y_g, Z_g	coordinate centro di massaModale
D_x, D_y	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezze
$K_{rz}, K_{tmin}, K_{tmax}$	rigidezze traslanti e torcenti
r_1, r_2	raggi giratori d'inerzia ($r_1 = (K_{rz}/K_{tmin})^{1/2}$, $r_2 = (K_{rz}/K_{tmax})^{1/2}$)
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_z$	incrementi percentuali di rigidezze ($\Delta K = (K_i - K_{i-1})/K_{i-1}$)
K_{xi}, K_{yi}, K_{zi}	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff.di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura g_i)
$ L_i / L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
Mmi/Mmtot	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo
Sum Mmi/Mmtot	percentuale cumulativa delle masse modali efficaci
$\Phi_{i, Ux}, \Phi_{i, Uy}, \Phi_{i, Bz}$	spostamenti modali del nodo master

Di seguito si riporta la sintesi dei principali risultati.

Sintesi dei risultati per direzione d'ingresso del sisma.

SLV

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	17	0.15	43	96
90.00 [°]	52	0.35	47	100
180.00 [°]	117	0.15	43	96
270.00 [°]	152	0.35	47	100

SLD

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	217	0.15	43	96
90.00 [°]	252	0.35	47	100
180.00 [°]	317	0.15	43	96
270.00 [°]	352	0.35	47	100

i) Criteri di verifica utilizzati in presenza di azione sismica

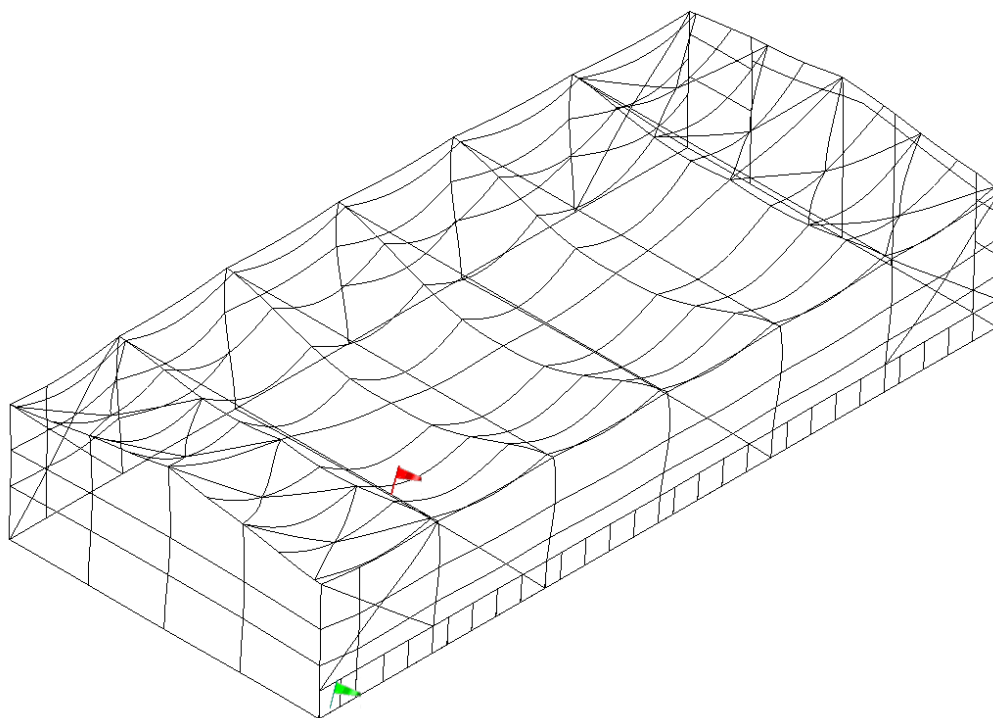
I criteri di verifica relativi alla azione sismica sono già stati mostrati in modo esaustivo nei paragrafi precedenti, con particolare riferimento alla metodologia di calcolo e alle modalità di verifica effettuate, in accordo con le NTC 2008.

Per maggiori informazioni si rimanda al punto h) e alla relazione di calcolo allegata.

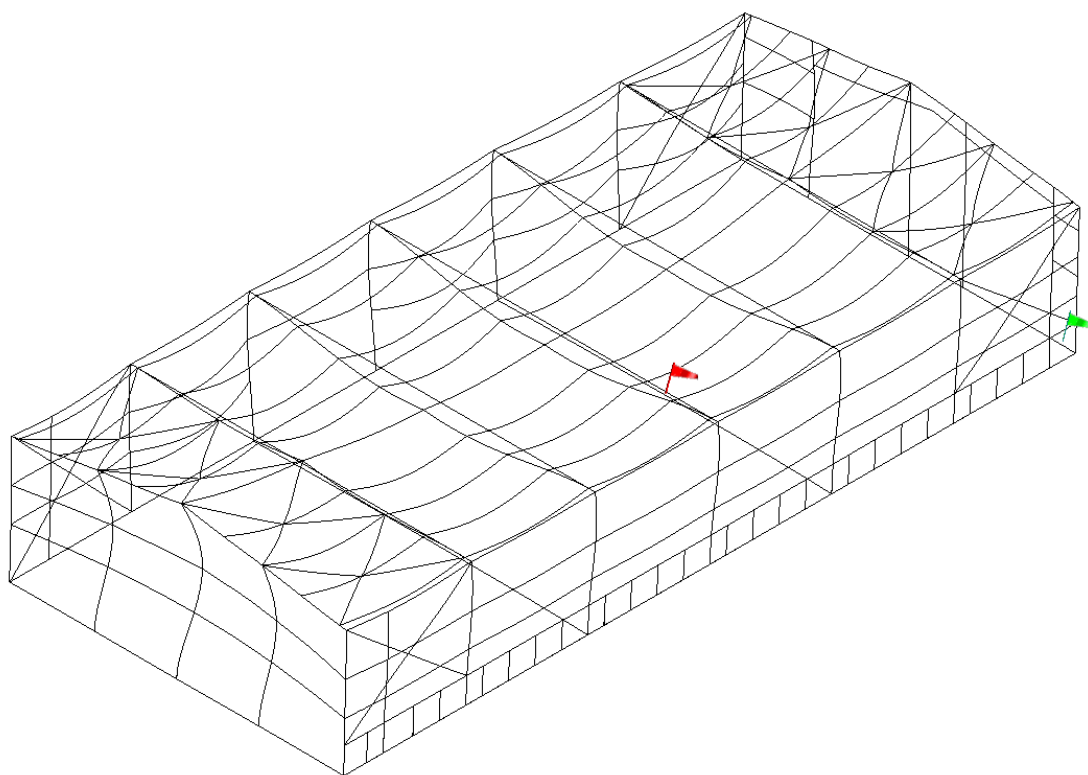
j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, sintesi delle verifiche di sicurezza

Si riporta la rappresentazione grafica di due configurazioni deformate della struttura, relativamente agli stati limite di esercizio e relativamente agli stati limite di danno:

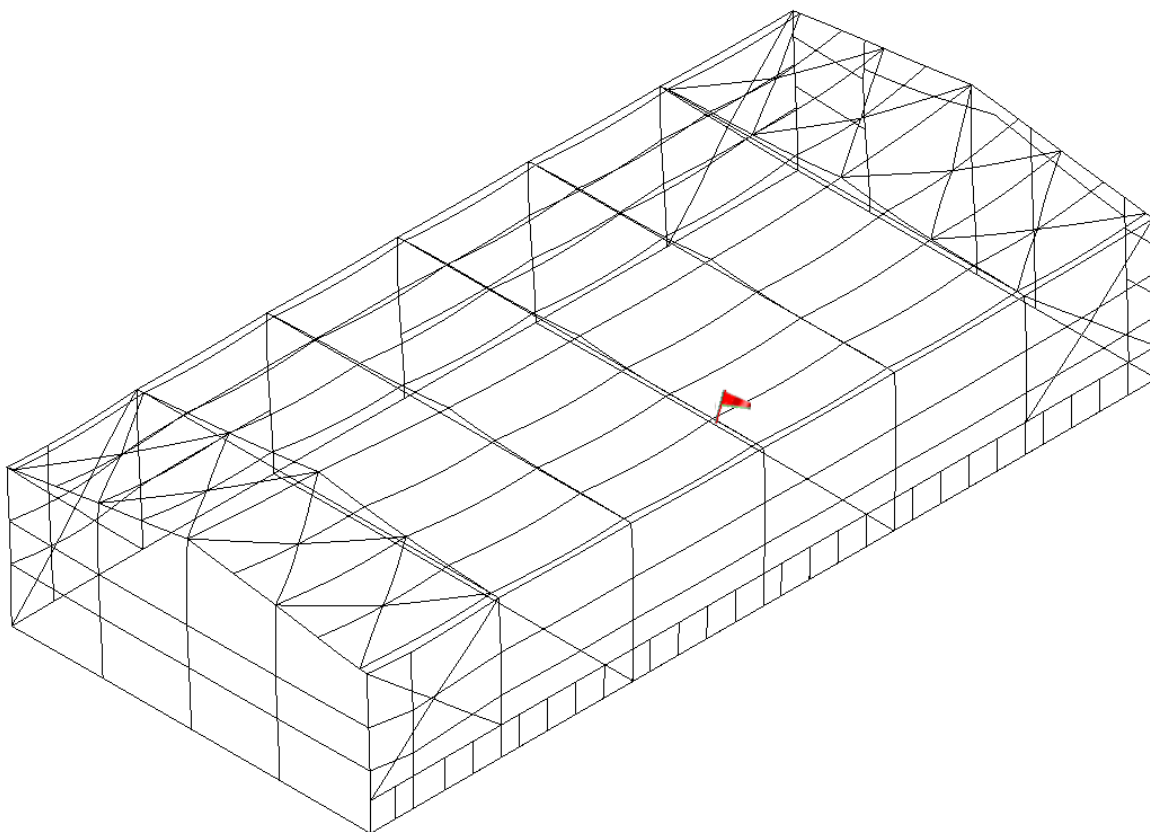
Configurazione deformata relativa a SLE



Neve



Vento x



Configurazione deformata relativa a SLD 0/270

Verifiche sugli elementi strutturali

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche degli elementi componenti la struttura.

In particolare si riportano i rapporti massimi, di ogni tipologia di profilato, riscontrati tra le azioni sollecitanti e le azioni resistenti

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 HEA 240	93 83	0.12	151 128	0.77
2 HEA 120/Rompitrata_facciata	234 198	0.05	87 12	0.58
3 HEA 160/pil facciata	108 88	0.06	96 47	0.26
4 HEB 100/pil facciata	75 21	0.01	84 7	0.41

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 HEA 120/arcareccio	182 183	0.33	238 239	0.87
2 HEA 240/trave	161 145	0.48	166 151	0.80
3 HEA 160/trave_bordo_falda	208 225	0.08	163 148	0.24

5 L Equal Flanges 90x90x8/Controvento_falda	242 259	0.53	242 224	0.96
7 L Equal Flanges 100x100x8/Reggi_parete	110 111	0.06	94 95	0.58
8 UPN 140/Trave di Bordo	169 168	0.05	146 147	0.94
9 UPN 100/Controvento_Parete_x	148 112	0.24	107 8	0.65
10 profili_vari 2hea120_cop/doppia trave_colmo	258 259	0.33	257 258	0.57
11 HEA 120/Trave_reggi_parete_laterale	217 233	0.02	117 118	0.26

Elementi Biella

Sezione	Min Elemento nodi	Min S _D /S _R	Max Elemento nodi	Max S _D /S _R
1 FUNI ø 15	175 182	0.13	173 180	0.28

Frecce trave HEA 240 L=12.65 [m] combinazione di carico rara n°16 Neve

Freccia massima nel piano 1-2 -5.57 [cm] L/F = 227 < 300 Verificata

k) Caratteristiche e affidabilità codice di calcolo

L'analisi di tipo numerico è stata realizzata mediante il codice di calcolo Enexsys, del quale si riportano gli estremi identificativi:

- **En.Ex.Sys. WinStrand**
- Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Modellazione Strutturale con Elementi Finiti Tipo

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastr).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

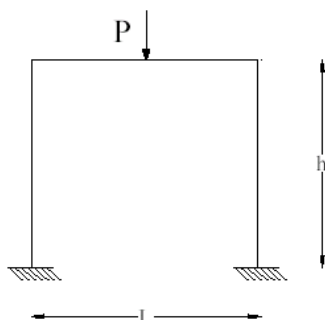
Adopera, Bocciodromo via Monte Sole 2 Casalecchio di Reno

- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Per verificare l'affidabilità del codice di calcolo si analizza un telaio piano caricato da una forza verticale P al centro del telaio:

Tipi di analisi: statica lineare

Descrizione schema statico: Portale incastrato alla base dei ritti e caricato nella mezzeria del traverso con un carico concentrato P . Lo schema è staticamente indeterminato.



Obiettivo: determinare le reazioni verticali alla base dei ritti. Si trascura il peso delle aste.

Dati:

$E = 2068428$ [Kg/cm²]

$L = 3.04$ [m]

$h = 2.54$ [m]

$A_{rit} = 25.80$ [cm²]

$A_{trav} = 51.61$ [cm²]

$P = 0.45$ [t]

Modello: I due nodi alla base del portale vengono vincolati in modo da lasciare libera solo la rotazione Z . I nodi rimanenti sono completamente liberi. Il carico P viene applicato al nodo inserito in mezzeria del traverso.

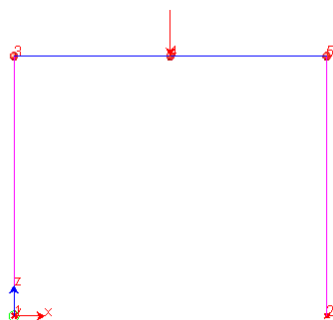


Fig. 2 Modello

Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
$R1 = R2$ [t]	0.225	0.225	1.000

Il codice di calcolo è, pertanto, affidabile.

1) Strutture geotecniche e di fondazione

La fondazione sarà realizzata con travi rettangolari in c.c.a. 100x60h cm percorrenti tutto il perimetro del nuovo fabbricato e alcune travi trasversali sempre in c.c.a. 40x60h cm.

Tutte le travi saranno poste su uno strato di magrone al fine di attestarsi alla quota prevista dalla relazione geologica. Inoltre, in corrispondenza della pavimentazione interna, con la funzione di sostegno della porzione adibita a campi di gioco, sarà realizzata una soletta armata.

Per le verifiche e le analisi rispetto alle strutture di fondazione si rimanda alla relativa relazione geotecnica.

m) Indicazione della categoria di intervento previsto e motivazione della scelta adottata

L'intervento previsto ha carattere di **Nuova costruzione** in quanto, seppure costruito in adiacenza, non interviene a modificare ed a interagire con il comportamento globale della struttura esistente: la struttura sarà realizzata mantenendo una distanza, giunto sismico, tale da non interferire sul comportamento della struttura della porzione esistente e non oggetto d'intervento.

Il D.M. 14.01.2008 (*"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"*) al § 7.2.2 prescrive che "la distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare); in ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad 1/100 della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $ag \cdot S/0,5g \leq 1$. Qualora non si eseguano calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base, può essere stimato in 1/100 dell'altezza della costruzione moltiplicata per $ag \cdot S/0,5g$ ".

Spostamento massimo del nuovo fabbricato ottenuto dall'analisi lineare	d_{Ee}	2.90 cm
Spostamento massimo del nuovo fabbricato sotto azione sismica valutato allo SLV	d_E	2.90 cm
Spostamento massimo del fabbricato esistente valutato allo SLV	$d_{esistente}$	2.13 cm
Dimensione minima del giunto	$d_{giunto,min}$	2.13 cm
Dimensione da calcolo del giunto ($d_{giunto} = d_E + d_{esistente}$)	d_{giunto}	5.03 cm
Peso dell'arrotondamento da applicare alla dimensione da calcolo del giunto	P	5.00
Dimensione consigliata per il giunto ($d_{giunto} > d_E + d_{esistente}$)	d_{giunto}	10.00 cm

n) Descrizione della struttura esistente nel suo insieme

La struttura esistente corrisponde a quella di un tipico capannone industriale monopiano a struttura in acciaio, con pianta regolare inscritta in un rettangolo di dimensioni 47x8.8 m ed un'altezza di circa 5.5 m.

La struttura portante è caratterizzata dalla presenza di 13 capriate poste ad interasse costante di 3.9 m formate da pilastri a sezione tubolare quadrata cava di 120x120 mm e spessore 4 mm su cui poggiano travi reticolari di altezza complessiva 540 mm. La struttura secondaria della copertura è formata da arcarecci a sezione rettangolare cava di dimensioni 45x85 mm di spessore 3 mm. il manto di copertura prevede la presenza di pannelli sandwich.

L'intervento consiste nella completa demolizione di una porzione della struttura esistente e nella realizzazione di un nuovo fabbricato indipendente dalla struttura esistente infatti, come già espresso nei punti precedenti, la struttura sarà realizzata mantenendo una distanza, giunto

sismico, tale da non interferire sul comportamento della struttura della porzione esistente e non oggetto d'intervento.

o) Definizione delle proprietà meccaniche dei materiali costituenti le strutture interessate dall'intervento.

Non pertinente in quanto la porzione di fabbricato esistente interessata dall'intervento sarà oggetto di demolizione.

p) Risultati più significativi emersi tra i livelli di sicurezza pre e post intervento.

Il punto p) non risulta pertinente.

Bologna, 21/04/2017

Il tecnico incaricato

Ing. Rita Trentini