

COMUNE DI CARRARA
PROVINCIA DI MASSA CARRARA



CODICE ELABORATO

P D S T 0 2 0 2

PROGETTO DEFINITIVO

CAPOGRUPPO

DOTT. ING. GIUSEPPE CERVAROLO

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO
"M. BUONARROTI"

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PREVIA
DEMOLIZIONE DEL FABBRICATO ESISTENTE.

CUP: F86F22000160001



MANDANTI

ING. ANNA MARIA MIRACCO



ING. CARMELO FRANCESCO OLIVA



COMMITTENTE

COMUNE DI CARRARA
SETTORE OPERE PUBBLICHE/PATRIMONIO
U.O. EDILIZIA PUBBLICA

PIAZZA 2 GIUGNO 1
54033 CARRARA (MS)
TEL. 0585 641287 – Fax 0585 777732

R.U.P.

GEOM. RICCARDO GASPAROTTI

FINANZIAMENTO



**Finanziato
dall'Unione europea**

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
(PNRR)

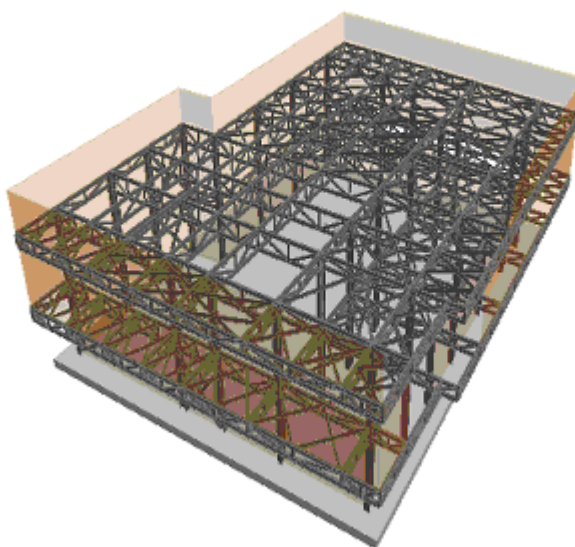
MISSIONE 5 - COMPONENTE 2
INVESTIMENTO / SUB-INVESTIMENTO 2.1
M5C2 - INFRASTRUTTURE SOCIALI - FAMIGLIE,
COMUNITÀ E TERZO SETTORE

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	APRILE 2023	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO
B					
C					

Comune :	Carrara
PROVINCIA :	Massa Carrara

Allegati

Progetto di nuova struttura ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



**Oggetto: Scuola secondaria di Primo Grado “M.Buonarroti”
Realizzazione di una nuova scuola previa demolizione del fabbricato esistente
CUP F86F22000160001**

Committente:	Progettista:	Progettista Strutturale:	Direttore dei Lavori:
Comune di Carrara	Ing. Giuseppe Cervarolo	Ing. Giuseppe Cervarolo	Ing. Giuseppe Cervarolo

1 ALLEGATI.

1.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC).

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Oggetto :

CRITERI GENERALI DI VERIFICA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa : D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
Struttura : Nuova
Vita nominale : 50
Tipo di opera : Opere ordinarie
Classe d'uso : IV
Vita di riferimento : 100
Approccio Verifiche GEO : Approccio 2

Analisi dei Carichi

Peso dei materiali strutturali:

b - Calcestruzzo

Cls1 - Peso Specifico 2500.00 daN/m³

c - Acciaio per carpenteria.

Acciaio1 - Peso Specifico 7850.00 daN/m³

Pesi propri unitari - G1:

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Balconi [daN/m ²]
Fondazione	-	-
Piano 1	105.08	105.08
Piano 2	105.08	105.08

- Analisi dei Carichi -

Carichi Permanenti - G2:

Impalcato	Solai [daN/m ²]	Influenza Tramezzi [daN/m ²]	Tamponature [daN/m]
Fondazione	100	120	75
Piano 1	145.95	120	75
Piano 2	82.09	0	75

- Analisi dei Carichi -

Fondazione

Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni con $200 < G2 \leq 300$ daN/m (D.M. 17/01/2018)

Tamponature

Tipologia tamponatura prevalente: Tamponatura esterna (Utente)

Peso proprio tamponatura: 75.0 daN/m²

Piano 1

Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni con $200 < G_2 \leq 300$ daN/m (D.M. 17/01/2018)

Tamponature

Tipologia tamponatura prevalente: Tamponatura esterna (Utente)

Peso proprio tamponatura: 75.0 daN/m²

Piano 2

Tamponature

Tipologia tamponatura prevalente: Vetrata parapetto (Utente)

Peso proprio tamponatura: 55.0 daN/m²

Carichi Variabili - Q:

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m ²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	400	400	400
Piano 1	400	400	400
Piano 2	400	400	400

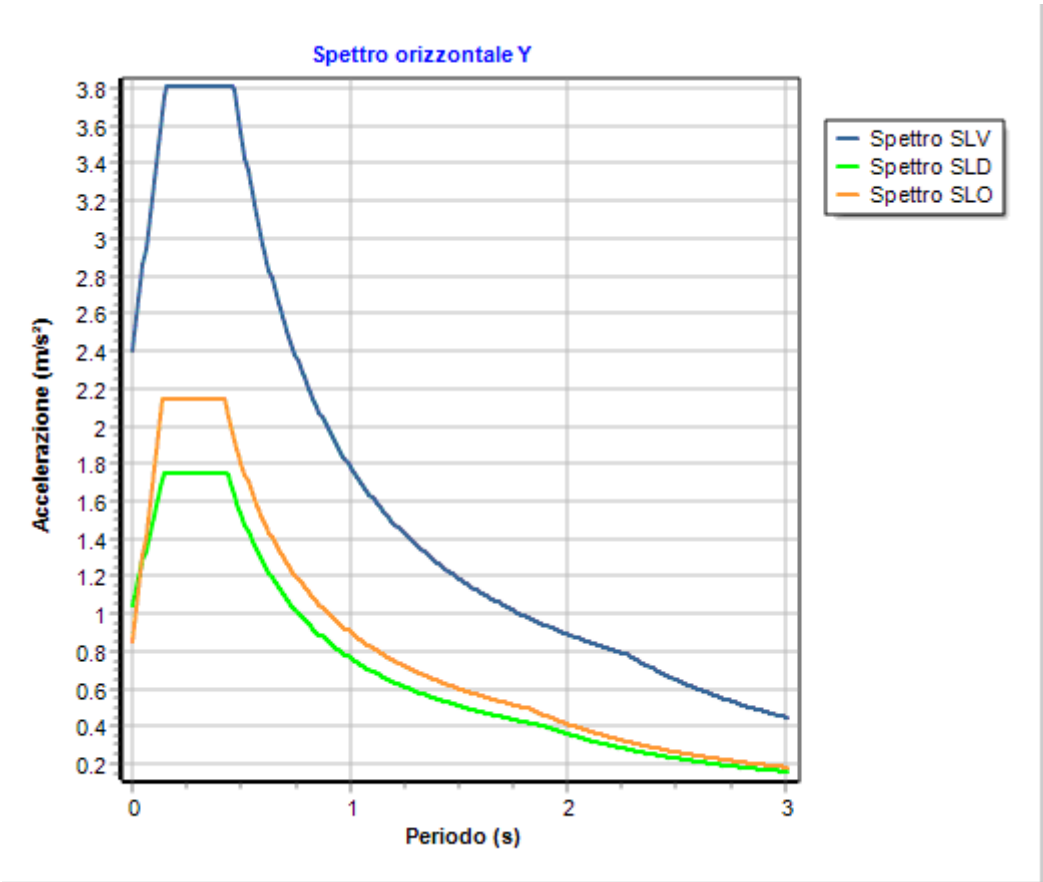
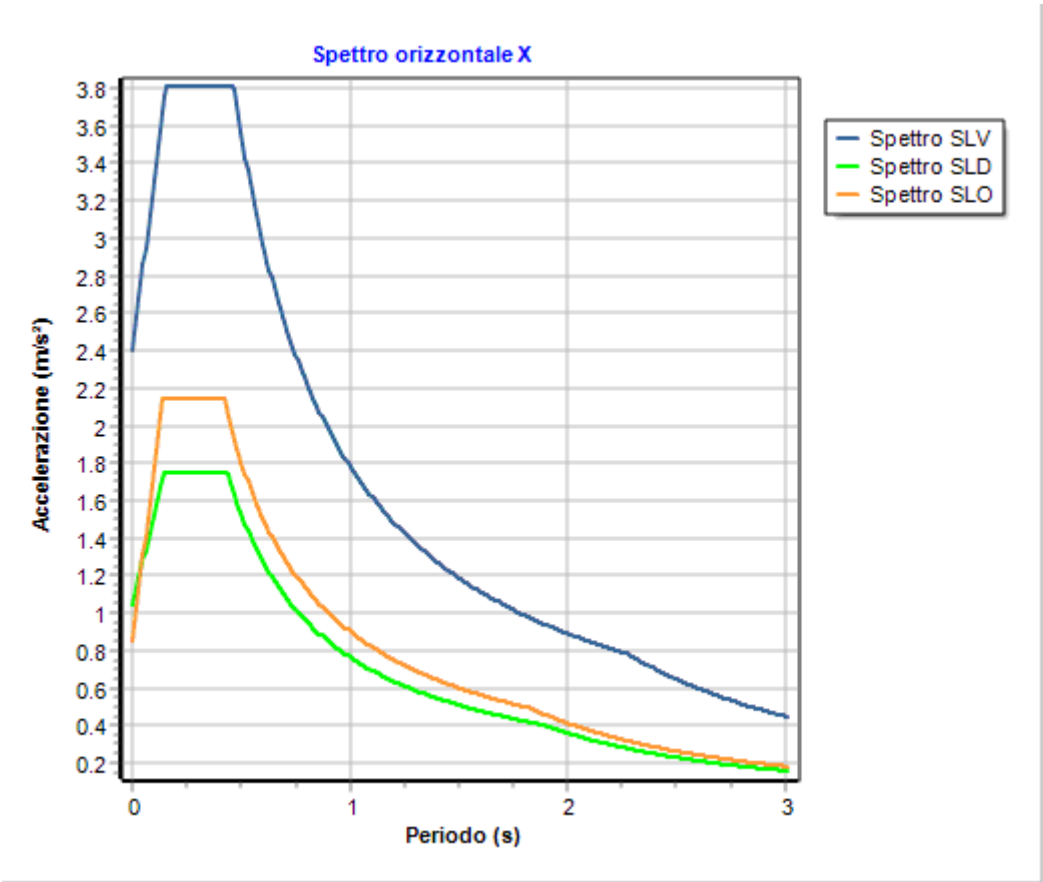
CLASSE DI DUTTILITA': Non dissipativa

Azione Sismica

Comune : Via Felice Cavallotti 40/D, 54033 Carrara Massa Carrara, Italy
 Latitudine : 44.0437°
 Longitudine : 10.0360°
 Suolo di fondazione : C
 Categoria topografica : T1
 Coeff. smorz. viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale							
	SLV		SLC		SLD		SLO	
Tempo di ritorno	949		1950		101		60	
Accelerazione sismica	0.168		0.210		0.071		0.058	
Coefficiente Fo	2.376		2.385		2.516		2.520	
Periodo T _c *	0.299		0.311		0.270		0.255	
Coefficiente S _s	1.46		1.40		1.50		1.50	
Coefficiente di amplificazione topografica St	1.00		1.00		1.00		1.00	
Prodotto S _s · St	1.46		1.40		1.50		1.50	
Periodo T _B	0.16		0.16		0.15		0.14	
Periodo T _C	0.47		0.48		0.44		0.42	
Periodo T _D	2.27		2.44		1.88		1.83	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Coefficiente η	0.667	0.667	1.000	1.000	*	*	*	*

* η pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.



Fattore di comportamento direzione x (qx) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : Acciaio
 Regolarità in elevazione : NO
 Regolarità in pianta : NO
 Kr : 1.00
 Tipologia Edificio : Edifici a telaio con più piani e più campate
 α_u / α_l : 1.30
 Tipologia Strutturale : Controventi concentrici a diagonale tesa attiva

Fattore di comportamento direzione y (qy) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : Acciaio
 Regolarità in elevazione : NO
 Regolarità in pianta : NO
 Kr : 1.00
 Tipologia Edificio : Edifici a telaio con più piani e più campate
 α_u / α_l : 1.30
 Tipologia Strutturale : Controventi concentrici a diagonale tesa attiva

Fattore di comportamento direzione z (qz) : 1.50

RIEPILOGO MODI DI VIBRARE

Periodo [s]	Gamma	Coeff.MasseX	Coeff.MasseY	Coeff.MasseZ	Coeff.MasseRX	Coeff.MasseRY	Coeff.MasseRZ
0.344	-19.27	3.83	80.33	0.00	0.00	0.00	3.67
0.318	20.21	88.33	2.96	0.00	0.00	0.00	0.48
0.260	-6.73	0.17	9.79	0.00	0.00	0.00	27.68

VERIFICHE SLD : ESEGUITE

Verifica spostamenti : ESEGUITA
 Valore limite drp : 0.0050
 Verifica resistenza : ESEGUITA

VERIFICHE SLO : ESEGUITE

Verifica spostamenti : ESEGUITA
 Valore limite drp : 0.0033

MATERIALI

Materiale	Tipo	Classe	Normativa
Cls1	Calcestruzzo	C28/35	-
Barre1	Acciaio per C.A.	B450C	-
Acciaio1	Acciaio per carpenteria	S355	UNI EN 10025-2

TIPO DI ANALISI SVOLTA:

ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Titolo : FaTA e-version
 Autore : Stacec s.r.l.
 Produttore : Stacec s.r.l.

Allegati -

Versione : 36.0.3
Numero di licenza : S/2612-D/2830
Intestata a : Cervarolo Ing. Giuseppe

1.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale)

Regolarità in pianta.

a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento:

Num. : numero rientranza;
 Piano : piano dove è presente la rientranza;
 Area : area dell'orizzontamento del piano della rientranza;
 Area Rient. : area della singola rientranza;
 Perc. : percentuale della singola rientranza rispetto all'orizzontamento di riferimento;
 Esito Rient. : esito del controllo con il valore limite (5% dell'area dell'orizzontamento)

Num.	Piano	Area [m²]	Area Rient. [m²]	Perc. [%]	Esito Rient.
1	1	645.8	24.9	3.9	SI
2	1	645.8	11.1	1.7	SI
3	2	645.8	24.9	3.9	SI
4	2	645.8	11.1	1.7	SI

Δ Rig X : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione X;
 Δ Rig Y : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione Y;
 Δ Masse X : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione X;
 Δ Masse Y : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione Y;
 Esito Rig : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze
 Esito Masse : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze

Piano Reale	Δ Rig X [cm]	Δ Rig Y [cm]	Δ Masse X [cm]	Δ Masse Y [cm]	Esito Rig	Esito Masse
PR 1	334.58	185.81	51.99	185.81	X = NV; Y = V	X = V ; Y = V
PR 2	281.51	17.25	69.76	17.25	X = NV; Y = V	X = V ; Y = V

Esito: NO

b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4:

Il rapporto tra i lati del rettangolo risulta pari a: 1.29

Esito: SI

c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione:

Esito: NO

Regolarità in altezza.

d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio:

Esito: SI

e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della

costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base:

Δ Masse : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore delle masse
 Δ Rig X : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione X
 Δ Rig Y : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione Y
 Δ Esito Masse : esito sul controllo della variazione delle masse
 Δ Esito Rig X : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione X
 Δ Esito Rig Y : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione Y

Piano Reale	Δ Masse [%]	Δ Rig X [%]	Δ Rig Y [%]	Esito Masse	Esito Rig X	Esito Rig Y
PR 1	50.01	-7.97	-25.42	NO	SI	NO
PR 2	33.34	0.00	0.00	NO	SI	SI

Esito: NO

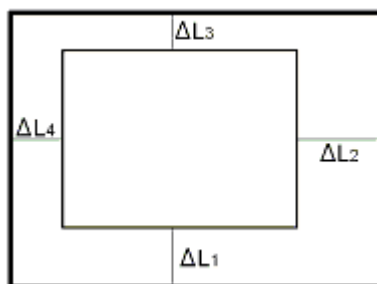
f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti:

Res. Eff : resistenza a taglio effettiva del piano
 Res. Rich. X : resistenza a taglio richiesta in direzione X
 Res. Rich. Y : resistenza a taglio richiesta in direzione Y
 Var. Rapp. : variazione massima del rapporto tra Res. Eff. e Res. Rich. per piano

Piano	Res. Eff [daN]	Res. Rich. X [daN]	Res. Rich. Y [daN]	Var. Rapp. [%]
Piano 1	8473089.27	83741.81	70863.93	4.58
Piano 2	7821313.18	88045.64	62550.75	4.38

Esito: SI

g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento:



Δ L1 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
 Δ L2 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
 Δ L3 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);
 Δ L4 : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);

Rientri rispetto al piano						
---------------------------------	--	--	--	--	--	--

inferiore						
Piano	$\Delta L1$ [cm]	$\Delta L2$ [cm]	$\Delta L3$ [cm]	$\Delta L4$ [cm]	Val Lim. X [cm]	Val Lim. Y [cm]
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	2275.90	2840.12
Piano 1	0.00	-166.82	-163.38	0.00	2332.54	3154.76
Piano 2	0.00	0.00	0.00	0.00	2332.54	3154.76

Esito: SI

Tipologia strutturale.

Struttura mista equivalente a telai

- *strutture miste telaio-pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti.

Azione. Vert. : sforzo normale agente a carichi verticali (NG1+NG2+NQ)

Res. Or. : resistenza orizzontale a taglio degli elementi

	Pilastr		Pareti	
Piano	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]
Piano 1	12172607.13	200278.08	0.00	0.00
Piano 2	11236252.73	103969.41	0.00	0.00

Rig. X : rigidezza di piano in direzione X

Rig. Y : rigidezza di piano in direzione Y

Jr : rigidezza torsionale di piano

r/Ls : rapporto tra i raggi giratori delle rigidezze e delle masse

Piano Reale	Rig. X [daN/cm]	Rig. Y [daN/cm]	Jr [daNcm]	r ² /Ls ²
PR 1	444851.68	376624.11	4890757697 737.98	6.69
PR 2	480292.01	472378.36	5770711625 805.72	8.98

Effetto delle imperfezioni strutture in acciaio (par. 4.2.3.5).

Gli effetti delle imperfezioni non sono trascurabili in base alla formula (4.2.3).

$$Hed \geq 0.15 Qed$$

La verifica verrà effettuata controllando il rapporto Hed/Qed.

Hed : somma delle reazioni orizzontali alla base delle colonne del piano considerato per effetto dei carichi orizzontali

Qed : carico verticale complessivamente agente alla base delle colonne del piano considerato

Piano	HedX [daN]	HedY [daN]	QedX [daN]	QedY [daN]	HedX/QedX	HedY/QedY
Piano 1	22583.83	49234.06	213703.98	213703.98	0.1060	0.2300
Piano 2	59243.62	42989.25	110556.16	110556.16	0.5360	0.3890

Calcolo parametri per non linearità (par. 7.3.1).

Le non linearità geometriche possono essere trascurate in base al paragrafo (7.3.1)

$$\theta = P d_r / V h \leq 0.1$$

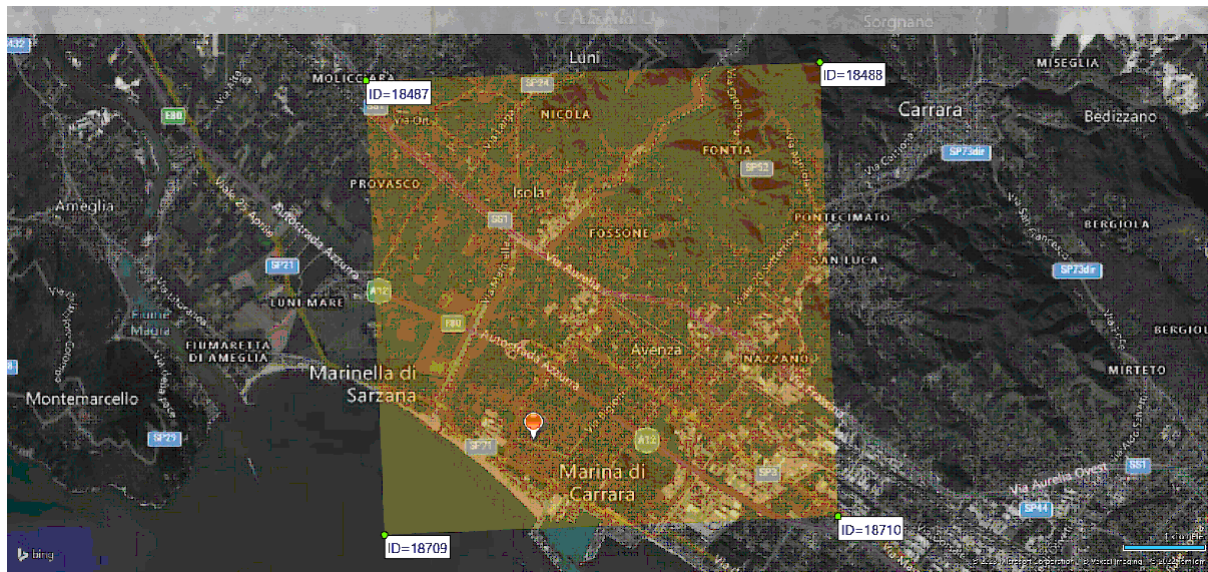
I risultati per i vari piani sono i seguenti:

P : carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame
dx : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione x
dy : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione y
Vx : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione x
Vy : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione y
h : distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante
θx : coefficiente non linearità in direzione x
θy : coefficiente non linearità in direzione y

Piano Reale	P [daN]	dx [cm]	dy [cm]	Vx [daN]	Vy [daN]	h [cm]	θx	θy
PR 0	9717.89	---	---	-90989.09	-103589.91	---	---	---
PR 1	8882.18	0.9951	1.1668	-90895.37	-103511.27	409.3	0.0002	0.0002
PR 2	3494.45	0.7909	0.7267	-53178.41	-65088.32	387.5	0.0001	0.0001

1.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base)

Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 44.0437° - Longitudine = 10.0360°



Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito														
Punto	Lat. [°]	Long. [°]	SLV			SLC			SLD			SLO		
			Acc. sismica	Coeff. Fo	Period o Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Period o Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Period o Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Period o Tc*
18487	44.0836	10.0103	0.176	2.371	0.299	0.220	2.376	0.313	0.075	2.503	0.269	0.061	2.510	0.255
18488	44.0856	10.0798	0.189	2.378	0.299	0.235	2.392	0.312	0.081	2.490	0.269	0.065	2.488	0.258
18709	44.0336	10.0132	0.162	2.380	0.298	0.204	2.388	0.310	0.068	2.536	0.270	0.056	2.535	0.253
18710	44.0356	10.0826	0.173	2.370	0.299	0.216	2.381	0.311	0.073	2.511	0.270	0.060	2.520	0.255

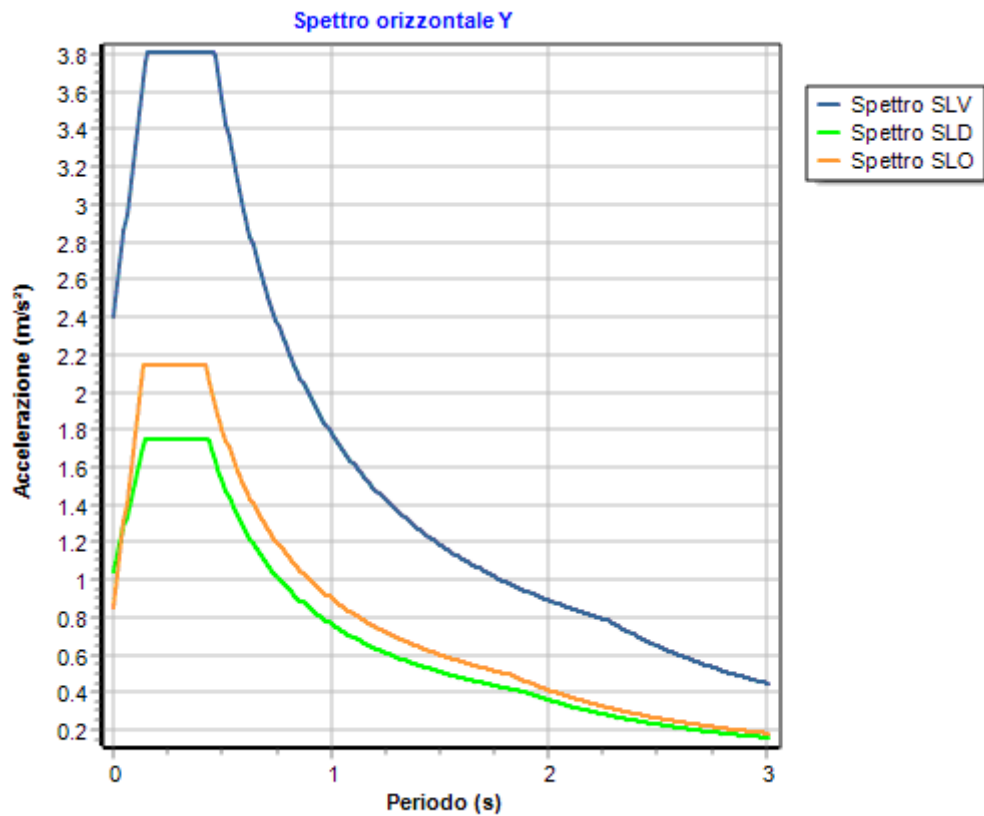
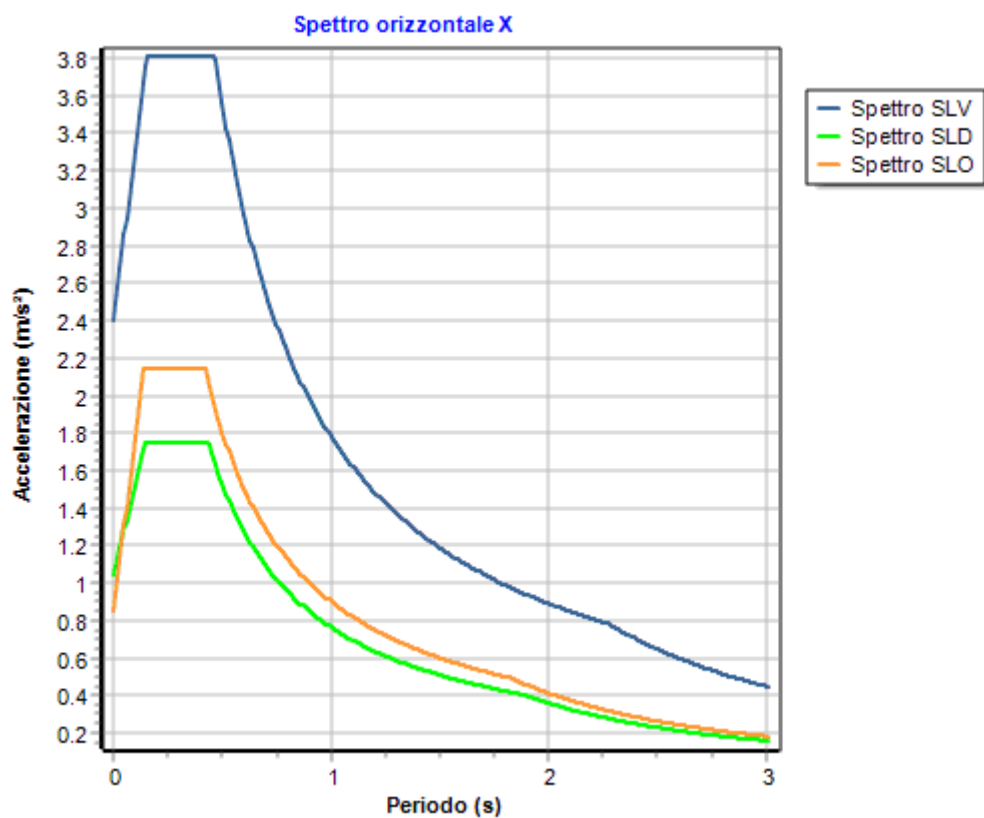
I valori dei parametri p (ag , Fo , Tc^*) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \sum_{(i=1..4)} [p_i / d_i] / \sum_{(i=1..4)} [1 / d_i]$$

nella quale:

- p : valore del parametro di interesse nel punto in esame;
 p_i : valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
 d_i : è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	949	1950	101	60
Accelerazione sismica	0.168	0.210	0.071	0.058
Coefficiente Fo	2.376	2.385	2.516	2.520
Periodo Tc^*	0.299	0.311	0.270	0.255



SOMMARIO

1 ALLEGATI. 2

1.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC)..... 2

1.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale) 7

1.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base)..... 11