



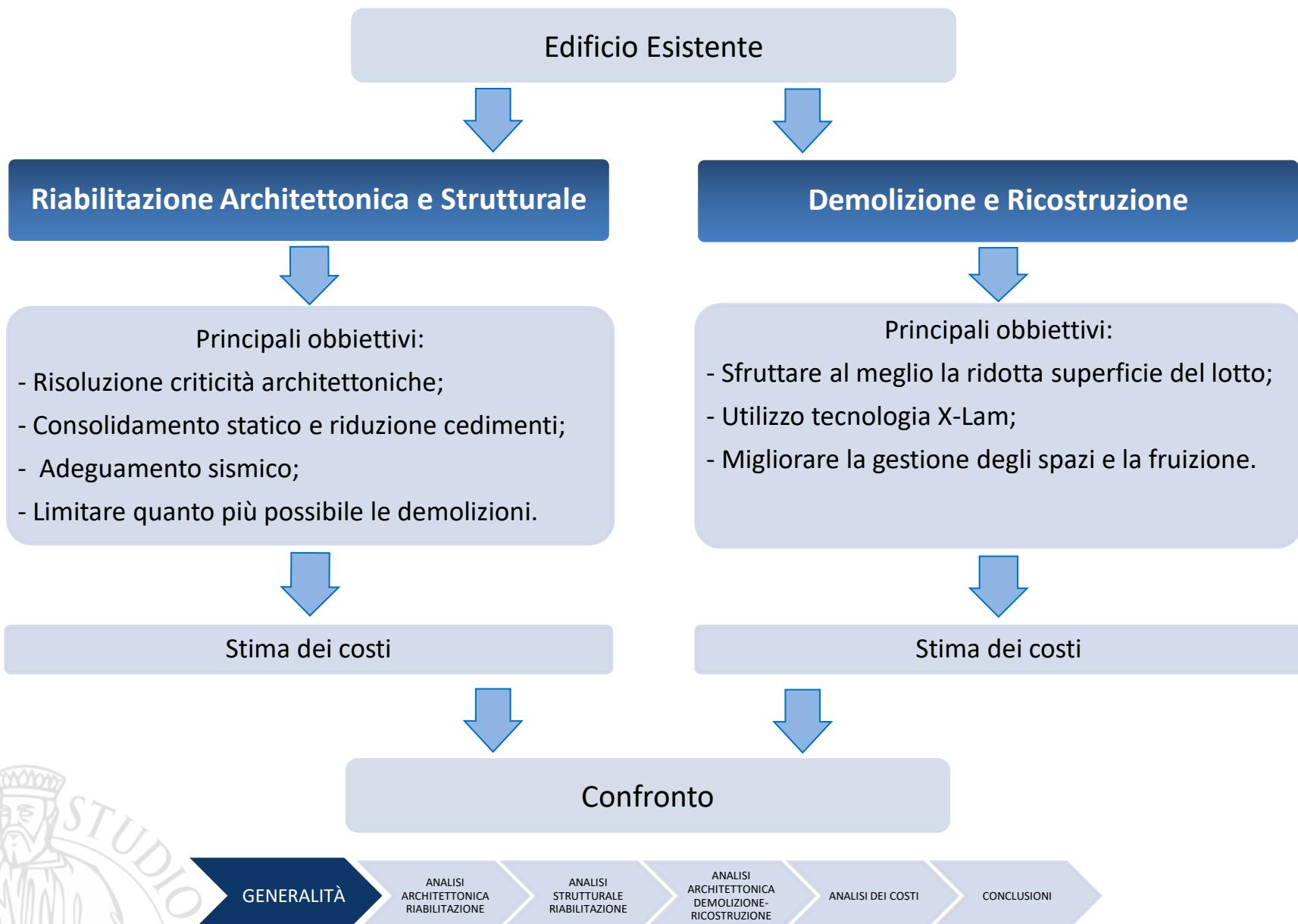
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Riqualificazione strutturale e architettonica di una scuola dell'infanzia: riabilitazione e demolizione-ricostruzione a confronto

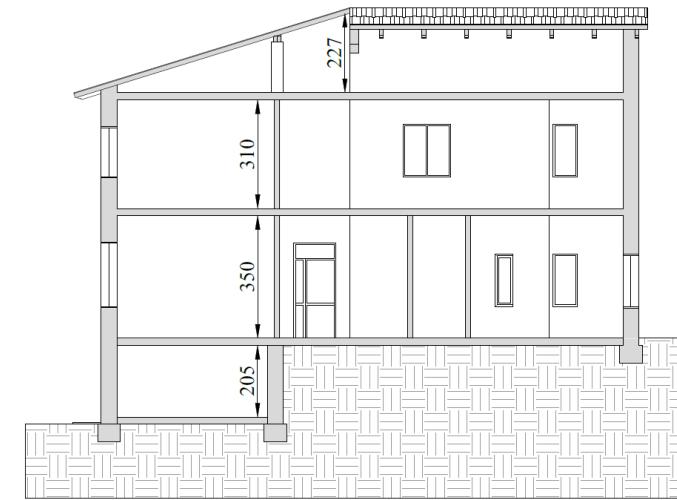
Candidato: Elia Nistri

Relatori:
Ing. Luca Salvatori
Prof. Ing. Marco Pio Lauriola
Prof.ssa Arch. Frida Bazzocchi
Ing. Cecilia Ciacci

+39 3463163027
elia.nistri.en@gmail.com



INQUADRAMENTO



Cronologia interventi

- Costruzione: **1958**;
- Consolidamento ed ampliamento: **2001**;
- Periodo monitoraggio cedimenti: **2011-12**;
- Valutazione Sicurezza: **2013**;
- Chiusura scuola: **2014**

GENERALITÀ

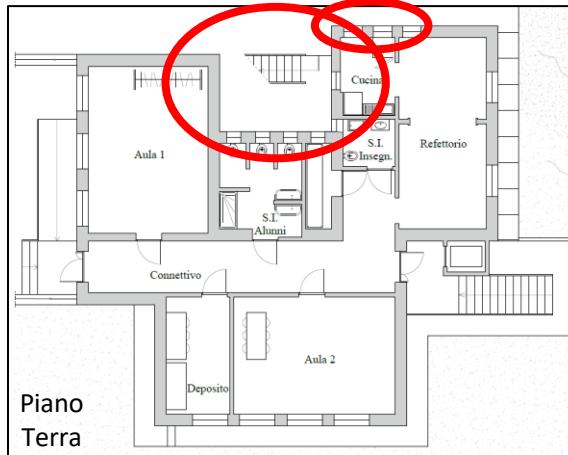
ANALISI
ARCHITETTONICA
RIABILITAZIONEANALISI
STRUTTURALE
RIABILITAZIONEANALISI
ARCHITETTONICA
DEMOLIZIONE-
RICOSTRUZIONE

ANALISI DEI COSTI

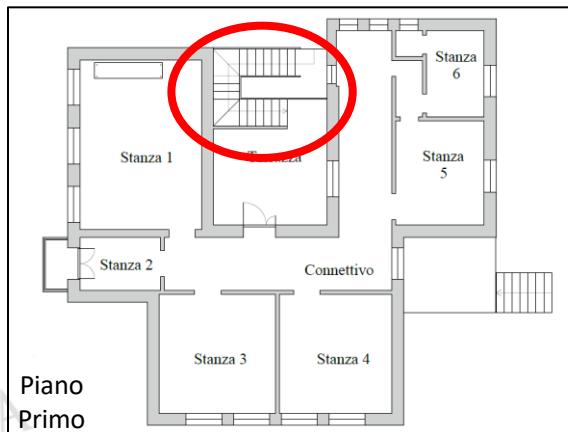
CONCLUSIONI

ANALISI ARCHITETTONICA

Stato di Fatto



Stato di Progetto



ANALISI
ARCHITETTONICA
RIABILITAZIONE

ANALISI
ARCHITETTONICA
RIABILITAZIONE

ANALISI
STRUTTURALE
RIABILITAZIONE

ANALISI
ARCHITETTONICA
DEMOLIZIONE-
RICOSTRUZIONE

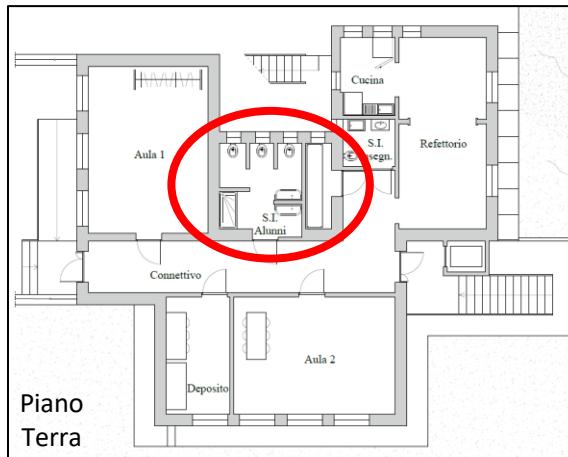
ANALISI DEI COSTI

CONCLUSIONI

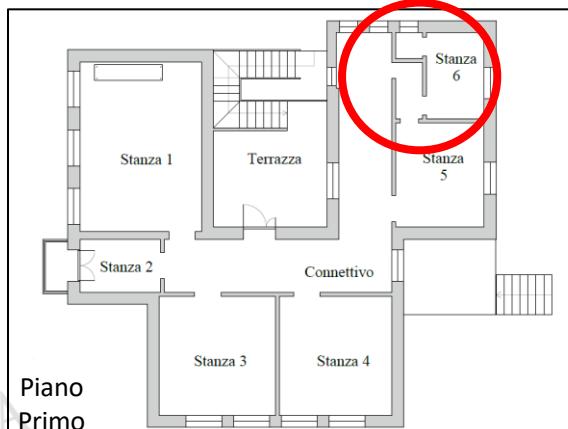
Immagini fuori scala

ANALISI ARCHITETTONICA

Stato di Fatto



Stato di Progetto



ANALISI ARCHITETTONICA: Trasmittanza e Prevenzione Incendi

VERIFICHE REQUISITI MINIMI					
Categoria	Elemento	Trasm. S.D.F [kW/m ²]	Trasm. S.D.P. [kW/m ²]	Trasm. Limite [kW/m ²]	Verifica S.d.P
opere Orizzontali	Solaio Varese	2.22	0.33	0.36	Soddisfatta
	Solaio Acciaio	2.94	0.71	0.8	Soddisfatta
	Solaio Celersap	2.76	0.26	0.29	Soddisfatta
	Solaio SAP alleggerito	1.85	0.29	0.41	Soddisfatta
	Solaio SAP integrale	1.97	0.29	0.41	Soddisfatta
	Copertura	2.59	0.26	0.29	Soddisfatta
opere Verticali	Muratuta Pietra	2.73	0.26	0.28	Soddisfatta
	Muratuta Pietra + I.A.	-	0.26	0.28	Soddisfatta

Quadro Normativo di riferimento:

- D.M. 28/06/2015

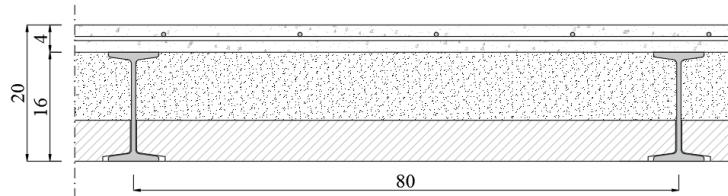
VERIFICHE PREVENZIONE INCENDI				
Categoria	Elemento	Ricoprimento necessario [mm]	Ricoprimento S.D.F. [mm]	lastre cartongesso applicate
opere Orizzontali	Solaio Varese	25	18 fessurato	2 x 15 mm
	Solaio Acciaio	20	10 - 15 fessurato	2 x 25 mm
	Solaio Celersap	25	30	2 x 25 mm
	Solaio SAP alleggerito	20 (assimilato a CA)	10 - 15 fessurato	2 x 15 mm
	Solaio SAP integrale	20 (assimilato a CA)	10 - 15 fessurato	2 x 15 mm
Categoria	Elemento	Sp. necessario [mm]	Spessore S.D.F. [mm]	Intervento
opere Verticali	Muratuta Pietra	170	390	Nessuno ai fini della P.I.

Quadro Normativo di riferimento:

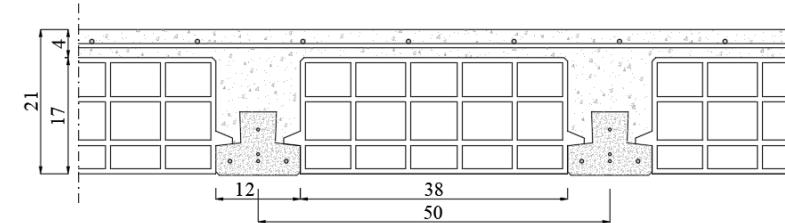
- D.M. 16/02/2008
- D.M. 26/08/1992
- D.M. 18/10/2019

ANALISI STRUTTURALE: SOLAI

Solaio Acciaio-Laterizio: Stato di Fatto



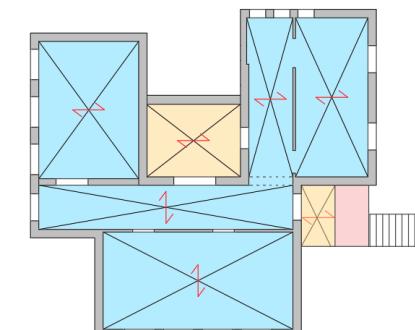
Solaio Celersap: Stato di Fatto



Solaio Acciaio-Laterizio: Stato di Progetto

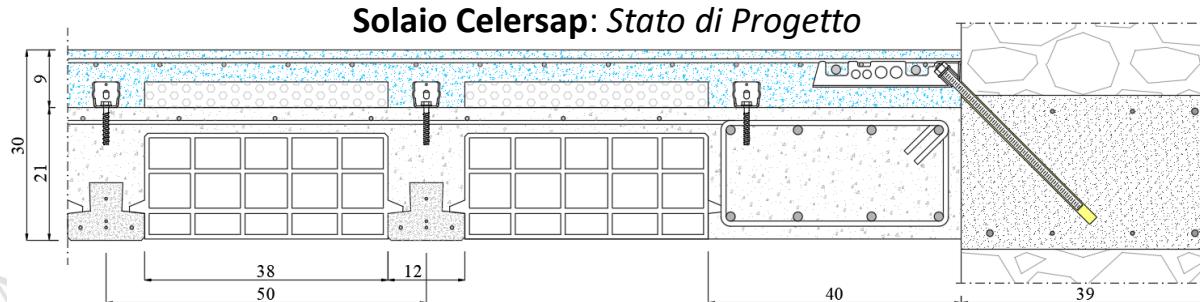


Piano primo



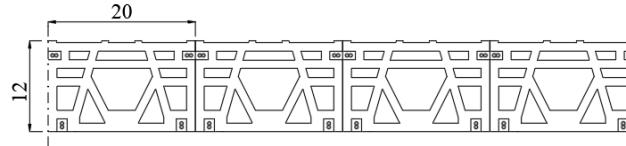
■ Solaio in Acciaio-Laterizio
■ Solaio Celersap

Solaio Celersap: Stato di Progetto

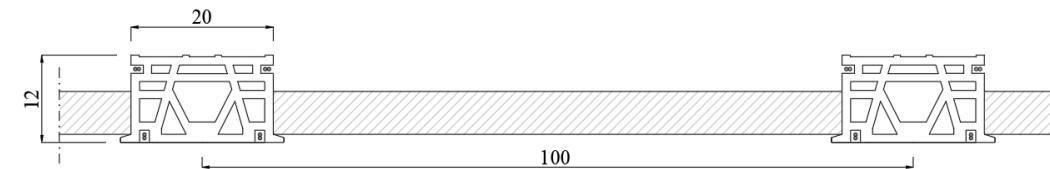


ANALISI STRUTTURALE: SOLAI

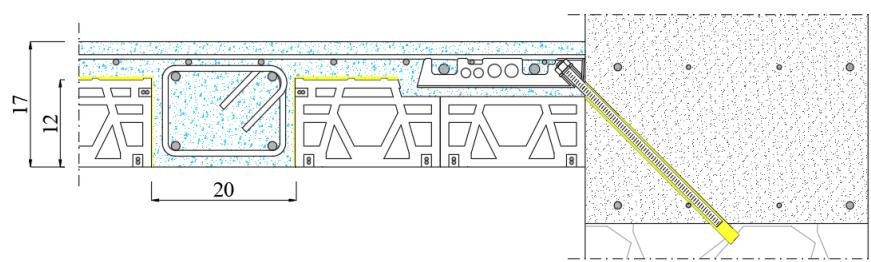
Solaio SAP integrale: Stato di Fatto



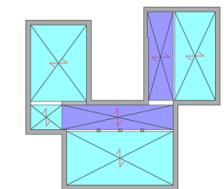
Solaio SAP alleggerito: Stato di Fatto



Solaio SAP integrale: Stato di Progetto

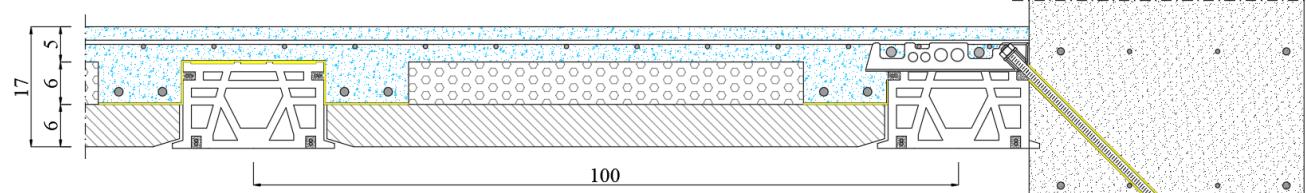


Piano: sottotetto



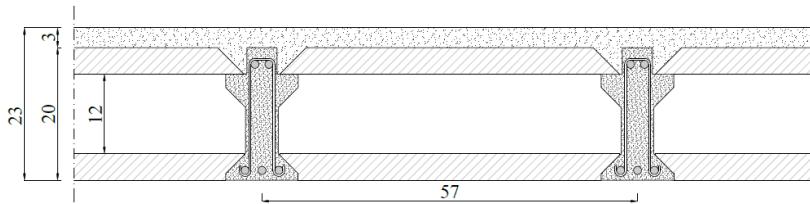
SAP alleggerito
SAP integrale

Solaio SAP alleggerito: Stato di Progetto



ANALISI STRUTTURALE: SOLAI

Solaio Varese: Stato di Fatto



Copertura: Stato di Fatto

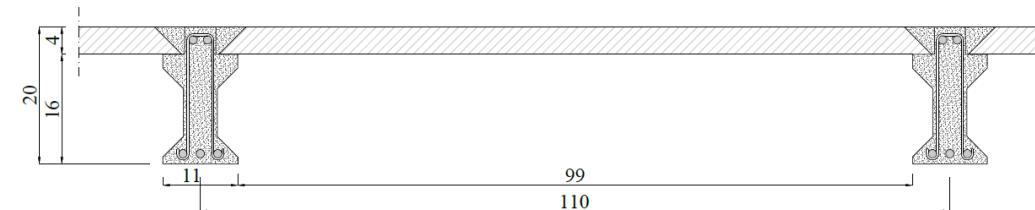
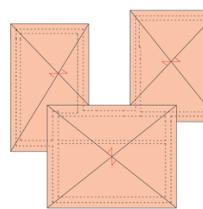


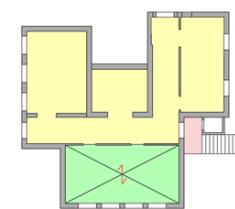
TABELLE DEI CARICHI ED ASSI CORRISPONDENTI SOLAI "VARESE" NORMALI						
SOVRACCARICO kg/m ²	INTERASSE cm.	Peso proprio del solaio (Travi + doppie tavelle + cm.3 spianamento)				
		19	21	24	27	34
150	100	139	145	151	160	169
200	90	142	149	155	165	175
250	80	146	153	160	171	183
300	73	149	157	165	177	190
350	65	153	162	172	185	199
400	57	159	169	180	195	211
450	50	165	177	189	207	225

SOVRACCARICO kg/m ²	TRAVI tipo →	MISURA TAVELLE				
		19	21	24	27	34
450		49	50	51	52	52
400		56	57	58	59	59
350	Interasse cm →	64	65	66	67	67
300		72	73	74	75	75
250	(da 1/6 a 1/4 delle travi)	79	80	81	82	82
200		89	90	91	92	92
150		99	100	101	102	102

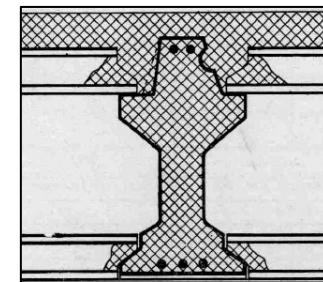
Copertura



Piano terra

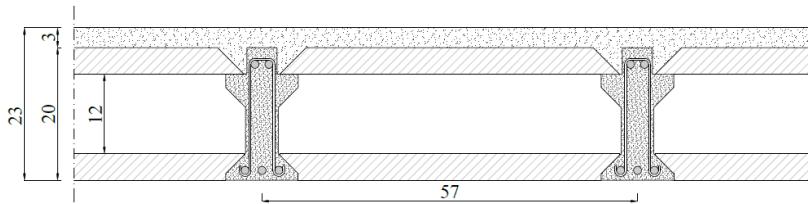


- Contro terra
- Solaio Varese
- Copertura

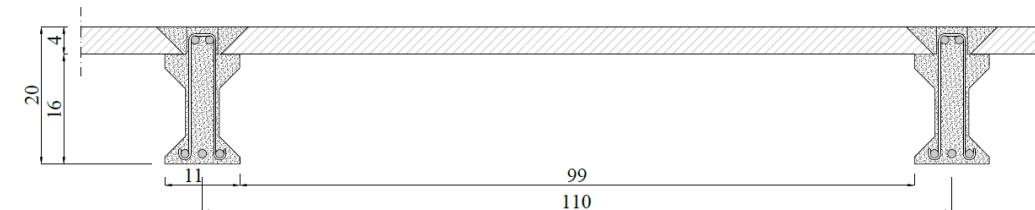


ANALISI STRUTTURALE: SOLAI

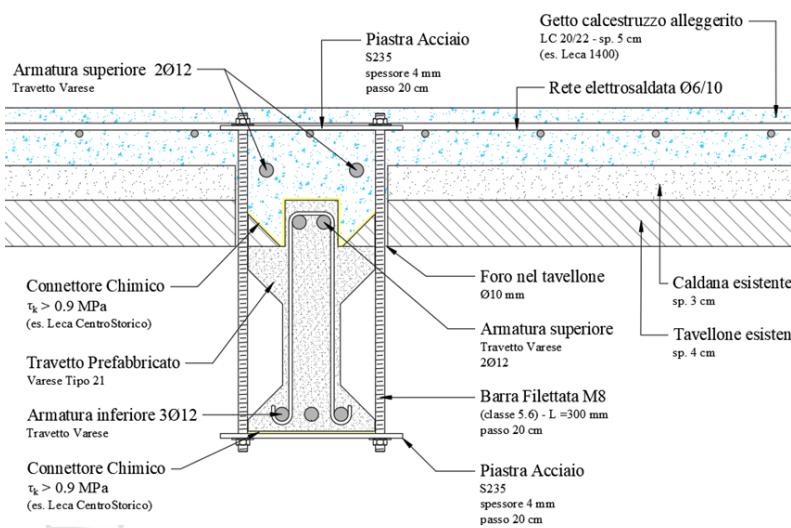
Solaio Varese: Stato di Fatto



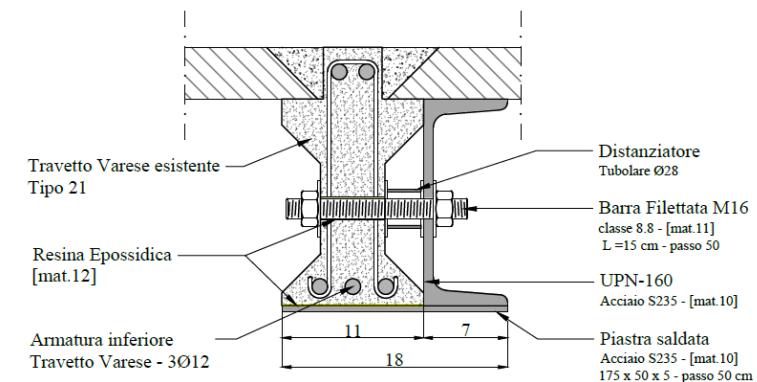
Copertura: Stato di Fatto



Solaio Varese: Stato di Progetto



Copertura: Stato di Progetto



ANALISI STRUTTURALE: PARETI

Ammorsamento pareti perimetrali



Ammorsamento pareti interne



Cordoli di piano

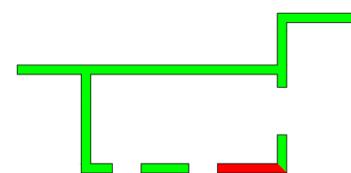


VERIFICHE STATICHE MURATURA

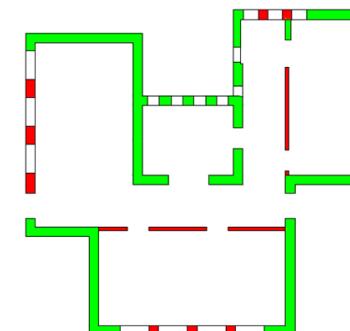
CRITICITÀ VERIFICHE STATICHE:

- Eccessiva snellezza pareti interne in mattoni pieni ad una sola testa;
- Eccessiva compressione nei maschi murari del refettorio e delle aule.

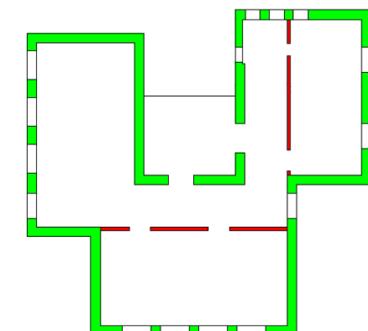
Piano seminterrato



Piano terra

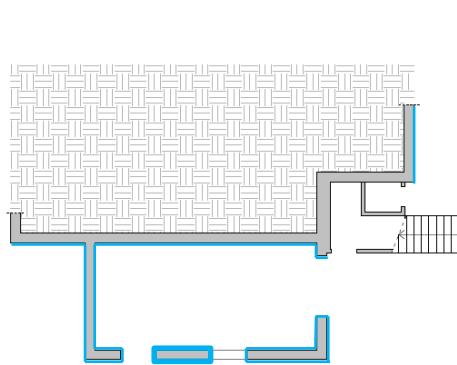


Piano primo

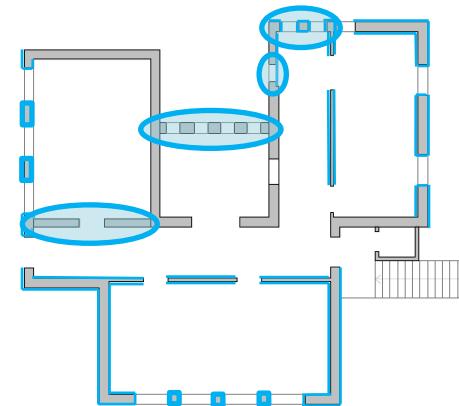


ANALISI STRUTTURALE: PARETI

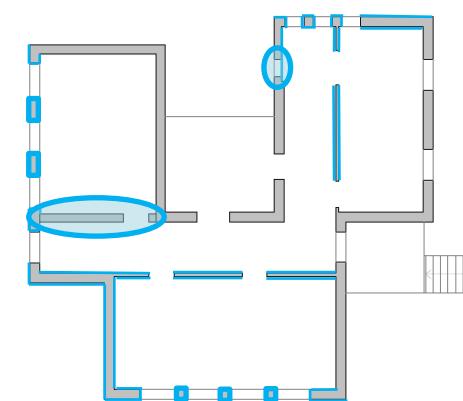
Piano seminterrato



Piano terra



Piano primo



INTONACO ARMATO

Connettore Trasversale
Tipo 1 - Acciaio B450C - [mat. 8]
Passo orizzontale: 33 cm
Passo verticale: 25 cm
Iniezione Resina Ep.[mat.12] nel foro

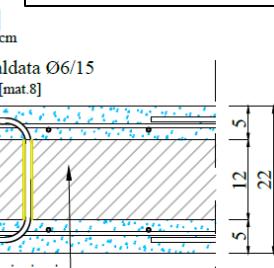
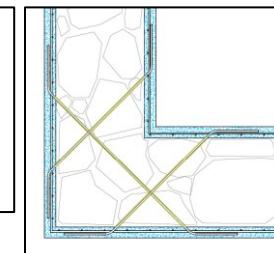
Muratura in Pietra
(a spacco con buona tessitura)
Rete Elettrosaldata Ø6/10
Acciaio B450C - [mat.8]

Calcestruzzo
C20/25 - [mat.7]
spessore lastra 5 cm

5
39
5

Connettore Trasversale
Tipo 3 - Acciaio B450C - [mat.8]
passo orizzontale: 33 cm
passo verticale: 25 cm
Iniezione Resina Ep. [mat.12] nel foro

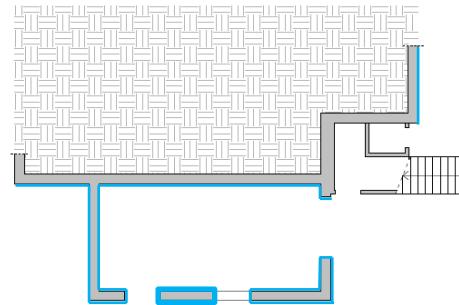
Calcestruzzo
C20/25 - [mat.7]
spessore lastra: 5 cm
Rete elettrosaldata Ø6/15
Acciaio B450C - [mat.8]



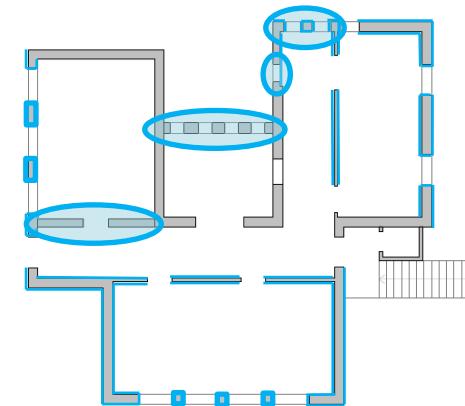
Muratura in mattoni pieni

ANALISI STRUTTURALE: PARETI

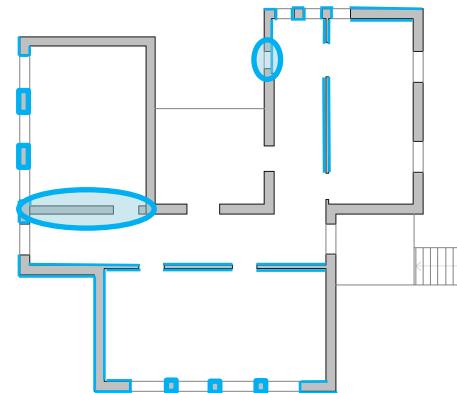
Piano seminterrato



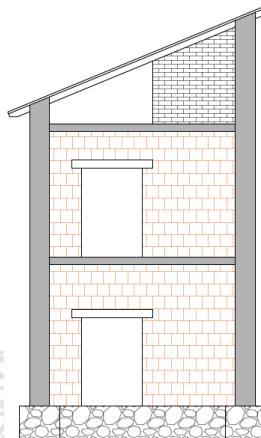
Piano terra



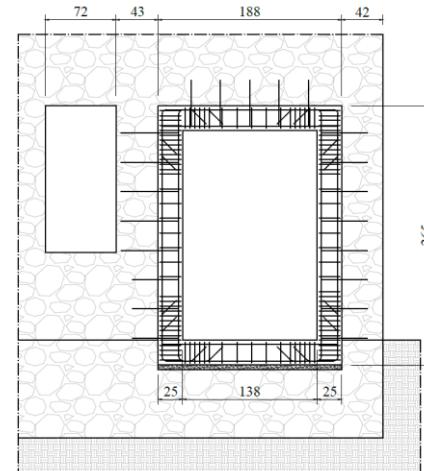
Piano primo



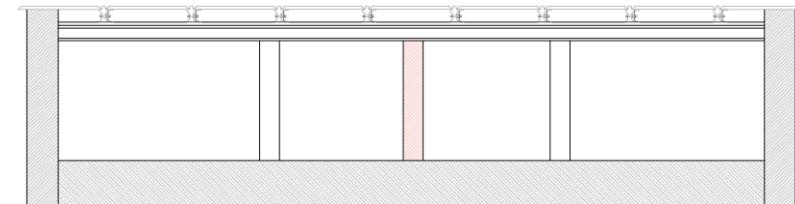
1) NUOVA PARETE



2) CERCHIATURA IN CA



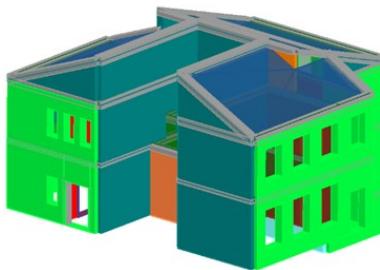
3) AUMENTO APPOGGI TRAVE COPERTURA



4) CHIUSURA APERTURE ESISTENTI
con interventi di scuci-cuci

5) ASSORBIMENTO SPINTA COPERTURA
classificabile come *debolmente spingente*

ANALISI STRUTTURALE: ANALISI SISMICA GLOBALE

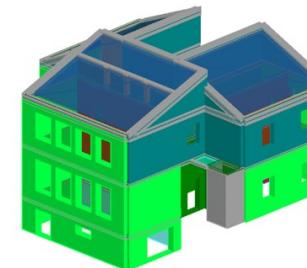
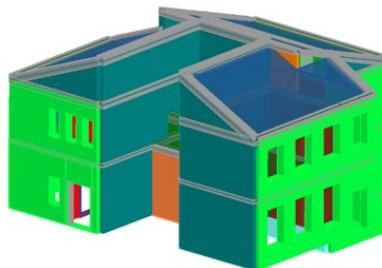


N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc.	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.	α SLC	α SLV
1	+X	Uniforme	0	1.31	1.47	2.04	Si	1.1	1.1	1.86	Si	1.079	1.003
2	+X	F.Statiche	0	1.69	2.11	2.49	Si	1.43	1.58	2.27	Si	1.181	1.073
3	-X	Uniforme	0	1.27	3.47	1.82	Si	1.05	2.6	1.66	Si	2.049	1.809
4	-X	F.Statiche	0	1.65	2.01	2.21	Si	1.4	1.5	2.02	Si	1.148	1.052
5	+Y	Uniforme	0	1.38	1.72	2.38	Si	1.17	1.29	2.17	Si	1.169	1.070
6	+Y	F.Statiche	0	1.67	2.29	2.74	Si	1.43	1.72	2.5	Si	1.276	1.149
7	-Y	Uniforme	0	1.31	1.95	1.84	Si	1.09	1.47	1.68	Si	1.298	1.198
8	-Y	F.Statiche	0	1.6	1.94	2.06	Si	1.34	1.46	1.88	Si	1.145	1.054
9	+X	Uniforme	74.5	1.36	1.53	2.1	Si	1.14	1.14	1.92	Si	1.081	1.003
10	+X	Uniforme	-74.5	1.34	2.02	2.3	Si	1.13	1.51	2.1	Si	1.342	1.221
11	+X	F.Statiche	74.5	1.71	2.31	2.54	Si	1.46	1.73	2.31	Si	1.254	1.134
12	+X	F.Statiche	-74.5	1.67	2.55	2.71	Si	1.43	1.91	2.47	Si	1.388	1.213
13	-X	Uniforme	74.5	1.34	3.07	1.85	Si	1.12	2.3	1.69	Si	1.786	1.615
14	-X	Uniforme	-74.5	1.24	3.49	1.8	Si	1.02	2.62	1.64	Si	2.092	1.832
15	-X	F.Statiche	74.5	1.72	2.05	2.24	Si	1.46	1.54	2.05	Si	1.135	1.039
16	-X	F.Statiche	-74.5	1.6	2.03	2.21	Si	1.35	1.52	2.02	Si	1.185	1.084
17	+Y	Uniforme	78.8	1.34	1.93	2.24	Si	1.13	1.45	2.05	Si	1.294	1.181
18	+Y	Uniforme	-78.8	1.43	1.91	2.42	Si	1.21	1.43	2.21	Si	1.235	1.125
19	+Y	F.Statiche	78.8	1.67	2.34	2.56	Si	1.42	1.76	2.34	Si	1.291	1.166
20	+Y	F.Statiche	-78.8	1.73	2.25	2.73	Si	1.47	1.69	2.5	Si	1.228	1.107
21	-Y	Uniforme	78.8	1.31	2.07	1.88	Si	1.09	1.55	1.72	Si	1.357	1.247
22	-Y	Uniforme	-78.8	1.35	1.7	1.83	Si	1.12	1.28	1.67	Si	1.162	1.081
23	-Y	F.Statiche	78.8	1.58	2.07	2.06	Si	1.33	1.56	1.88	Si	1.208	1.108
24	-Y	F.Statiche	-78.8	1.64	1.87	2.06	Si	1.38	1.4	1.88	Si	1.094	1.010

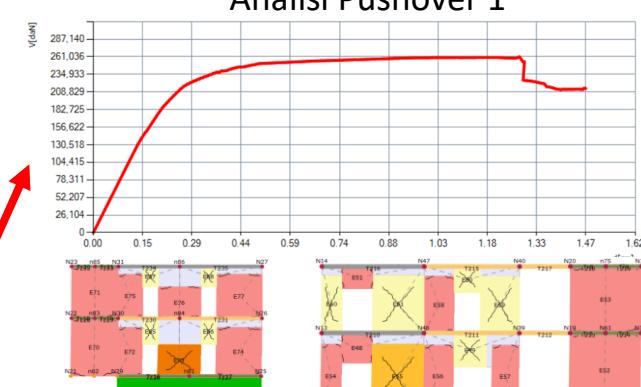
CARATTERISTICHE ANALISI

- Reg. in pianta NO
- Reg. in altezza NO
- Massa I f.m. X 78.87%
- Massa I f.m. Y 60.17%
- Solai ben ammorsati, modellati con reale rigidezza
- Rigidezza muratura: fessurata
- Copertura: non in grado di ripartire azione sismica
- Spostamento misurato: media pesata su masse sismiche
- Distribuzioni di forze: I Gruppo 1 e I Gruppo 2

ANALISI STRUTTURALE: ANALISI SISMICA GLOBALE



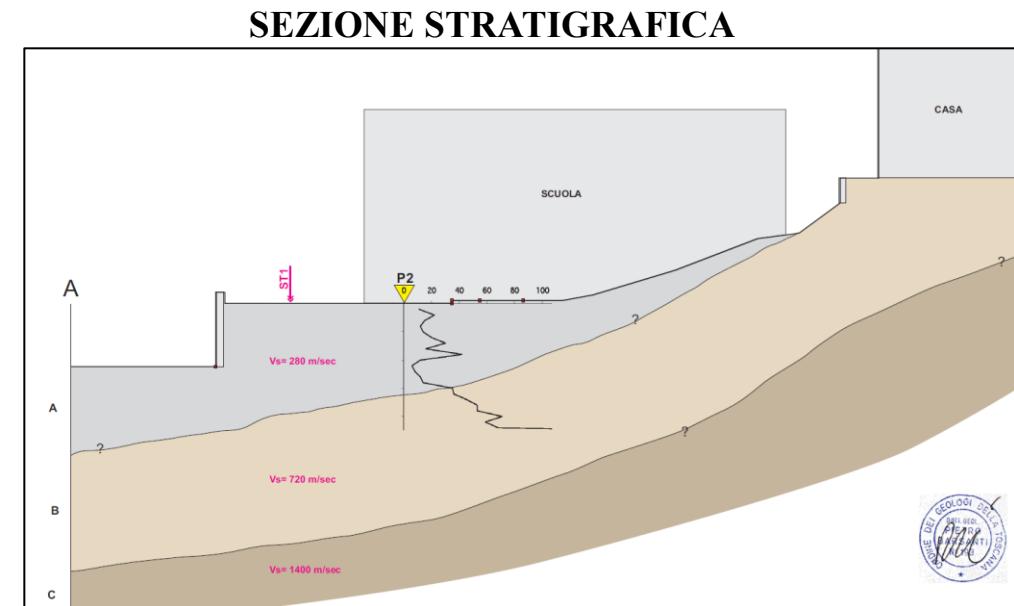
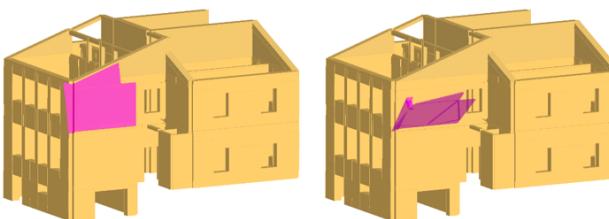
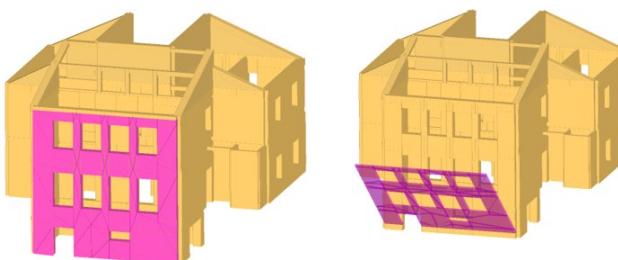
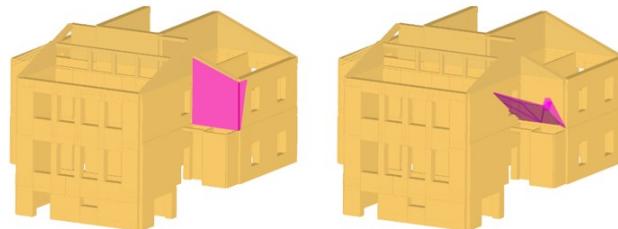
N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc.	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.	α SLC	α SLV
1	+X	Uniforme	0	1.31	1.47	2.04	Si	1.1	1.1	1.86	Si	1.079	1.003
2	+X	F.Statiche	0	1.69	2.11	2.49	Si	1.43	1.58	2.27	Si	1.181	1.073
3	-X	Uniforme	0	1.27	3.47	1.82	Si	1.05	2.6	1.66	Si	2.049	1.809
4	-X	F.Statiche	0	1.65	2.01	2.21	Si	1.4	1.5	2.02	Si	1.148	1.052
5	+Y	Uniforme	0	1.38	1.72	2.38	Si	1.17	1.29	2.17	Si	1.169	1.070
6	+Y	F.Statiche	0	1.67	2.29	2.74	Si	1.43	1.72	2.5	Si	1.276	1.149
7	-Y	Uniforme	0	1.31	1.95	1.84	Si	1.09	1.47	1.68	Si	1.298	1.198
8	-Y	F.Statiche	0	1.6	1.94	2.06	Si	1.34	1.46	1.88	Si	1.145	1.054
9	+X	Uniforme	74.5	1.36	1.53	2.1	Si	1.14	1.14	1.92	Si	1.081	1.003
10	+X	Uniforme	-74.5	1.34	2.02	2.3	Si	1.13	1.51	2.1	Si	1.342	1.221
11	+X	F.Statiche	74.5	1.71	2.31	2.54	Si	1.46	1.73	2.31	Si	1.254	1.134
12	+X	F.Statiche	-74.5	1.67	2.55	2.71	Si	1.43	1.91	2.47	Si	1.388	1.213
13	-X	Uniforme	74.5	1.34	3.07	1.85	Si	1.12	2.3	1.69	Si	1.786	1.615
14	-X	Uniforme	-74.5	1.24	3.49	1.8	Si	1.02	2.62	1.64	Si	2.092	1.832
15	-X	F.Statiche	74.5	1.72	2.05	2.24	Si	1.46	1.54	2.05	Si	1.135	1.039
16	-X	F.Statiche	-74.5	1.6	2.03	2.21	Si	1.35	1.52	2.02	Si	1.185	1.084
17	+Y	Uniforme	78.8	1.34	1.93	2.24	Si	1.13	1.45	2.05	Si	1.294	1.181
18	+Y	Uniforme	-78.8	1.43	1.91	2.42	Si	1.21	1.43	2.21	Si	1.235	1.125
19	+Y	F.Statiche	78.8	1.67	2.34	2.56	Si	1.42	1.76	2.34	Si	1.291	1.166
20	+Y	F.Statiche	-78.8	1.73	2.25	2.73	Si	1.47	1.69	2.5	Si	1.228	1.107
21	-Y	Uniforme	78.8	1.31	2.07	1.88	Si	1.09	1.55	1.72	Si	1.357	1.247
22	-Y	Uniforme	-78.8	1.35	1.7	1.83	Si	1.12	1.28	1.67	Si	1.162	1.081
23	-Y	F.Statiche	78.8	1.58	2.07	2.06	Si	1.33	1.56	1.88	Si	1.208	1.108
24	-Y	F.Statiche	-78.8	1.64	1.87	2.06	Si	1.38	1.4	1.88	Si	1.094	1.010



Arresto analisi per raggiungimento soglia deformazione angolare per **presso-flessione** in tutti i maschi della parete di facciata EST

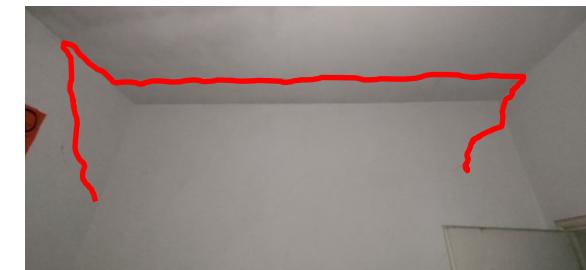
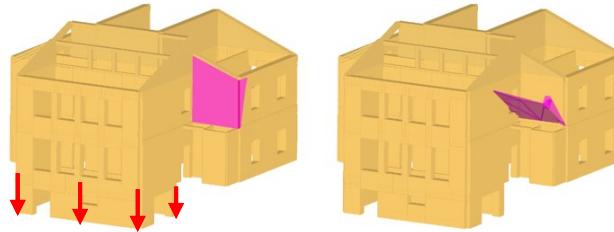


ANALISI STRUTTURALE: ANALISI CINEMATISM



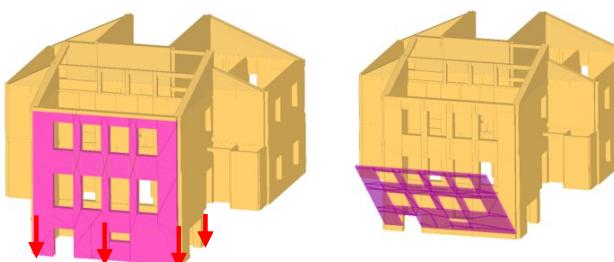
- P2 Prova penetrometrica statica
Velocità onde S in m/s
A Copertura detritica argilloso-limosa e sabbiosa, compatta
B Substrato arenaceo fratturato e/o alterato
C Substrato arenaceo sano

ANALISI STRUTTURALE: ANALISI CINEMATISM



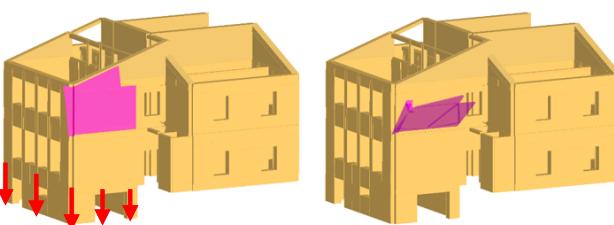
Verifica cinematico: Stato di Progetto

Moltiplicatore di attivazione	α	0.514	-
Frazione di massa partecipante	e^*	0.84	-
Accelerazione di collasso	$a_{z,SLV}$	8.89	m/s^2
Accelerazione sismica di progetto	$a_z(z)$	6.16	m/s^2



Verifica cinematico: Stato di Progetto

Moltiplicatore di attivazione	α	0.45	-
Frazione di massa partecipante	e^*	0.76	-
Accelerazione di collasso	$a_{z,SLV}$	8.72	m/s^2
Accelerazione sismica di progetto	$a_z(z)$	3.09	m/s^2



Verifica cinematico: Stato di Progetto

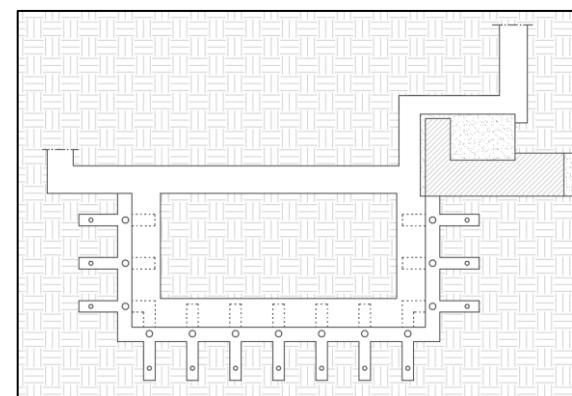
Moltiplicatore di attivazione	α	0.475	-
Frazione di massa partecipante	e^*	0.83	-
Accelerazione di collasso	$a_{z,SLV}$	8.29	m/s^2
Accelerazione sismica di progetto	$a_z(z)$	6.16	m/s^2

ANALISI STRUTTURALE: FONDAZIONI

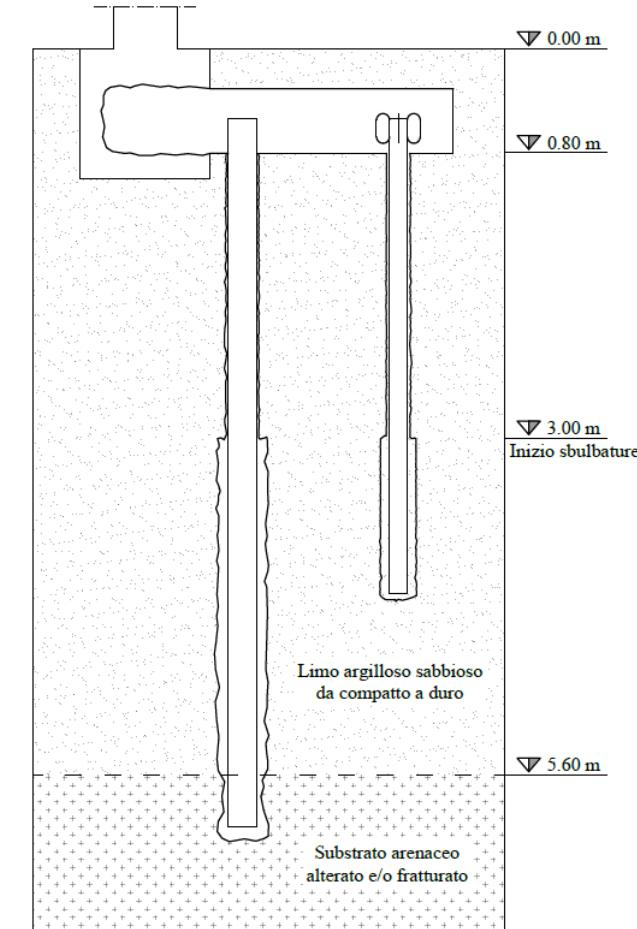
Caratteristiche Micropali Tubfix

	Palo Compr.	Palo Teso	U.M.
Diametro perforazione	260	180	mm
Diametro esterno Tubo	219.1	139.7	mm
Spessore Tubo	8.8		mm
Acciaio Tubo	S355		-
Classe Calcestruzzo	C32/40		-
Lunghezza Micropalo	5.50	3.60	m
Profondità raggiunta	6.00	4.20	m
Inizio tratto con sbulbature	3.00		m

Vista in Pianta



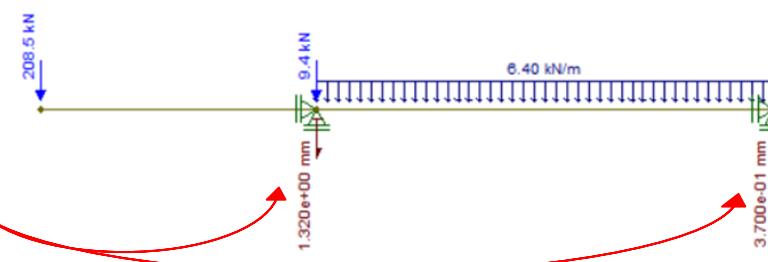
Vista in Sezione



CEDIMENTI MICROPALI TUBFIX

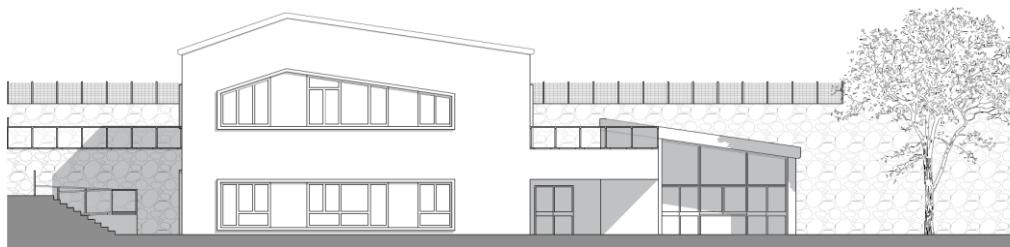
	PALO COMPR.	PALO TESO
Formule di Vesic	1.32 mm	- 0.37 mm
Formule di R.&W.	0.62 mm	- 0.25 mm

Cedimento struttura: 3.01 mm



DEMOLIZIONE-RICOSTRUZIONE

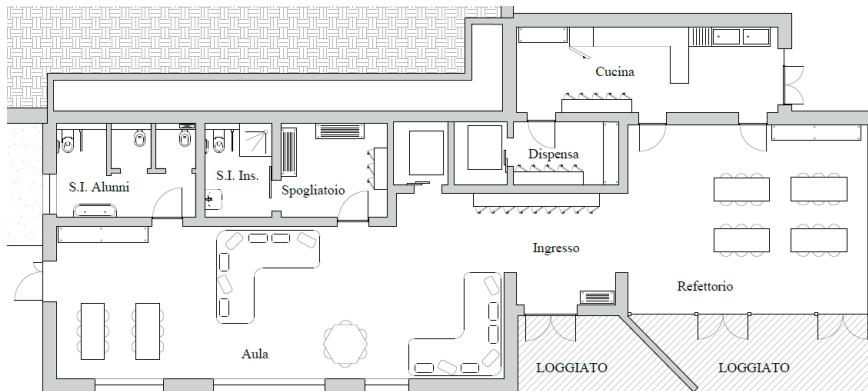
Prospetto principale



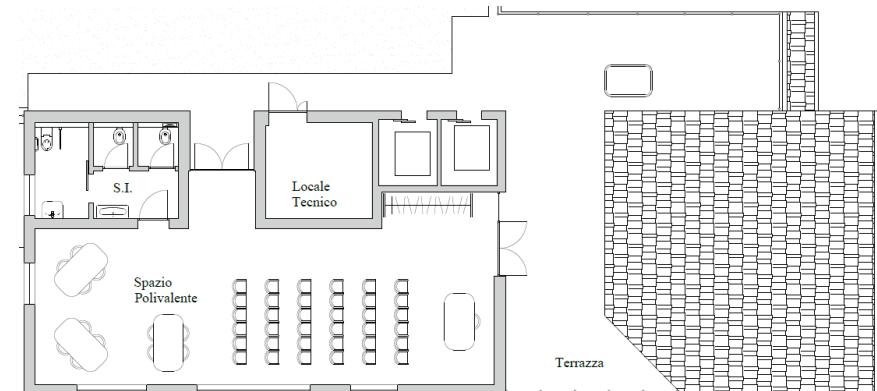
Principale quadro normativo per progettazione architettonica

- Progettazione di edifici scolastici e dimensionamento minimo dei locali: D.M. 18/12/1975 e L.G. 11/04/2013;
- Prevenzione incendi: D.M. 26/08/92 e D.M. 18/10/2019;
- Superamento Barriere architettoniche: D.M. 14/06/1989;
- Prestazioni energetiche minime edifici D.M. 28/06/2015.

Pianta Arredata Piano Terra



Pianta Arredata Piano Primo



GENERALITÀ

ANALISI
ARCHITETTONICA
RIABILITAZIONE

ANALISI
STRUTTURALE
RIABILITAZIONE

ANALISI
ARCHITETTONICA
DEMOLIZIONE –
RICOSTRUZIONE

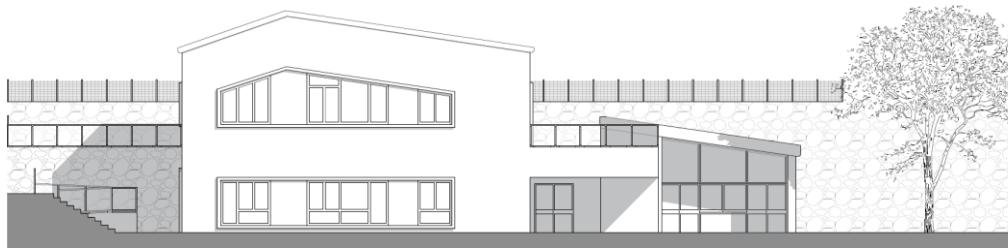
ANALISI DEI COSTI

CONCLUSIONI

Immagini fuori scala

DEMOLIZIONE-RICOSTRUZIONE

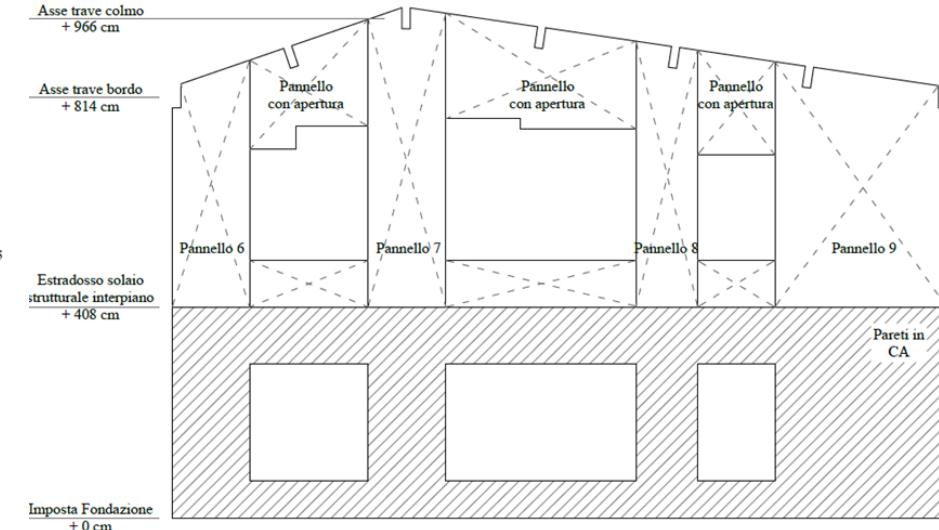
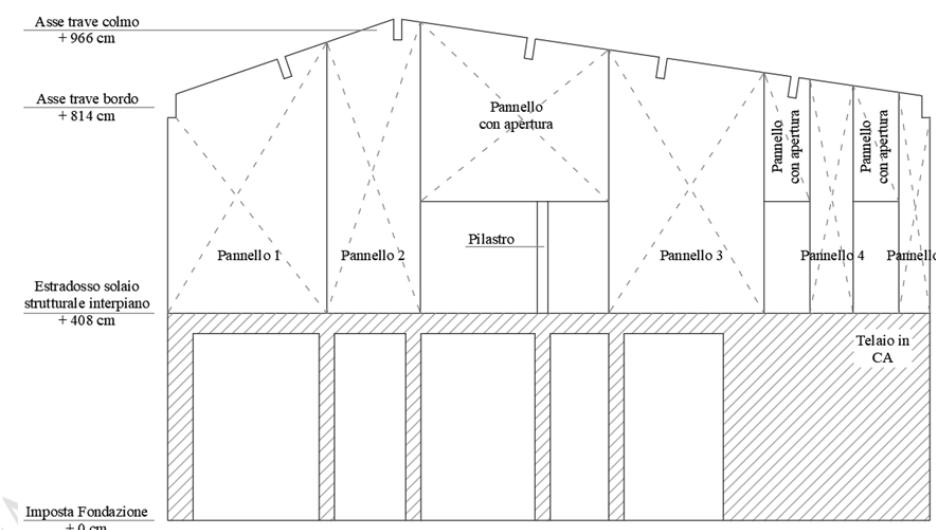
Prospetto principale



Organizzazione strutturale nuovo edificio

- Dimensionamento copertura in legno lamellare a doppia orditura;
- Struttura in CA a livello inferiore scatolare rigida, organizzata in modo da avere piena corrispondenza con le pareti X-Lam;
- Pareti X-Lam mai in falso, solo in alcuni allineamenti si tollera il comportamento a trave-parete.

Allineamenti elementi strutturali



STIMA DEI COSTI

Riabilitazione

Progettazione Architettonica e
Strutturale

Prezzari Ufficiali

- Reg. Toscana

- Reg Emilia- Romagna

Demolizione-Ricostruzione

Progettazione Architettonica

*Analisi sui costi Standard per
l'Edilizia in Regione Toscana*

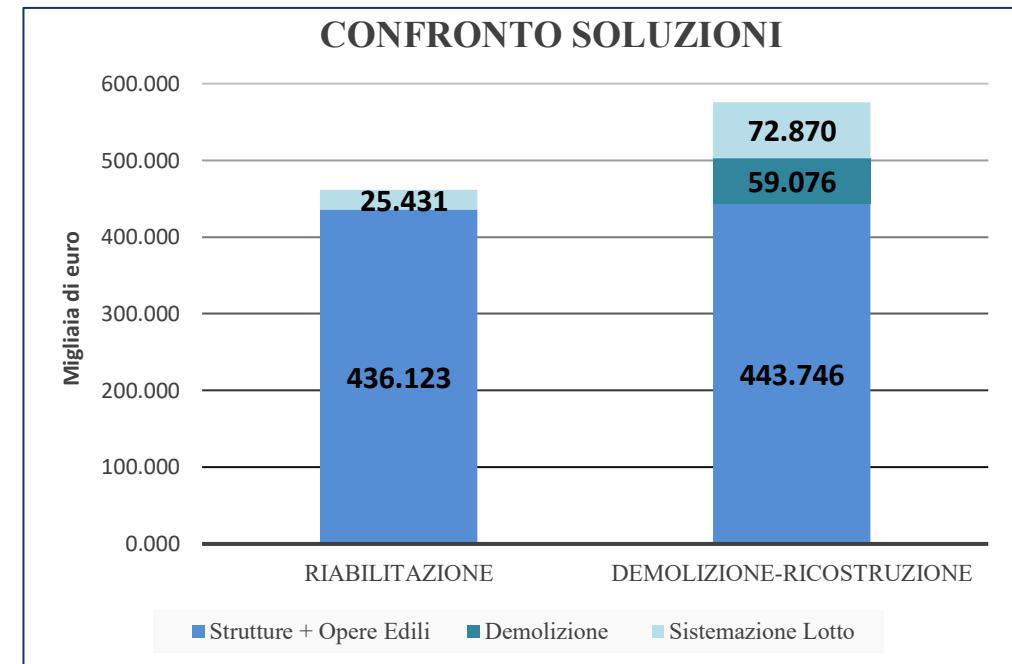
CONSIDERATO NELLA STIMA

- Strutture
- Opere Edili (isolamento termico, isolamento al fuoco)
- Demolizioni con smaltimento materiale di risulta
- Sbancamenti, scavi, e smaltimento terreno di risulta
- Sistemazione accessoria del lotto

NON CONSIDERATO NELL'AUTOCOSTO

- Impianti
- Serramenti (incluso smontaggio degli esistenti)
- Allestimento cantiere
- Arredi fissi e mobili
- I.V.A.
- Spese Tecniche

CONCLUSIONI



Seppure la riabilitazione risulti meno costosa, la differenza di 114.138,00 € (ossia il 19.8% del costo di demolizione e ricostruzione) non giustifica spese così importanti su un edificio così datato nella struttura e nella gestione dello spazio, che quindi, per quanto a norma, non raggiungerà mai i livelli di sicurezza e di fruizione dell'edificio nuovo.

LA RIABILITAZIONE È ANTIECONOMICA





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Per qualsiasi informazione o chiarimento, i miei contatti sono:

mail:

telefono:

elia.nistri.en@gmail.com

+39 3463163027