

CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

COMUNE DI MARTELLAGO

COMMITTENTE

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MARTELLAGO



Finanziato dall'Unione Europea
NextGeneration EU

**ADEGUAMENTO IMPIANTI SPORTIVI DI
MARTELLAGO – 1° STRALCIO**

CIG 9480596351

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE DI VERIFICA DELLE
STRUTTURE ESISTENTI**

Ottobre 2022

INDICE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA SULLE CARATTERISTICHE DEI NUOVI MATERIALI.....	3
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (NTC 2018).....	4
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE.....	6
Riassunto della documentazione in possesso	6
Descrizione della struttura e dell'intervento della copertura	6
Campagna di indagine eseguita	6
Estratto delle tavole del deposito originario	7
Estratto della campagna di indagine e delle prove sui materiali originali	15
Intervento di progetto	17
Livello di conoscenza e fattore di confidenza e materiali esistenti	18
Ipotesi di calcolo.....	18
Programmi di calcolo	19
ANALISI DEI CARICHI.....	19
AZIONE SISMICA.....	19
NOTE ALLA MODELLAZIONE E ALLE VERIFICHE AFFETTUATE §. 10.2 d.m. 14.01.2018.....	21
1. MODELLO	22
Reazioni alla base.....	28
Analisi dinamica modale	28
Principali deformate	30
2. VERIFICHE.....	32
Soletta bassa	32
Soletta alta	35
Setti – taglio nel piano.....	37
Setti – taglio fuori piano	43
Setti - pressoflessione.....	44
Tamponamento in blocchi leca	46
3. MARTELLAMENTO.....	49
4. GIUDIZIO MOTIVATO DELL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI §. 10.2 d.m. 14.01.2018	49
FONDAZIONI	50
PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA	52

RELAZIONE ILLUSTRATIVA SULLE CARATTERISTICHE DEI NUOVI MATERIALI

(L. 1086/71 , art. 4)

La presente relazione viene redatta per fornire all' impresa costruttrice, all' assistente ai lavori ed al direttore dei lavori, un quadro sintetico delle caratteristiche e qualità dei materiali da impiegare per il confezionamento delle strutture in c.a. , in legno ed in carpenteria metallica comprese nelle opere di cui al progetto in argomento.

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S235 Zincato a caldo

Bulloneria classe 8.8

Classe di esecuzione EXC3

CALCESTRUZZO

C25/30 (resistenza cubica caratteristica Rck=30 MPa)

categoria di esposizione XC2 (UNI EN 206-1 / UNI 11104):

classe di consistenza S4 (UNI EN 206-1 / UNI 11104)

ømax inerte 32mm

ACCIAIO PER C.A.

B450C

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI (NTC 2018)

Indagini geognostiche

L' accertamento della natura e delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo per l'area dell'intervento in oggetto è stato svolto dalla Geotecnica veneta srl

Caratterizzazione geotecnica del terreno

Dalla Relazione Geologico e Geotecnica si ricava la seguente caratterizzazione del terreno di fondazione: (estratto relazione geologica)

1° strato: da piano calpestio sino alla profondità di circa -4.00 m, i valori di resistenza misurati, punta (q_c), attrito laterale (f_s) e sovrappressione interstiziale (u) denunciano la presenza, al di sotto di circa un metro di materiali di riporto sabbioso limosi, di materiali coesivi mediamente compatti, costituiti da **argille e limi argillosi** aventi valori di q_c tra 0.6 e 1.8 MPa. Per tale strato coesivo è possibile assumere un valore della coesione non drenata S_u di 40 kPa. E' opportuno evidenziare che tali livelli coesivi potranno essere sede di cedimenti totali e/o differenziali anche non accettabili se verranno interessati da incrementi tensionali di una certa entità.

2° strato: da -4.00 m sino a circa -6.50/-7.00 m, sono presenti **sabbie limose** mediamente addensate, come indicano i valori di q_c che si mantengono per questo strato tra 5 MPa e 8 MPa con picchi di 11 MPa a cui si associano densità relative $D_r = 45 \div 52 \%$ e conseguenti angoli di resistenza al taglio ϕ' di 36° .

3° strato: da circa -6.50/-7.00 sino a -16.00 m, le resistenze denunciano la presenza di materiali prevalentemente coesivi normaleconsolidati da poco consistenti a mediamente consistenti, costituiti da **limi argillosi ed argille** aventi valori di q_c medi di 1.3 Mpa e contenenti veli ed interstrati decimetrici di sabbie limose e limi sabbiosi che interrompono i percorsi di drenaggio (alla -9 m, -10.50 m, -13 m, -15 m). Per tale strato coesivo è possibile assumere un valore della coesione non drenata S_u di 70 kPa.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la categoria del suolo di fondazione è la "C".

In merito alle condizioni topografiche il sito ricade nella categoria : T1

La falda freatica si trova a profondità di 2m dal p.c.

Tipologia delle fondazioni di progetto e note prescrittive

La struttura presenta fondazioni dirette a trave.

Nota:

Le fondazioni, a seguito dell'intervento, non presentano variazioni di carichi.

Giugno 2022

il Progettista delle Strutture
Arch. Pietro Vittorio

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Legge 05-11-71 n° 1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

D.M. 17-01-2018

Norme tecniche per le costruzioni

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'

*«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»
di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.*

D.P.R. 6-06-2001, N.380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia

L.R. Friuli Venezia Giulia 11-08-2009, n.16

Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio

L.R. Friuli Venezia Giulia 9-05-88, n.27

Norme sull'osservanza delle disposizioni sismiche ed attuazione dell'art. 20 della legge 10-12-81 n.741

UNI - EN 1993-1-1:2008

Eurocodice 3 - Progettazione di strutture in acciaio

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Riassunto della documentazione in possesso

- Date:

Deposito in data 24 4 1987

Integrazione in data 28 10 1987

- Progettisti strutturali originali

Ing Sandro Favero n. 1403 Ordine Venezia

Ing maurizio Milan n.1413 Ordine Venezia

Ing Vittorio Bassan per i prefabbricati

Collaudatore statico

Ing Niero Pietro

Descrizione della struttura e dell'intervento della copertura

La struttura è composta da 11 setti in ca, paralleli tra loro.

Su questi poggiano gradoni prefabbricati. In mezzeria alla struttura sono presenti due setti affiancati distanti tra di loro 2cm.

Le fondazioni dei setti sono a trave rovescia con base massima di 2m e sono collegate trasversalmente con due travi di base 50cm.

Gli unici setti longitudinali sono quelli del locale della centrale termica. Ma nella tavola fondazioni non c'è cenno di questi setti.

Il solaio dei locali caldaia sono in soletta piena dello spessore di 20cm.

È presente un solaio in laterocemento.

Sono presenti dei pilastri in cemento di sezione 30x30cm e due fasce di soletta piena concidenti con il primo e l'ultimo pianerottolo alla base ed alla sommità dei gradoni.

Le scale in c.a sono realizzate con rampe da 15cm e pianerottoli da 25cm di soletta piena.

- Progettisti strutturali nuova copertura in acciaio

Arch. Claudio Zampini

- Descrizione dell'intervento sull'esistente

La copertura è realizzata con 7 telai in acciaio che trasferiscono le sollecitazioni in fondazione e sui setti esistenti in c.a. La loro stabilità in direzione longitudinale è garantita dai controventi a croce di sant'Andrea.

- Documenti a disposizione

Collaudo

Relazione di calcolo dei gradoni prefabbricati e della nuova struttura in acciaio

Tavole grafiche

Campagna di indagine eseguita

Si è predisposta una nuova campagna di indagine volta al controllo delle tavole strutturali in nostro possesso nonché alla calibrazione dei valori caratteristici dei materiali.

La campagna è stata svolta da ALTRAINGEGNERIA s.r.l. nel novembre del 2021 e comprende le seguenti prove.

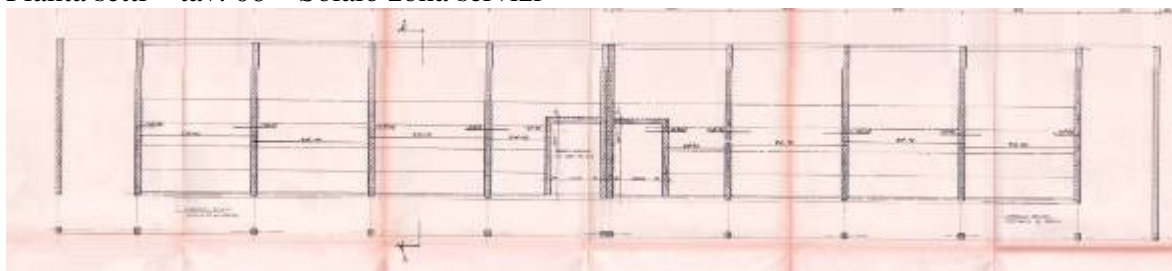
- N° 4 prelievi di malta di allettamento e studio petrografico di analisi in sezione sottile;
- N° 1 indagini su solaio per la determinazione delle caratteristiche geometriche;
- N° 4 prelievi di blocchi forati per la determinazione delle caratteristiche meccaniche tramite prova di compressione in laboratorio;
- N° 2 saggi su muratura per la verifica della presenza di armature su nervature e disposizione della malta di allettamento;
- N° 3 prelievi e prove a trazione su campioni di barre di armatura;
- N° 10 indagini pacometriche per la ricerca e la distribuzione dei ferri di armatura di elementi in cls;
- N° 4 prove con durometro portatile per la misura della durezza superficiale degli elementi metallici;
- N° 9 misure della profondità di carbonatazione del cls;
- N° 9 prelievi e prove a compressione di campioni cilindrici di calcestruzzo.

Si fa inoltre riferimento alla relazione geologica redatta da GEOTECNICA VENETA S.r.l. nel ottobre del 2021

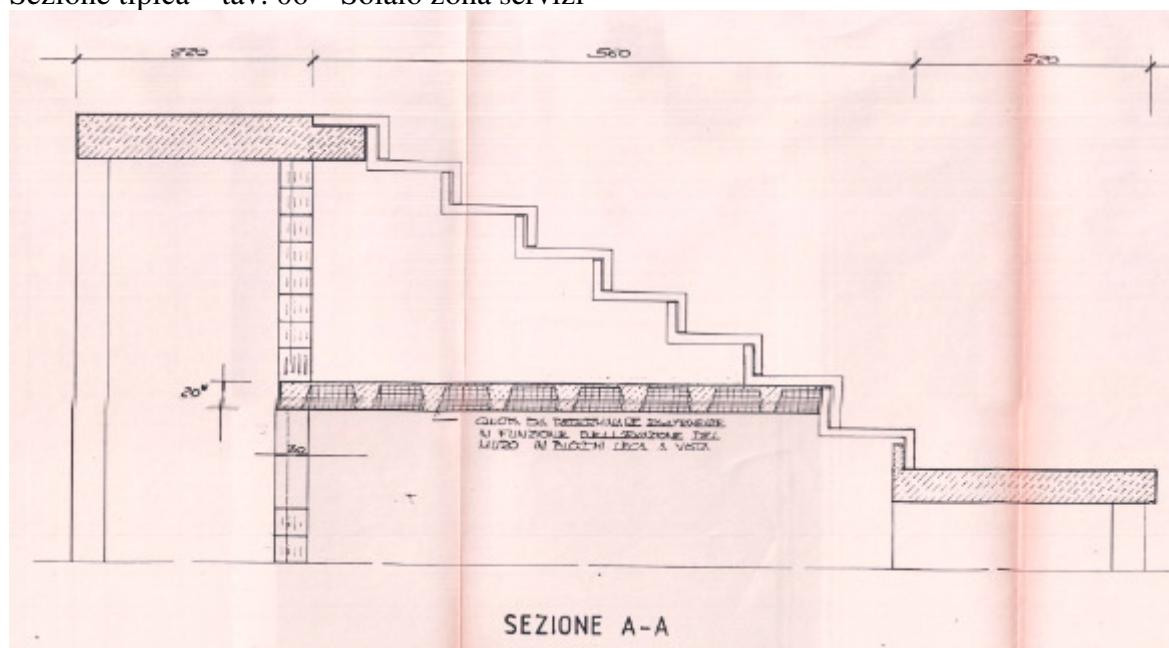
Estratto delle tavole del deposito originario

Si definisce lo schema statico della struttura partendo dalle informazioni ricavate dalle tavole strutturali originali

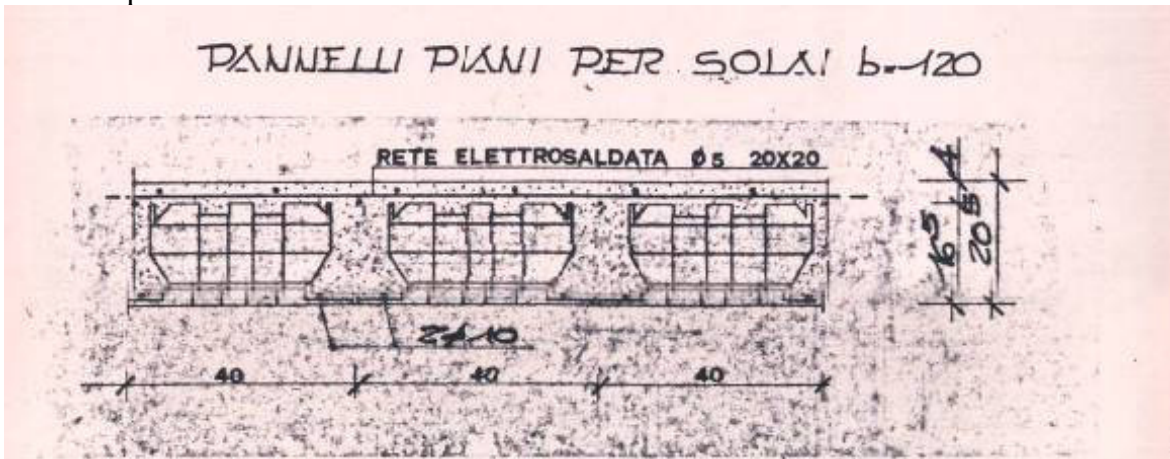
Pianta setti – tav. 06 – Solaio zona servizi



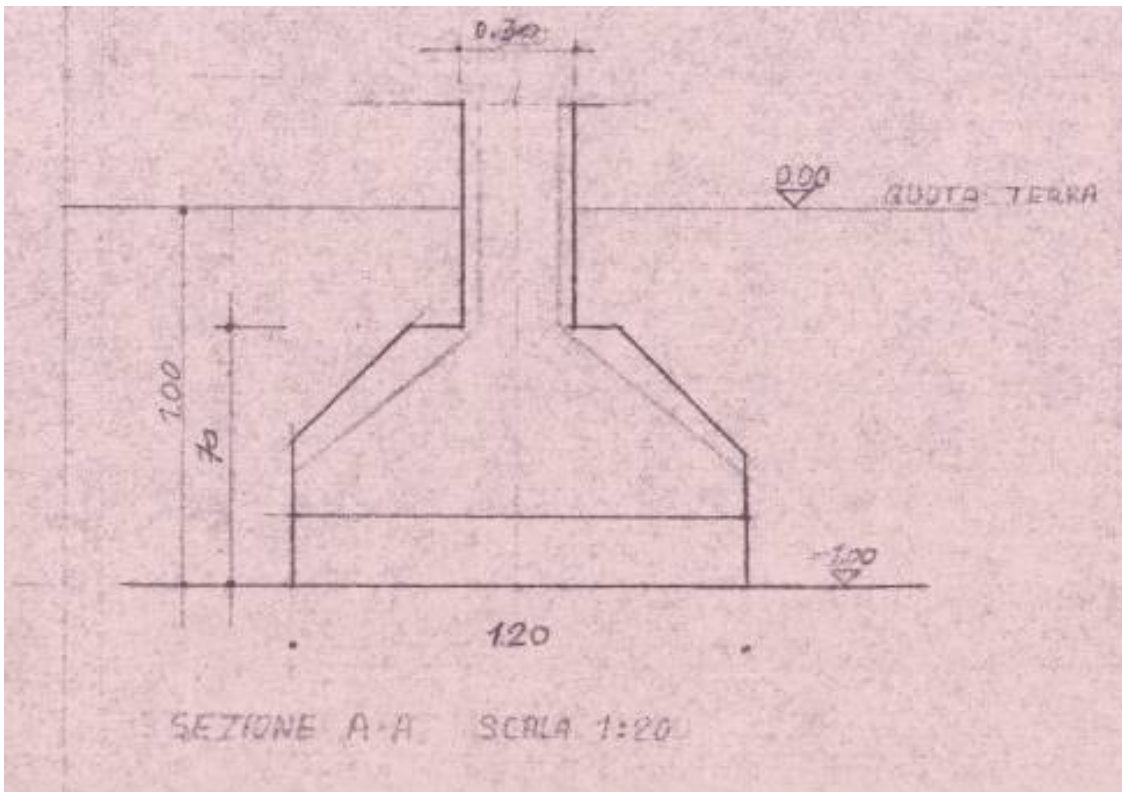
Sezione tipica – tav. 06 – Solaio zona servizi



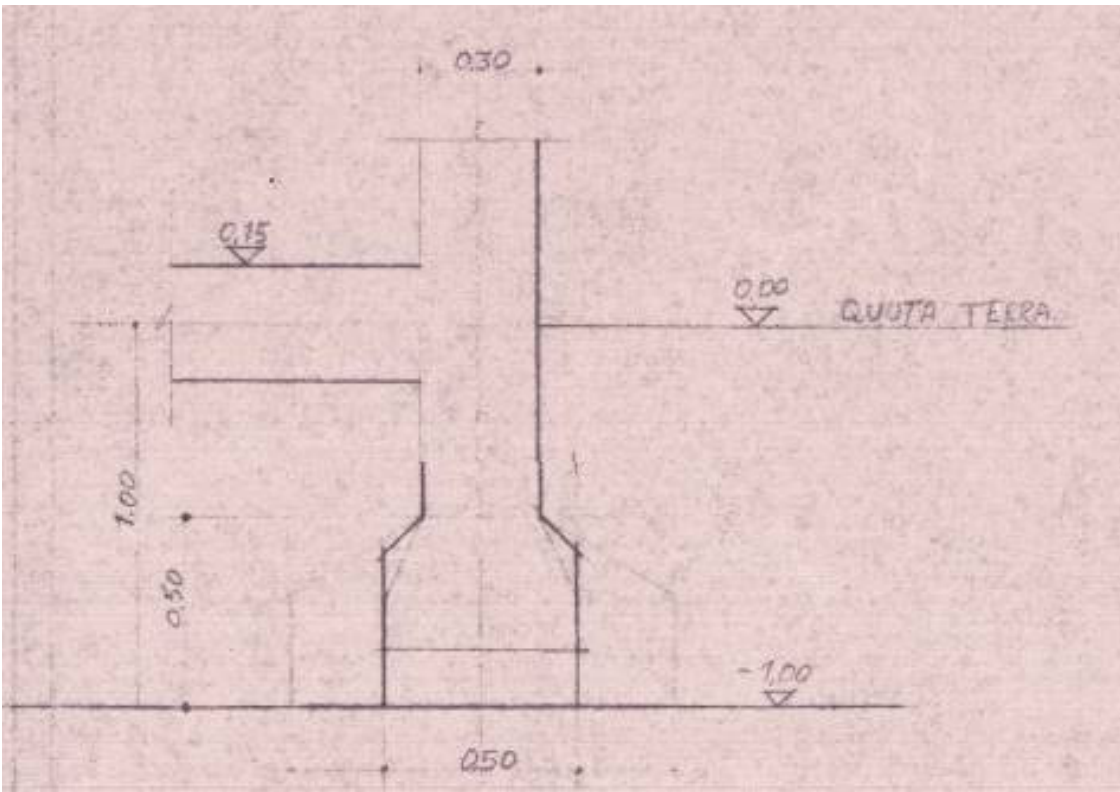
Solaio di piano – tav. 06 – Solaio zona servizi



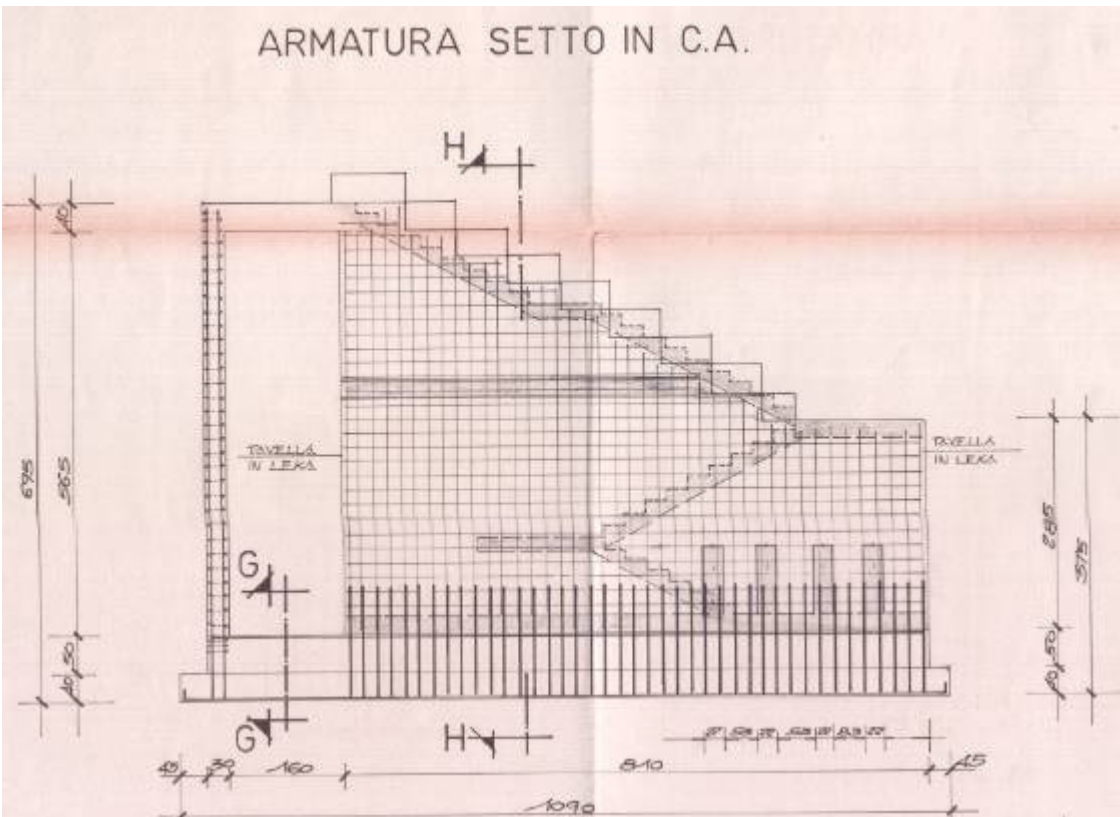
Fondazione sotto i setti – tav. 07 – Stralcio esecutivo fondazioni

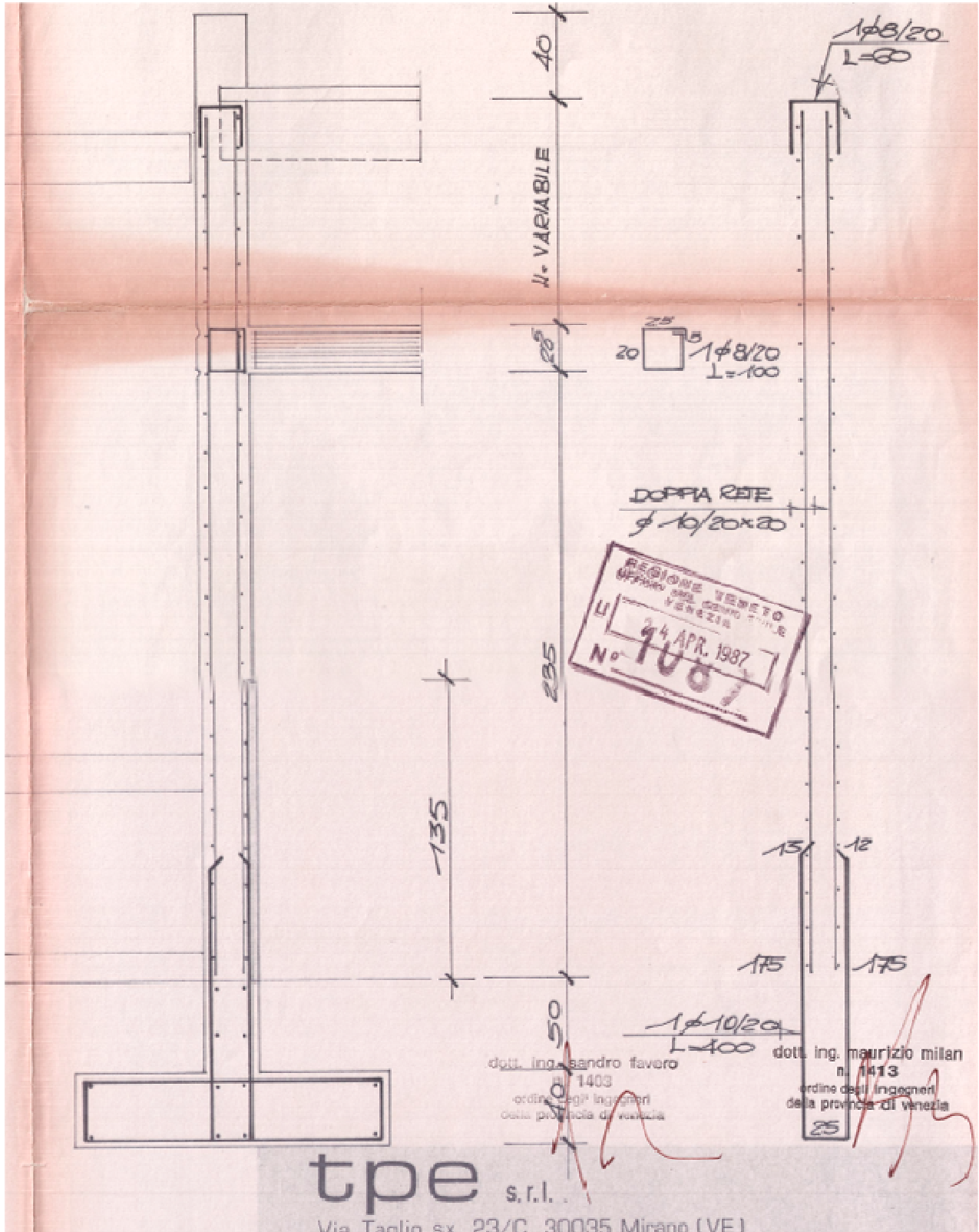


Fondazione sotto i muri in mattoni leca – tav. 07 – Stralcio esecutivo fondazioni

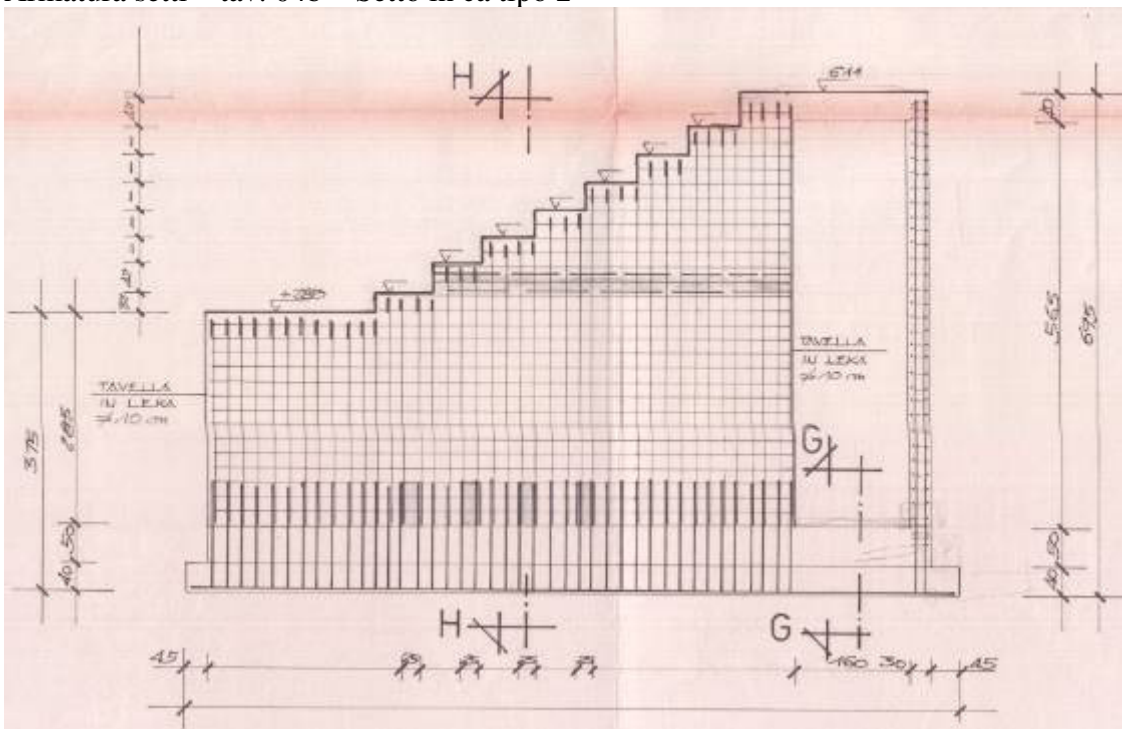


Armatura setti – tav. 04a – Setto in ca lato scale

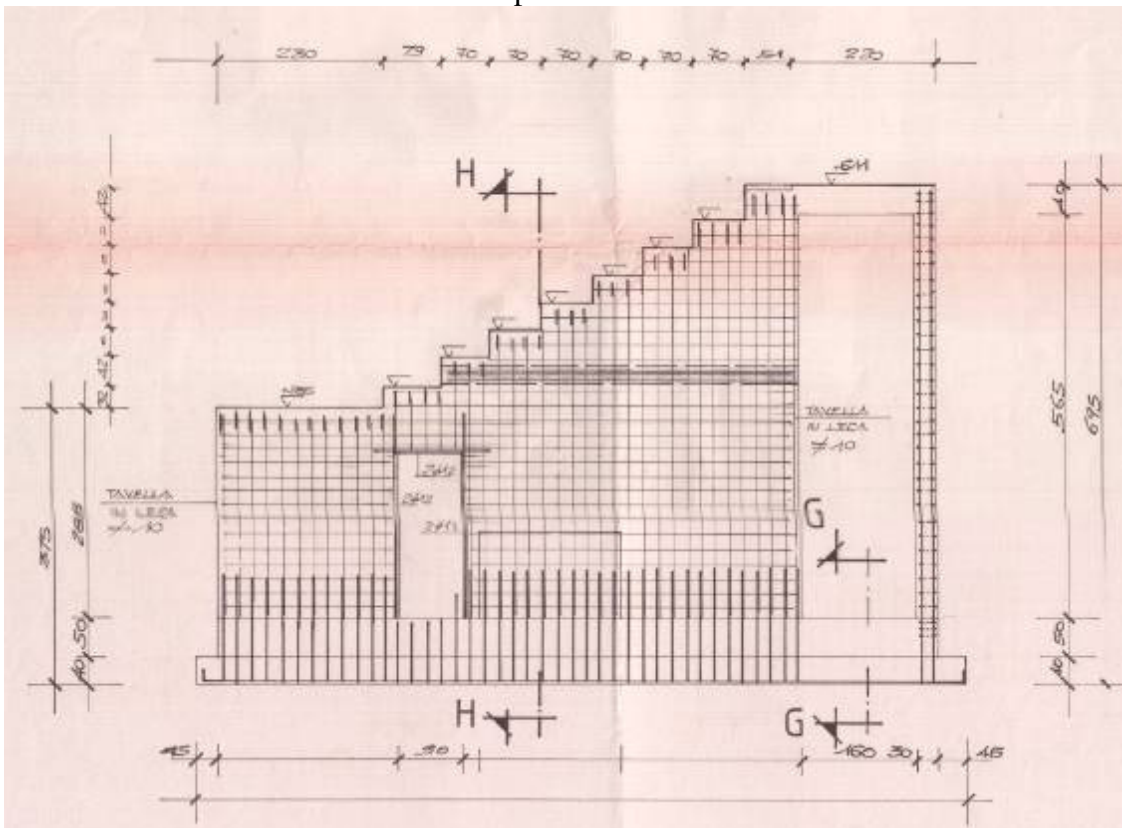




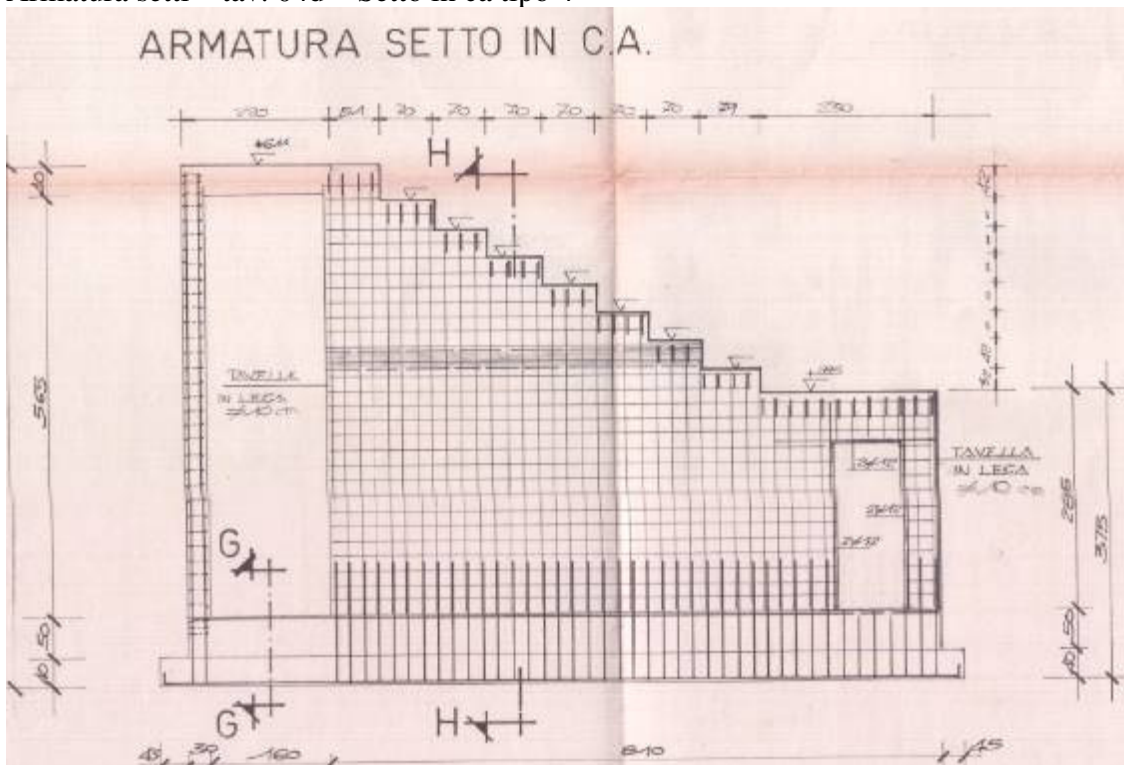
Armatura setti – tav. 04b – Setto in ca tipo 2



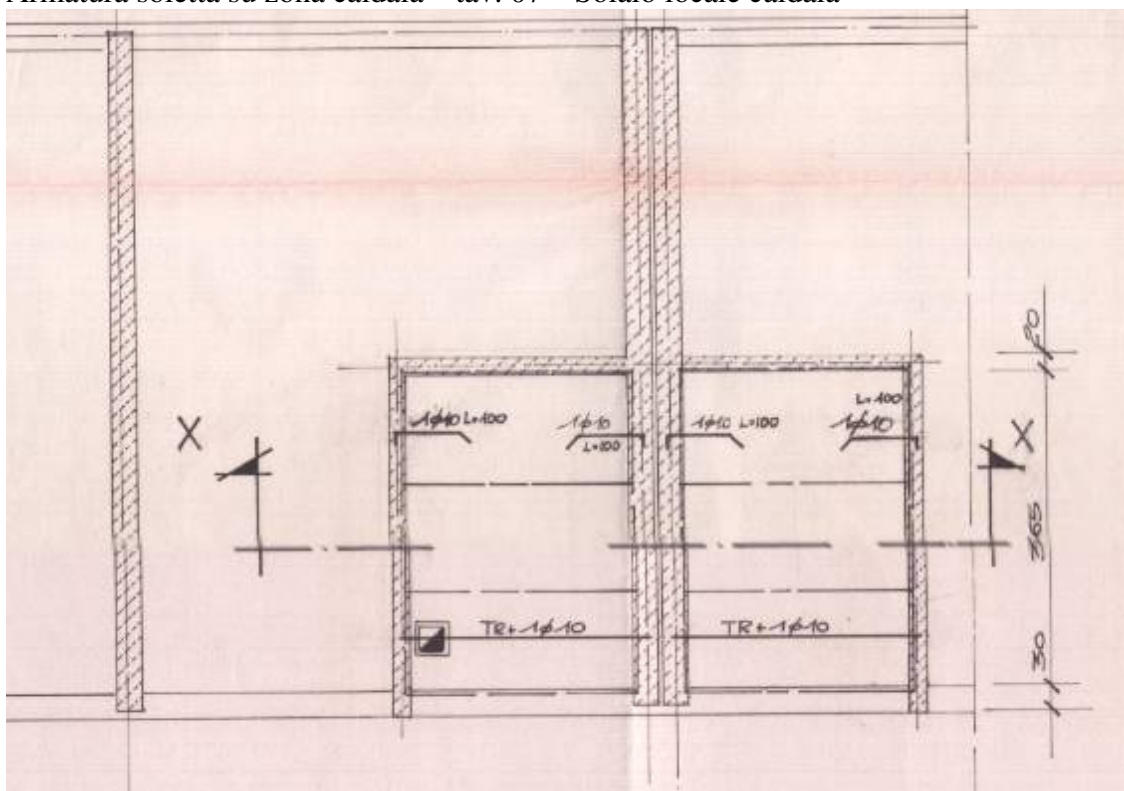
Armatura setti – tav. 04c – Setto in ca tipo 3



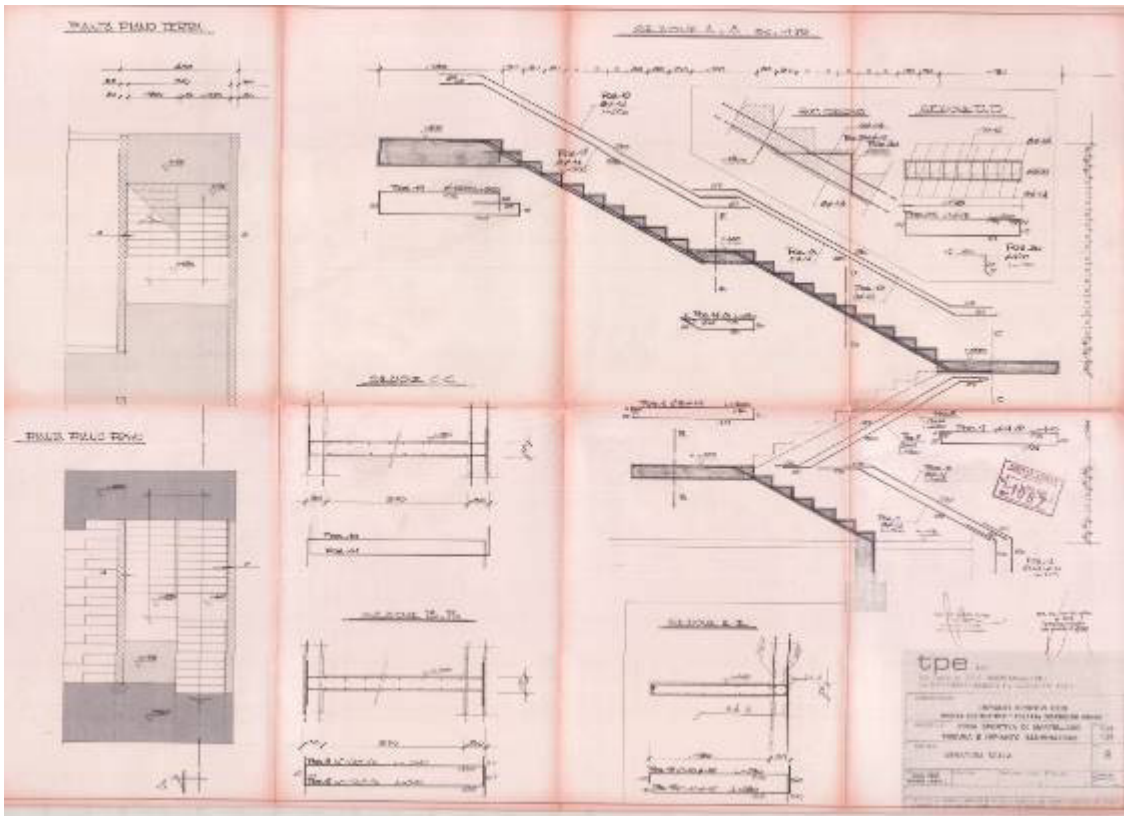
Armatura setti – tav. 04d – Setto in ca tipo 4



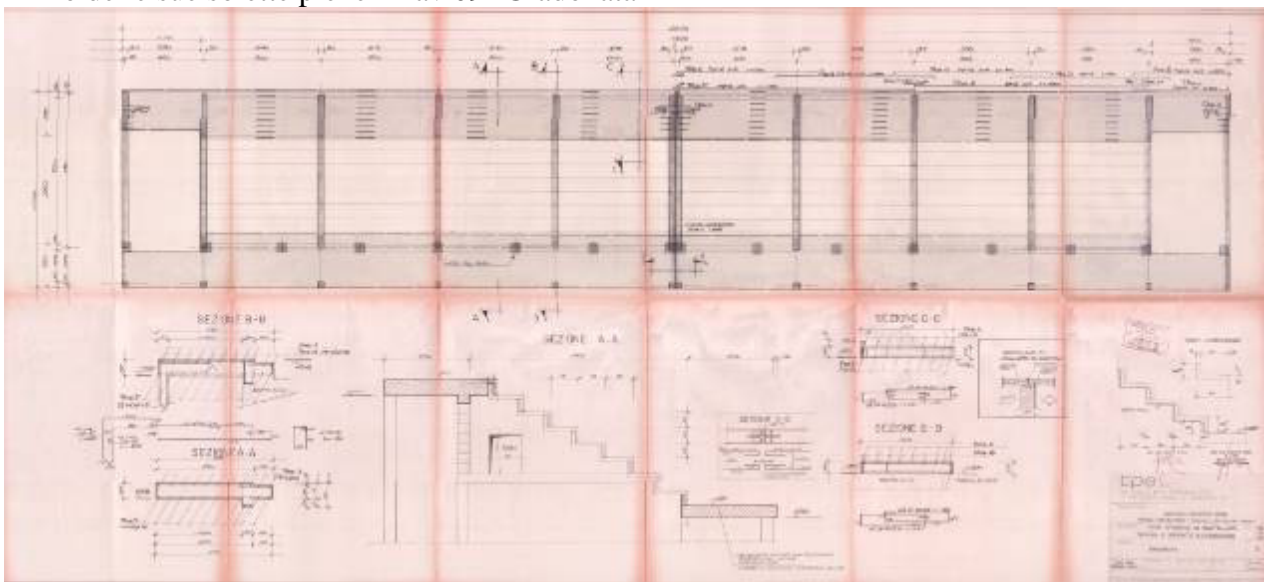
Armatura soletta su zona caldaia – tav. 07 – Solaio locale caldaia

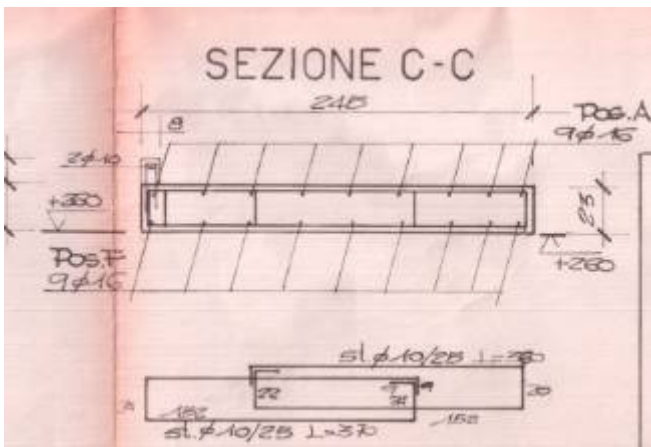
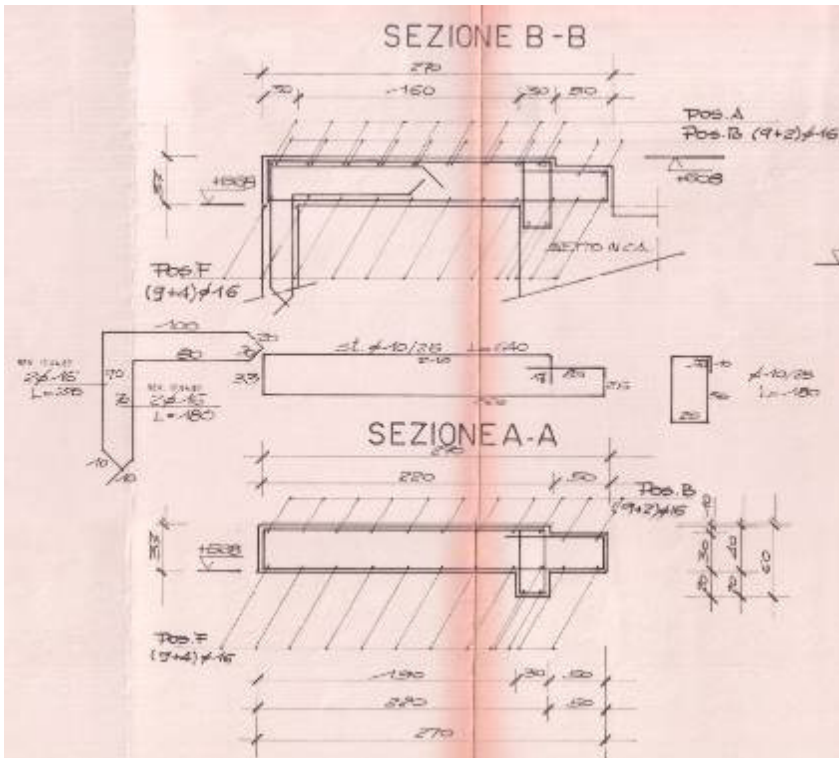


Tav 08 – Armatura scala



Armo delle sue solette piene - Tav 09- Gradonata





Nella relazione di calcolo il DL: Arch. Romano Chirivi, dichiara la muratura in blocchi leca come tamponamento

Estratto della relazione

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEL DIRETTORE DEI LAVORI

N° 1087

(Lettera B Legge 5-XI-1971 n. 1086)
 Allegata alla Denuncia Genio Civile.

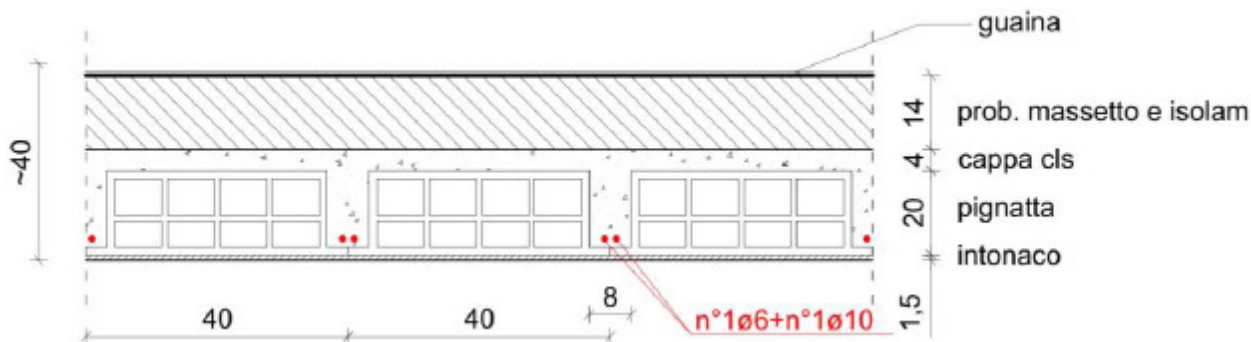
Trattasi di progetto per la costruzione di una tribuna con annessi servizi e spogliatoi, e strutture di sostegno degli impianti di illuminazione - Zona sportiva di Martellago

Le strutture consistono principalmente in :

- fondazioni in cemento armato
- pilastri e travi in c.a.
- murature di tamponamento in blocchi tipo LECA
- solai in latero-cemento, parzialmente prefabbricati,

Estratto della campagna di indagine e delle prove sui materiali originali

Il solaio si presenta diverso da quanto dichiarato in progetto



Indagini pacometriche

ID Pac.	Quota/piano	Elemento	Posizione	Dimensioni BxPxH [cm]	Rilievo armatura
Pac.01	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30cm	doppia rete ø10/20x20
Pac.02	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30cm	doppia rete ø10/20x20
Pac.03	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30cm	doppia rete ø10/20x20
Pac.04	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30+30cm	doppia rete ø10/20x20
Pac.05	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30cm	doppia rete ø10/20x20
Pac.06	T	muro cls	a 150cm da terra	sp.30cm	doppia rete ø10/20x20

Pac.07	T	cordolo	mezzeria	30 x 24	reggistaffa $\phi 12$ + almeno n°1 $\phi 16$ inf - st. $\phi 8/20$. Armatura non completamente rilevabile per la presenza di serramento metallico. Vedi anche disegno di seguito.
Pac.08	T	pilastro	a 150cm da terra	30 x 30	n°4 $\phi 16$ - st. $\phi 8/12,5$
Pac.09	T	pilastro	a 150cm da terra	30 x 30	n°4 $\phi 16$ - st. $\phi 8/12,5$
Pac.10	T	pilastro	a 150cm da terra	30 x 30	n°4 $\phi 16$ - st. $\phi 8/12,5$

Resistenza carote e carbonatazione

ID	Quota/ piano	Elemento	Resistenza unitaria [N/mm ²]	Profondità di carbonatazione [mm]
C1	T	muro cls	44,1	7
C2	T	muro cls	40,0	17
C3	T	pilastro	44,0	11
C4	T	muro cls	27,2	24
C5	T	pilastro	37,1	26
C6	T	pilastro	33,9	25
C7	T	muro cls	38,6	20
C8	1°P	muro cls	41,2	34
C9	1°P	muro cls	32,7	26

Prove allegate al collaudo dell'epoca

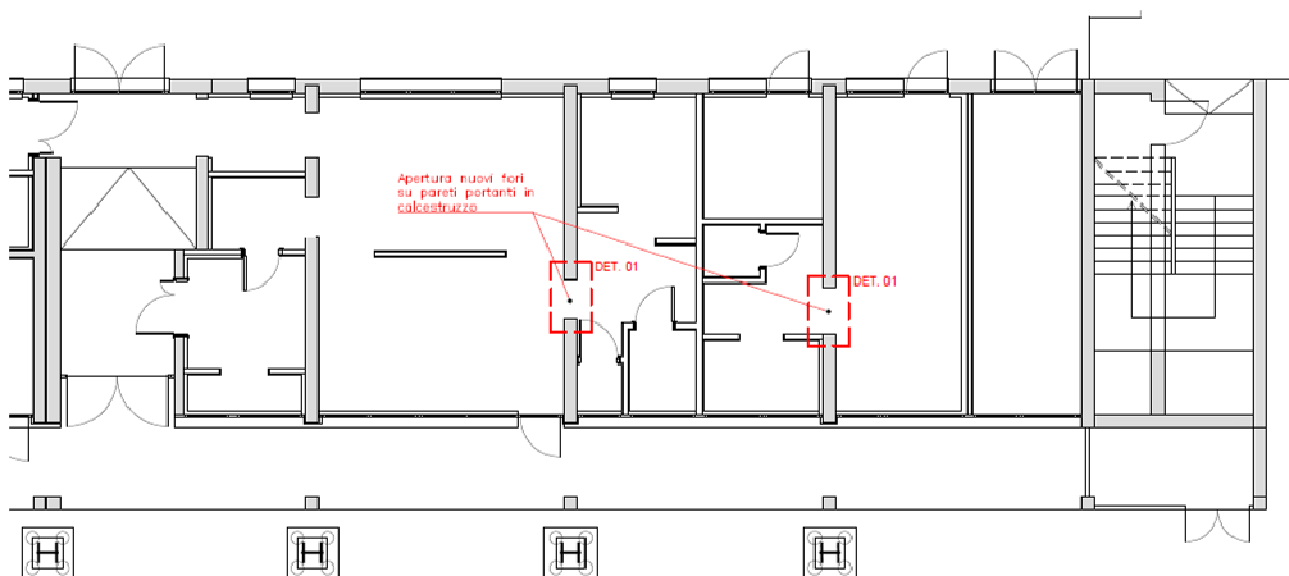
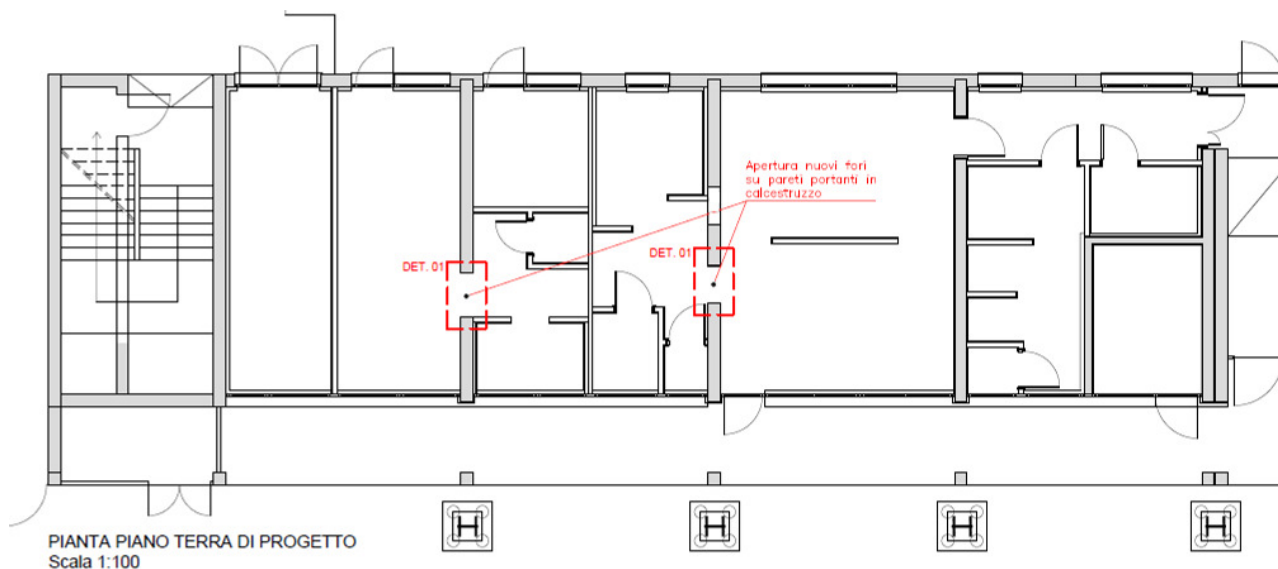
PROVE DI COMPRESSIONE EV. **3688**

No.	Contrassegno	a	b	h	Mt	Mu	Rt	Rb	Data prova
1	R.250	15	14.9	15	7.94	2368.	843.66	37.74	5.11.87
2	"	15	15	15	8	2370.	1015.33	45.12	"
3	"	15	14.9	15	7.96	2374.	887.80	39.72	"
4	"	15	14.9	15	7.94	2368.	892.71	39.94	"
5	"	15	14.9	15	7.96	2374.	853.47	38.18	"
6	"	15	14.8	15	7.9	2372.	1133.05	51.03	"
7	R.300	15	14.9	15	7.96	2374.	1079.1	48.28	"
8	"	15	15	15	8.1	2400	1270.39	56.46	"
9	"	15	15	15	8.12	2405.	1294.92	57.55	"
10	"	15	14.9	15	7.98	2380.	902.52	40.38	"
11	"	15	15	15	8.02	2376.	1290.01	57.33	"
12	"	15	15	15	8	2370.	1290.01	57.33	"
13	"	15	15	15	8.05	2385.	1039.86	46.21	"
14	"	15	14.8	15	7.9	2372.	868.18	39.10	"

Intevento di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di nuove aperture nei setti portanti della tribuna e una modifica della suddivisione degli spazi interni. Quest'ultima non ha carattere strutturale.

Si eseguirà, inoltre, il fissaggio dei gradoni e il rinforzo delle tampanutae per impedire il loro ribaltamento fuori da piano in caso di azione sismica.



Si verifica la struttura allo stato di progetto.

Livello di conoscenza e fattore di confidenza e materiali esistenti

L'indagine sui materiali eseguita sulla struttura esistente è allegata alla presente e contiene esaustive indicazioni sui metodi e sui risultati.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Materiali esistenti

Rbk \geq 250 kg/cm²

Feb44k

Ipotesi di calcolo

Il calcolo viene condotto con il metodo cosiddetto “semiprobabilistico agli stati limite” secondo quanto prevista dal Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2018 –

Vita nominale e classe d'uso

Per quanto riguarda la “vita nominale” dell'opera e la “classe d'uso” della stessa, come definite al punto 2.4 del D.M. 14/01/2018, si assume per le strutture in progetto una vita nominale **VN pari a 50 anni ed una classe d'uso III.**

Osservazioni/assunzioni

La struttura si presenta divisa in due corpi separati. Tali corpi sono, tutto sommato, speculari. Si prende in esame il corpo che ha le forometrie maggiori e si esegue una verifica dello stesso.

La nuova copertura in acciaio è stata introdotta nel modello solo sotto forma di carichi (azioni). Si valuta che la situazione più gravosa sia quella sismica. Per cui si determina la resistenza globale della tribuna soggetta a questa azione.

Le fondazioni alla base dei setti, data la loro larghezza, danno un contributo alla stabilità della struttura offrendo una resistenza al ribaltamento del singolo setto.

Si trascura il contributo offerto dai setti della zona caldaia, perché non c'è stato modo di indagare sulle loro fondazioni (che non sono riportate nei progetti). Anche con questa assunzione (che risulta a favore di sicurezza) le verifiche sono soddisfatte.

Tipo di analisi sismica:

L'analisi sismica viene condotta considerando il comportamento d'insieme (modello tridimensionale) della struttura che viene analizzata mediante elaboratore elettronico con programma di calcolo agli elementi finiti.

La struttura si presenta regolare in altezza ed in pianta, pertanto per la verifica sismica si adotta il metodo dell'analisi dinamica modale abbinata ad uno spettro di risposta e di una statica lineare a controllo dei risultati.

Programmi di calcolo

Il codice di calcolo adottato è quello del SAP2000 (v.16) prodotto dalla CSI Berkeley California, la cui diffusione ed approfondito livello di validazione ne rendono superfluo ogni presentazione.

Verifiche sezionali della parte di struttura interrata sono state eseguite con il codice di calcolo VCA slu (v.7.7). Il programma, realizzato dall'Ing. Piero Gelfi, hanno un'elevata diffusione.

Per tutte le altre verifiche riportate si sono utilizzati fogli di calcolo (excel) redatti dallo scrivente.

ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri:

elementi strutturali in c.a. : 25 kN/m³

elementi strutturali in acciaio. : 78.5 kN/m³

Tribune :

Accidentale distribuito tribuna $Q_{acc} = 5.0 \text{ kN/m}^2$,

Accidentale solaio sottotribuna – sola manutenzione $Q_{acc} = 0.5 \text{ kN/m}^2$

AZIONE SISMICA

Vita nominale: $V_N \geq 50$ anni (opere ordinarie)

Classe d'uso: III (costruzioni in cui si preveda affollamenti significativi)

Periodo di riferimento per la costruzione $V_R = 50 * 1.5 = 75$ anni

Categoria del sottosuolo: C

Categoria topografica: T1 \Rightarrow St = 1

Fattore di struttura:

La struttura esistente possiede un comportamento non dissipativo.

(7.3 NTC 2018) La domanda sismica per strutture a comportamento non dissipativo può essere ridotta utilizzando un opportuno fattore di comportamento q valutato in (tab. 7.3.I) 1.5

Il sisma viene applicato separatamente nelle due direzioni principali della struttura e quindi

combinato come segue: $E = 1.0 * E_x + 0.3 * E_y$; $E = 1.0 * E_y + 0.3 * E_x$

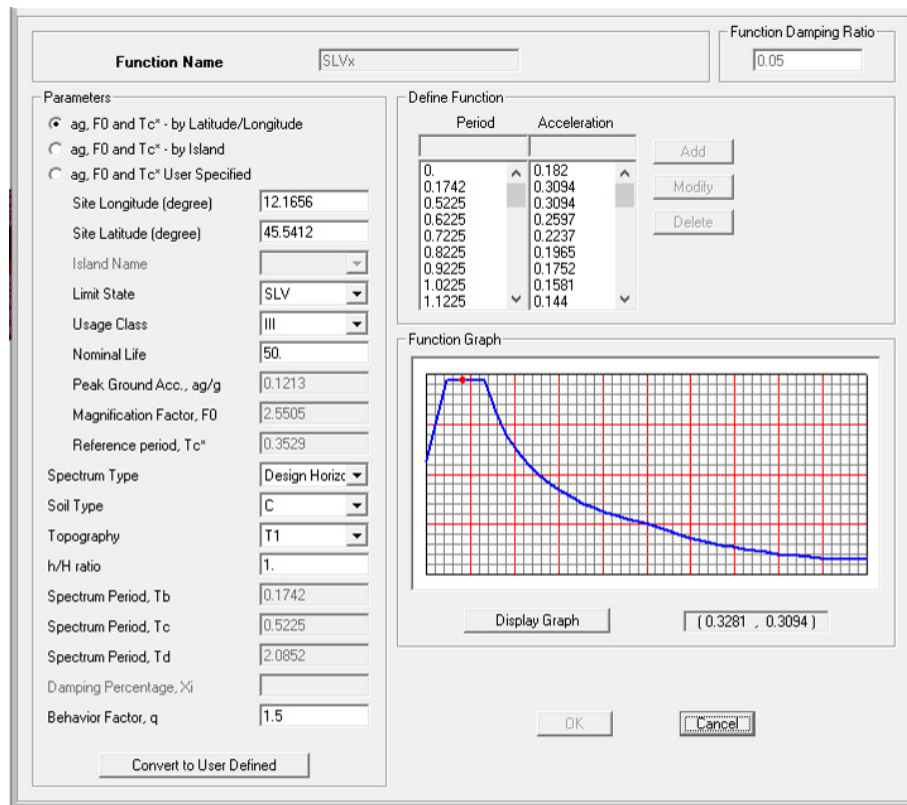
dove E_x ed E_y sono gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazione, spostamenti) relativi, rispettivamente, all'azione del sisma in direzione "x" ed in direzione "y".

Il sisma viene combinato con le altre azioni secondo la:

$G_1 + G_2 + E + \sum \psi_{2i} * Q_{ki}$

essendo ψ_{2i} pari a 0.00 per la neve ($q < 1000 \text{ m s.l.m.}$) e 0.6 per i carichi accidentali con affollamento, 0 per i carichi accidentali di sola manutenzione

Al fine di tenere in considerazione la variabilità spaziale del moto sismico nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse si attribuisce un'eccentricità accidentale del 5%



Requisiti nei confronti degli stati limite sismici:

da tabella 7.3.I NTC 2018 e tabella 7.3.III NTC 2018

1 - SLV (SLU) ⇒ verifiche di resistenza con $q = 1.5$

2 - SLD (SLE) ⇒ verifiche di resistenza con $q = 1.5$

Inquanto il valore dell'azione sismica di SLV è maggiore di quello della SLD la verifica del punto 2 è implicitamente soddisfatta.

NOTE ALLA MODELLAZIONE E ALLE VERIFICHE AFFETTUATE §. 10.2 d.m. 14.01.2018

Struttura da analizzare:

Come già descritta in precedenza nella “descrizione introduttiva dell’opera”.

Natura del problema sismico da risolvere:

Analisi statica equivalente e dinamica modale

Natura della azioni esterne:

Azioni non sismiche:

Carichi gravitazionali applicati con carichi unif. distribuiti su shell o frame

Azione sismica:

Statica equivalente e dinamica modale

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo:

Codice di calcolo SAP2000 (v.16.1.1) prodotto dalla CSI Berkeley-California.

Affidabilità dei codici utilizzati:

La sua diffusione ed approfondito livello di validazione ne rendono superfluo ogni presentazione.

Criteri di modellazione:

Elementi:

I setti sono modellati con elementi shell, le travi con elementi beam opportunamente svicolati alle estremità.

Quote e fili:

Gli elementi verticali quali shell e beam (pilastri) sono modellati nella posizione (piano x-y) che effettivamente occupano nell’architettonico.

La quota minima degli elementi coincide con l’estradosso delle travi di fondazione, la massima con la quota media della banchina di copertura.

Vincoli cinematici:

Non ci sono vincoli cinematici

Piani rigidi:

non sono modellati piani rigidi

Mesh:

La suddivisione delle shell è in elementi rettangolari/quadrati con lato di circa 40cm. Si ritiene che la suddivisione effettuata nelle shell sia sufficiente a cogliere le forme modali della struttura.

Non ci sono elementi allungati in rapporto superiore a 1 a 3 né elementi con angoli $< 10^\circ$ o $> 160^\circ$.

Non ci sono importanti zone di transizione. Le shell utilizzate sono di tipo sottile (senza effetto deformativo da taglio) con vincolo drill.

Vincoli:

I vincoli alla base dei setti sono incastri

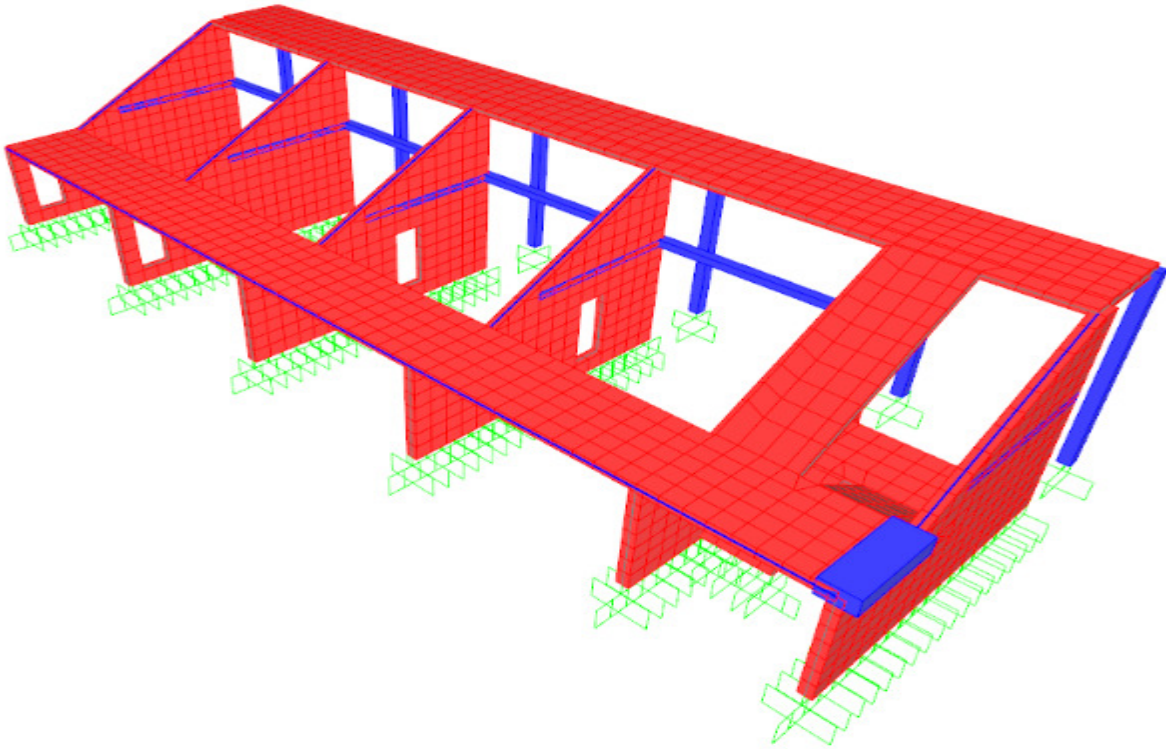
Verifiche effettuate:

Si verifica la struttura port intervento (nuovi fori).

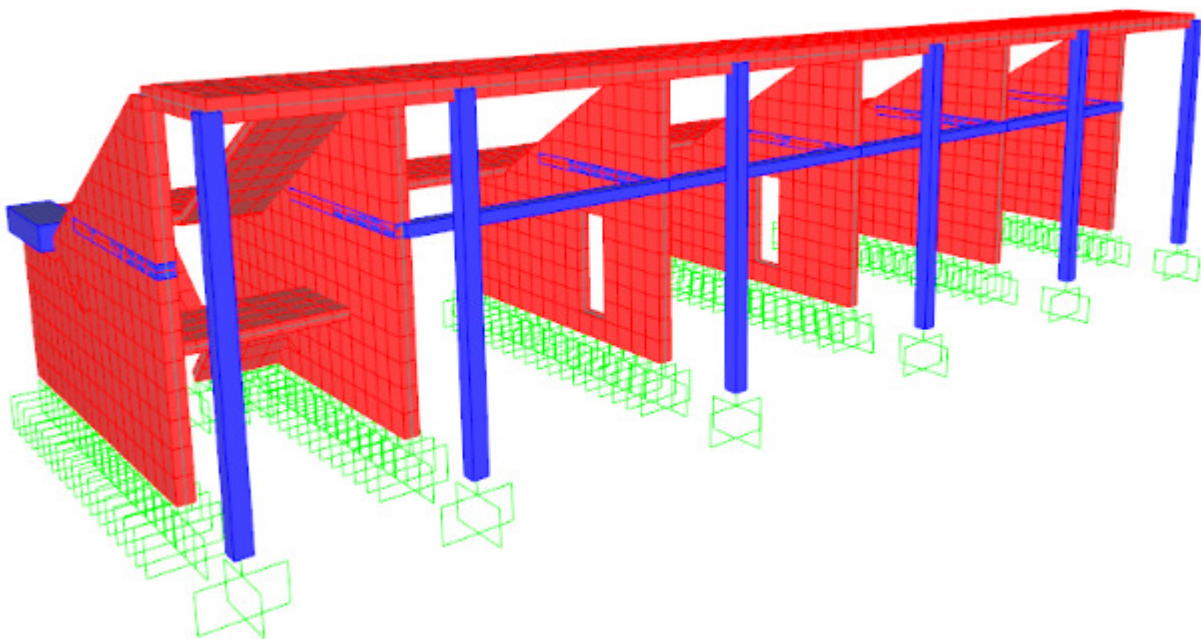
1. MODELLO

Si riportano di seguito alcune immagini relative alla modellazione.

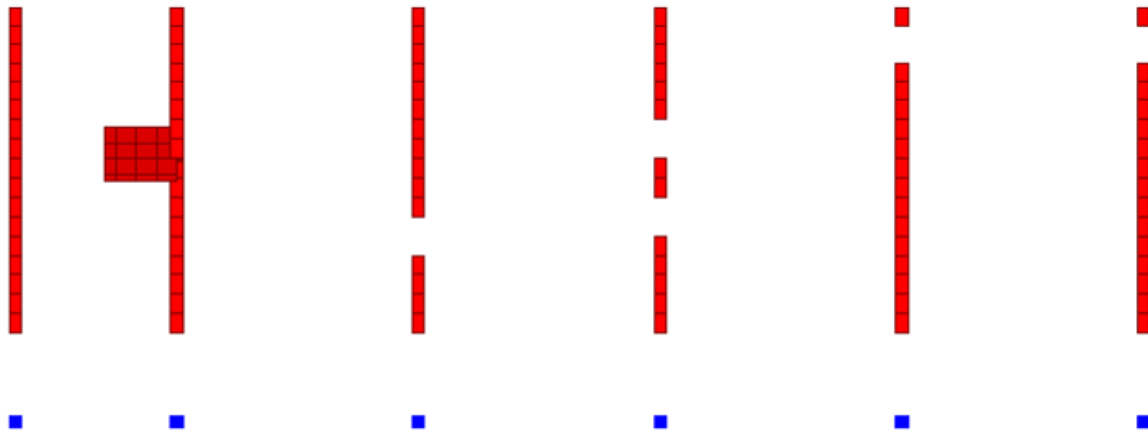
Vista 3D modello FEM fronte



Vista 3D modello FEM retro

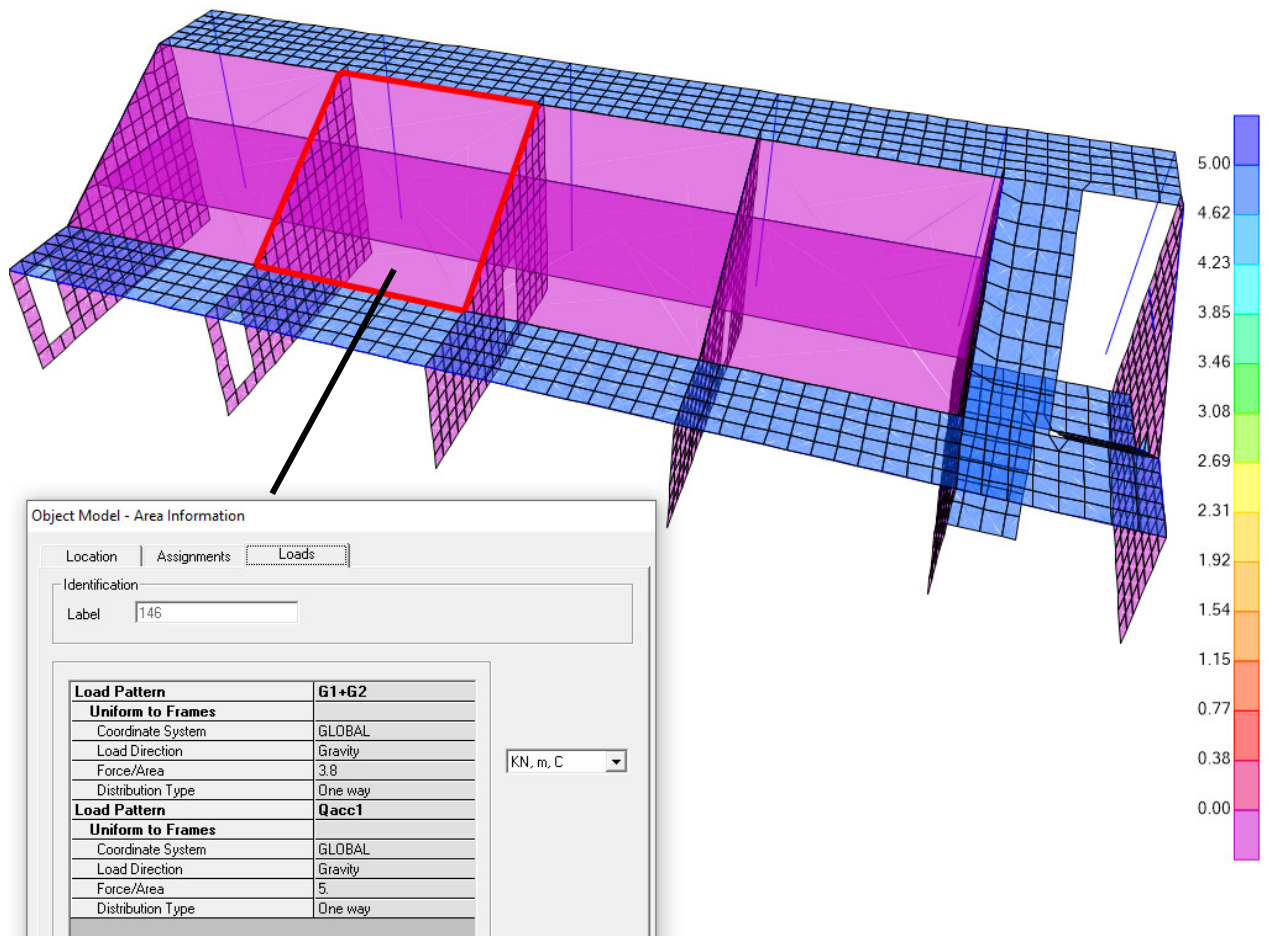


Vista 3D modello FEM pianta setti con aperture

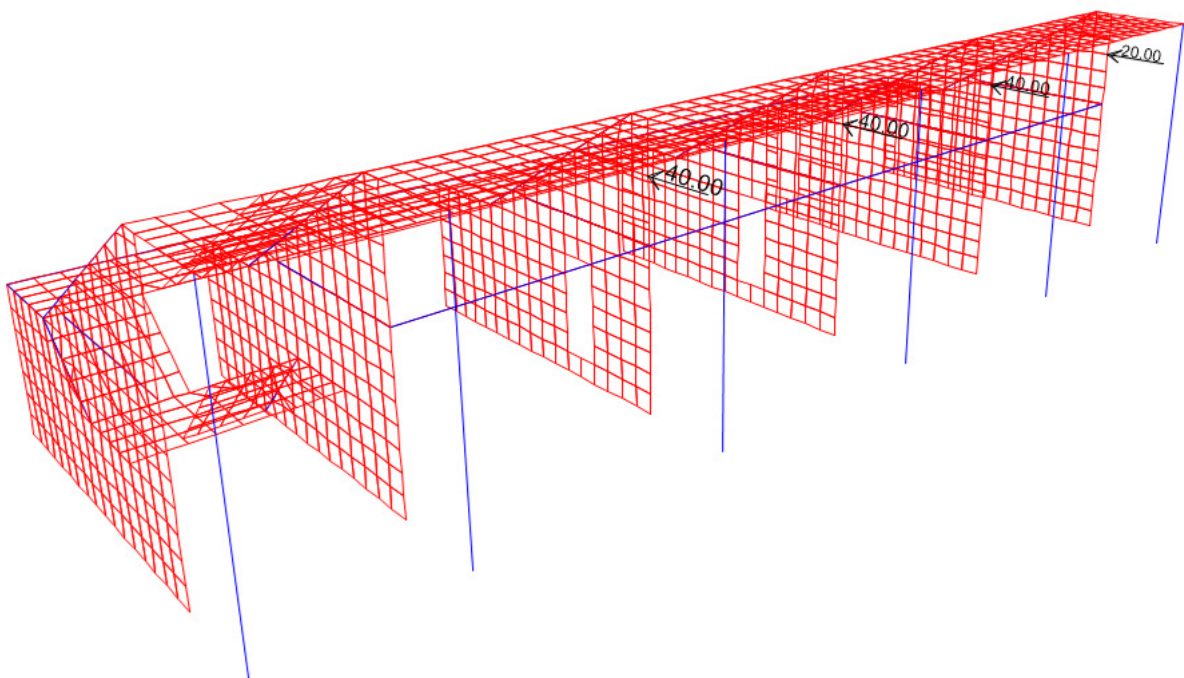
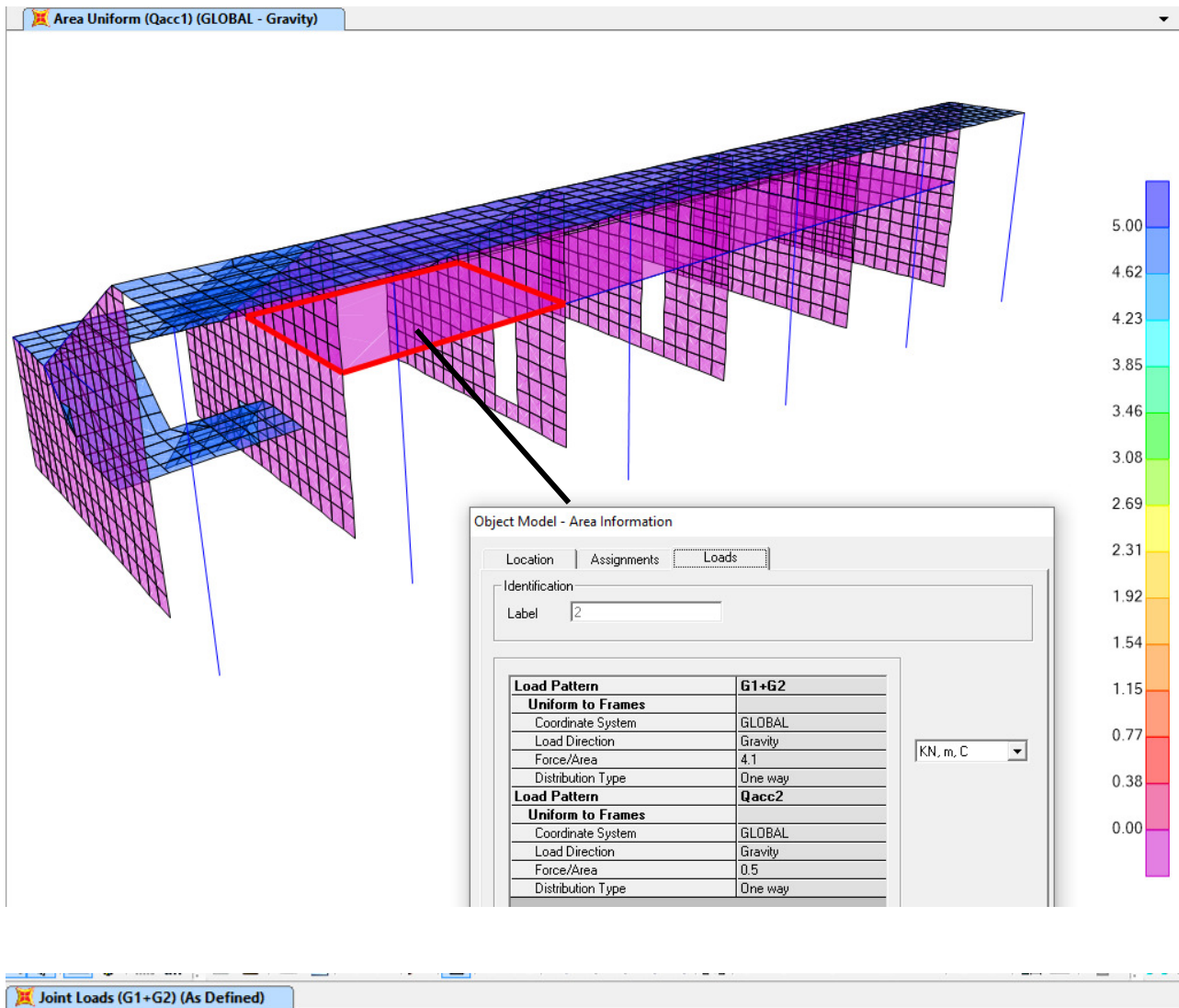


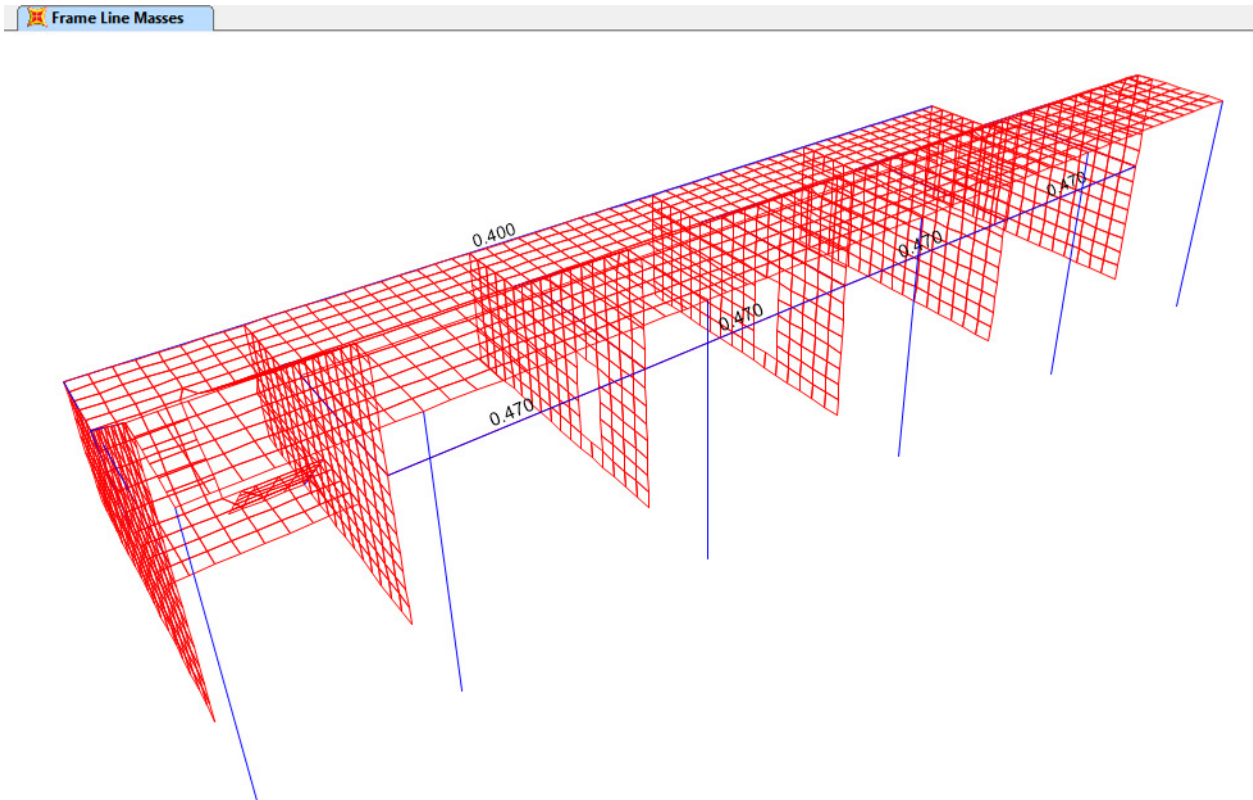
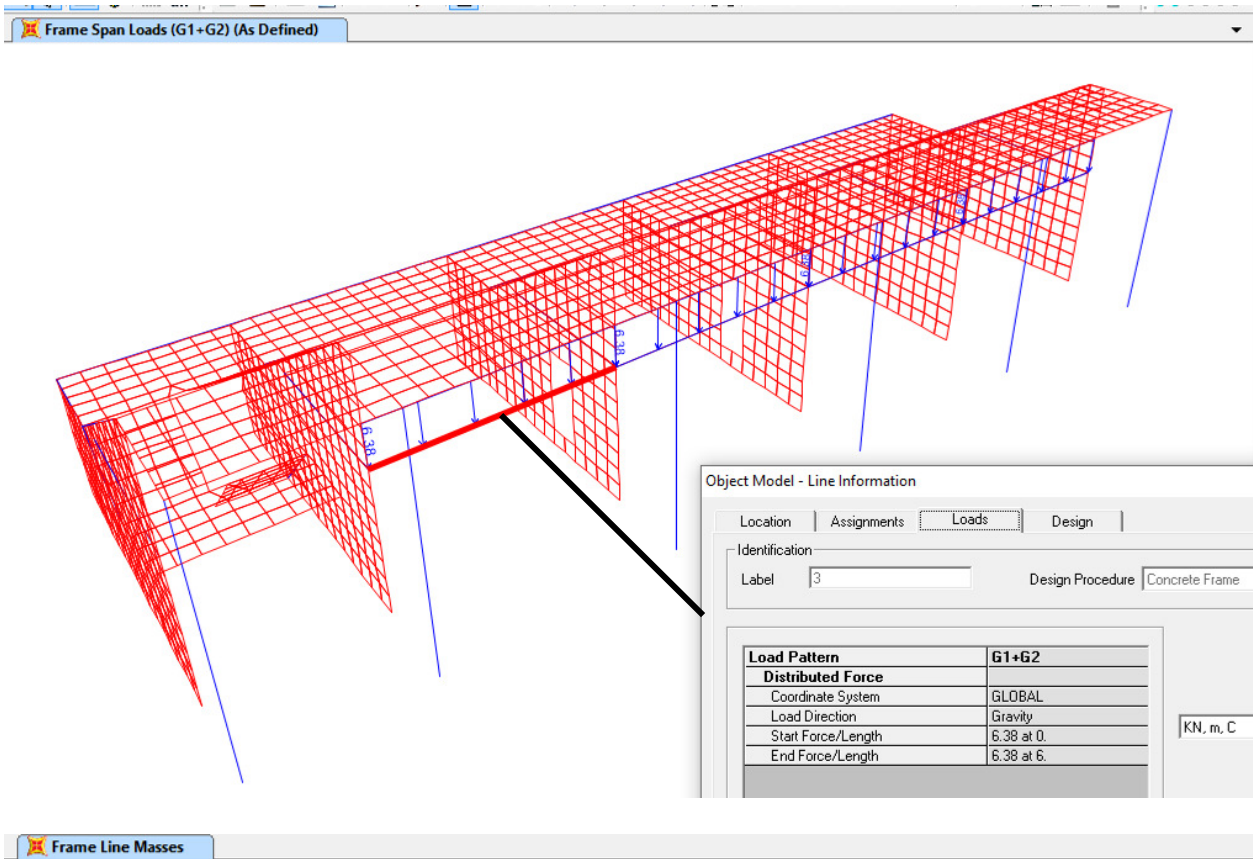
Carichi

Area Uniform (Qacc1) (GLOBAL - Gravity)



(Qacc = 5 kN/m² colorato con aree blu)





Combinazioni

Combinare secondo le:

Dead+G1+G2+E+Qacc*0.3+Qaccgrad *0.6

Ex+0.3*Ey; Ey+0.3*Ex

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
Sx ++	Linear Add	No	Linear Static	Ex SLV _m	1
Sx ++			Linear Static	Mx (Ex SLV)	1
Sx --	Linear Add	No	Linear Static	Ex SLV _m	-1
Sx --			Linear Static	Mx (Ex SLV)	-1
Sx +-	Linear Add	No	Linear Static	Ex SLV _m	1
Sx +-			Linear Static	Mx (Ex SLV)	-1
Sx -+	Linear Add	No	Linear Static	Ex SLV _m	-1
Sx -+			Linear Static	Mx (Ex SLV)	1
Sy ++	Linear Add	No	Linear Static	Ey SLV _m	1
Sy ++			Linear Static	My (Ey SLV)	1
Sy --	Linear Add	No	Linear Static	Ey SLV _m	-1
Sy --			Linear Static	My (Ey SLV)	-1
Sy +-	Linear Add	No	Linear Static	Ey SLV _m	1
Sy +-			Linear Static	My (Ey SLV)	-1
Sy -+	Linear Add	No	Linear Static	Ey SLV _m	-1
Sy -+			Linear Static	My (Ey SLV)	1
SISMA X	Envelope	No	Response Combo	Sx --	1
SISMA X			Response Combo	Sx -+	1
SISMA X			Response Combo	Sx +-	1
SISMA X			Response Combo	Sx ++	1
SISMA Y	Envelope	No	Response Combo	Sy --	1
SISMA Y			Response Combo	Sy -+	1
SISMA Y			Response Combo	Sy +-	1
SISMA Y			Response Combo	Sy ++	1
SLV 01	Linear Add	No	Response Combo	SISMA X	1
SLV 01			Response Combo	SISMA Y	0.3
SLV 01			Linear Static	DEAD	1
SLV 01			Linear Static	G1+G2	1
SLV 01			Linear Static	Qacc grad	0.6
SLV 01			Linear Static	Qacc	0.3
SLV 02	Linear Add	No	Response Combo	SISMA X	0.3
SLV 02			Response Combo	SISMA Y	1
SLV 02			Linear Static	DEAD	1
SLV 02			Linear Static	G1+G2	1
SLV 02			Linear Static	Qacc grad	0.6
SLV 01			Linear Static	Qacc	0.3
Qvento +-	Envelope	No	Linear Static	Qvento -y	1
Qvento +-			Linear Static	Qvento +y	1
COMB 00	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.3
COMB 00			Linear Static	G1+G2	1.3
COMB 00			Linear Static	Qneve	1.5
COMB 00			Response Combo	Qvento +-	0.9

COMB 00			Linear Static	Qacc	1.05
COMB 01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.3
COMB 01			Linear Static	G1+G2	1.3
COMB 01			Linear Static	Qneve	0.75
COMB 01			Response Combo	Qvento +-	1.5
COMB 01			Linear Static	Qacc	1.05
COMB 02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.3
COMB 02			Linear Static	G1+G2	1.3
COMB 02			Linear Static	Qneve	0.75
COMB 02			Response Combo	Qvento +-	0.9
COMB 02			Linear Static	Qacc	1.5
COMB 03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
COMB 03			Linear Static	G1+G2	1
COMB 03			Linear Static	Qneve	1.5
COMB 03			Response Combo	Qvento +-	0.9
COMB 03			Linear Static	Qacc	1.05
COMB 04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
COMB 04			Linear Static	G1+G2	1
COMB 04			Linear Static	Qneve	0.75
COMB 04			Response Combo	Qvento +-	1.5
COMB 04			Linear Static	Qacc	1.05
COMB 05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
COMB 05			Linear Static	G1+G2	1
COMB 05			Linear Static	Qneve	0.75
COMB 05			Response Combo	Qvento +-	0.9
COMB 05			Linear Static	Qacc	1.5
COMB 06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
COMB 06			Linear Static	G1+G2	1
COMB 06			Response Combo	Qvento +-	1.5
ENV NON SISMA	Envelope	No	Response Combo	COMB 00	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 01	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 02	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 03	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 04	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 05	1
ENV NON SISMA			Response Combo	COMB 06	1
sisma	Envelope	No	Response Combo	SLV 01	1
sisma			Response Combo	SLV 02	1

Azione sismica statica equivalente

Viene eseguita a controllo delle masse in gico.

Reazioni alla base

TABLE: Base Reactions									
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ	
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
G1+G2	LinStatic		0	-140	1146	3459	-18332	-2480	
m1x	LinStatic		0	0	0	0	0	-457	
m1y	LinStatic		0	0	0	0	0	-1011	
dead	LinStatic		0	0	2989	8147	-37986	0	
Ex modal	LinRespSpec	Max	1146	46	19	209	5742	2399	
Ey modal	LinRespSpec	Max	132	725	101	2830	1500	10687	
Ex SL	LinStatic		-1636	0	0	0	-7874	3369	
Ey SL	LinStatic		0	-1112	0	5354	0	-15926	
Qacc2	LinStatic		0	0	52	114	-835	0	
Qacc1	LinStatic		0	0	1590	4800	-22053	0	

Analisi dinamica modale

Risoluzione dell'analisi dinamica modale con Ritz

“La ricerca ha indicato che i modi di vibrare naturali, in oscillazione libera, non sono la base migliore per una analisi in sovrapposizione modale di strutture soggette a carichi dinamici. È stato dimostrato (Wilson, Yuan e Dickens, 1982) che l'analisi dinamica basata su un gruppo speciale di vettori di Ritz dipendenti dal carico produce risultati più accurati che con l'uso del medesimo numero di modi di vibrare naturali. L'algoritmo è descritto in dettaglio in Wilson (1985).

La ragione per la quale i vettori di Ritz producono risultati eccellenti è che essi sono generati prendendo in considerazione la distribuzione spaziale dei carichi dinamici, mentre l'uso diretto dei modi di vibrare naturali trascura questa informazione molto importante.

In più, l'algoritmo ai vettori di Ritz include automaticamente i vantaggi delle comprovate tecniche numeriche di condensazione statica, di riduzione di Guyan e di correzione statica dovuta al troncamento dei modi più alti.

La distribuzione spaziale del vettore di carico dinamico serve come vettore di carico di partenza per iniziare la procedura. Il primo vettore di Ritz è il vettore di spostamento statico corrispondente al vettore di carico di partenza. I vettori successivi sono generati da una relazione ricorrente nella quale la matrice di massa è moltiplicata per il vettore di Ritz ottenuto in precedenza ed è utilizzata come vettore di carico per la successiva soluzione statica. Ciascuna soluzione statica è chiamata un ciclo di generazione.

Quando il carico dinamico è composto da parecchie distribuzioni spaziali indipendenti, ciascuna di esse può servire da vettore di carico iniziale per generare un gruppo di vettori di Ritz. Ciascuna ciclo di generazione crea tanti vettori di Ritz quanti sono i vettori di carico di partenza. Se uno dei vettori di Ritz così generato è ridondante o non eccita alcun grado di libertà di massa, viene scartato e il corrispondente vettore di carico iniziale è rimosso da tutti i successivi cicli di generazione.

Per rendere ortogonali i gruppi di vettori di Ritz generati sono utilizzate tecniche standard di soluzione di Eigen, risultanti in un gruppo finale di modi ai vettori di Ritz. Ciascun Modo ai vettori di Ritz consiste di forme modali e frequenze. Il gruppo completo di Modi ai vettori di Ritz può essere usato come base per rappresentare lo spostamento dinamico della struttura.

Quando è stato trovato un numero sufficiente di Modi ai vettori di Ritz, alcuni di essi potrebbero approssimare da vicino modi di vibrare e frequenze naturali. In generale, tuttavia, i Modi ai vettori di Ritz non rappresentano le caratteristiche intrinseche della struttura come invece fanno i Modi naturali. I modi ai vettori di Ritz sono condizionati dai vettori di carico di partenza.

È possibile specificare il numero di Modi da trovare, il vettore di carico di partenza da usare e il numero di cicli di generazione da eseguire per ciascun vettore di carico di partenza.”

TABLE: Modal Load Participation Ratios

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
Modal Ritz	Acceleration	UX	100	92
Modal Ritz	Acceleration	UY	100	85
Modal Ritz	Acceleration	UZ	13	7

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modal Ritz	Mode	1	0.23632	0.70088	0.000183	0.0000555	0.70088	0.0000183	0.0000555	0.00001467	0.01385	0.01295	0.00001467	0.01385	0.01295
Modal Ritz	Mode	2	0.085202	0.17601	0.00034	0.00049	0.87689	0.00036	0.00054	0.0005	0.01525	0.03711	0.00051	0.0291	0.05006
Modal Ritz	Mode	3	0.052664	0.00147	0.03269	0.01366	0.87835	0.03305	0.01421	0.28933	0.00386	0.00459	0.28984	0.03296	0.05465
Modal Ritz	Mode	4	0.043021	0.00195	0.32725	0.01936	0.8803	0.3603	0.03357	0.11339	0.0019	0.00058	0.40323	0.03486	0.05522
Modal Ritz	Mode	5	0.041315	0.00078	0.04369	0.00023	0.88108	0.40399	0.0338	0.00047	0.01781	0.23035	0.4037	0.05267	0.28557
Modal Ritz	Mode	6	0.03811	0.04021	0.03877	0.00046	0.92129	0.44277	0.03426	0.00005443	0.00284	0.00463	0.40375	0.0555	0.29021
Modal Ritz	Mode	7	0.02618	0.0014	0.01699	0.00062	0.92269	0.45976	0.03488	0.00006127	0.00525	0.43742	0.40381	0.06075	0.72763
Modal Ritz	Mode	8	0.022741	0.00019	0.38926	0.0349	0.92288	0.84902	0.06977	0.01833	0.00712	0.0065	0.42214	0.06788	0.73412

TABLE: Modal Participation Factors

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	ModalMass	ModalStiff
Text	Text	Unitless	Sec	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m	KN-m-s2	KN-m
Modal Ritz	Mode	1	0.23632	19.186495	0.098046	0.170729	-0.293014	24.05056	24.002809	1	706.90241
Modal Ritz	Mode	2	0.085202	-9.614886	0.424834	0.506825	-1.704801	25.235616	40.626101	1	5438.32126
Modal Ritz	Mode	3	0.052664	-0.877719	-4.143346	-2.678959	41.143237	12.698272	-14.289112	1	14234.39656
Modal Ritz	Mode	4	0.043021	-1.01123	13.110415	3.188873	-25.757303	8.895741	-5.058514	1	21330.2218
Modal Ritz	Mode	5	0.041315	0.638569	-4.790586	0.344222	-1.650217	27.2685	-101.22269	1	23128.85635
Modal Ritz	Mode	6	0.03811	4.595856	4.512603	-0.491909	-0.56433	-10.885585	-14.354481	1	27182.17988
Modal Ritz	Mode	7	0.02618	0.857926	-2.987269	0.571007	0.598704	14.807391	139.486643	1	57599.97077
Modal Ritz	Mode	8	0.022741	-0.31475	14.298632	-4.281285	10.355327	17.245666	17.000248	1	76338.91559

TABLE: Response Spectrum Modal Information

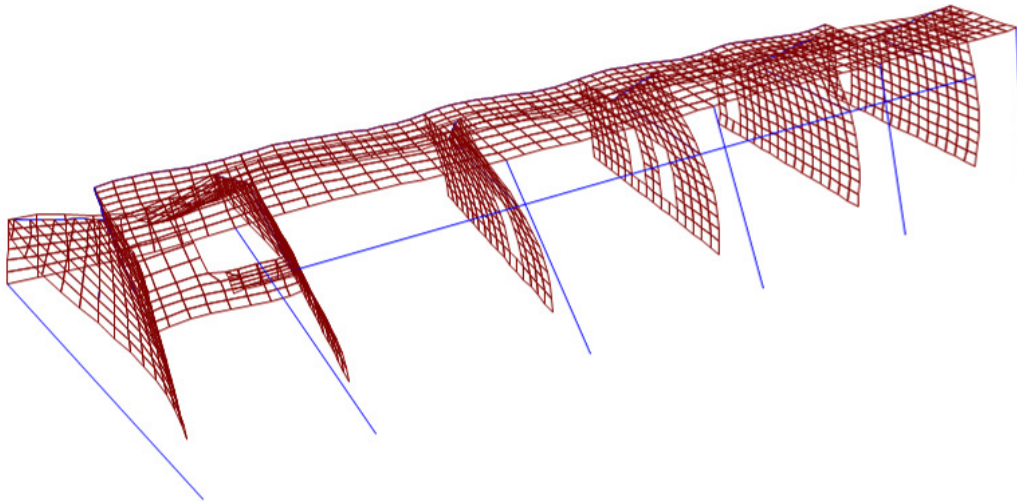
OutputCase	ModalCase	StepType	StepNum	Period	DampRatio	U1Acc	U2Acc	U3Acc	U1Amp	U2Amp	U3Amp
Text	Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	m/sec2	m/sec2	m/sec2	m	m	m
Ex modal	Modal Ritz	Mode	1	0.23632	0.05	3.03414	0	0	0.082352	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	2	0.085202	0.05	2.39576	0	0	-0.004236	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	3	0.052664	0.05	2.16231	0	0	-0.000133	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	4	0.043021	0.05	2.09312	0	0	-0.000099	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	5	0.041315	0.05	2.08088	0	0	0.000057	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	6	0.03811	0.05	2.05788	0	0	0.000348	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	7	0.02618	0.05	1.97229	0	0	0.000029	0	0
Ex modal	Modal Ritz	Mode	8	0.022741	0.05	1.94761	0	0	-0.0000803	0	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	1	0.23632	0.05	0	3.03414	0	0	0.000421	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	2	0.085202	0.05	0	2.39576	0	0	0.000187	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	3	0.052664	0.05	0	2.16231	0	0	-0.000629	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	4	0.043021	0.05	0	2.09312	0	0	0.001287	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	5	0.041315	0.05	0	2.08088	0	0	-0.000431	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	6	0.03811	0.05	0	2.05788	0	0	0.000342	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	7	0.02618	0.05	0	1.97229	0	0	-0.000102	0
Ey modal	Modal Ritz	Mode	8	0.022741	0.05	0	1.94761	0	0	0.000365	0

TABLE: Modal Periods And Frequencies

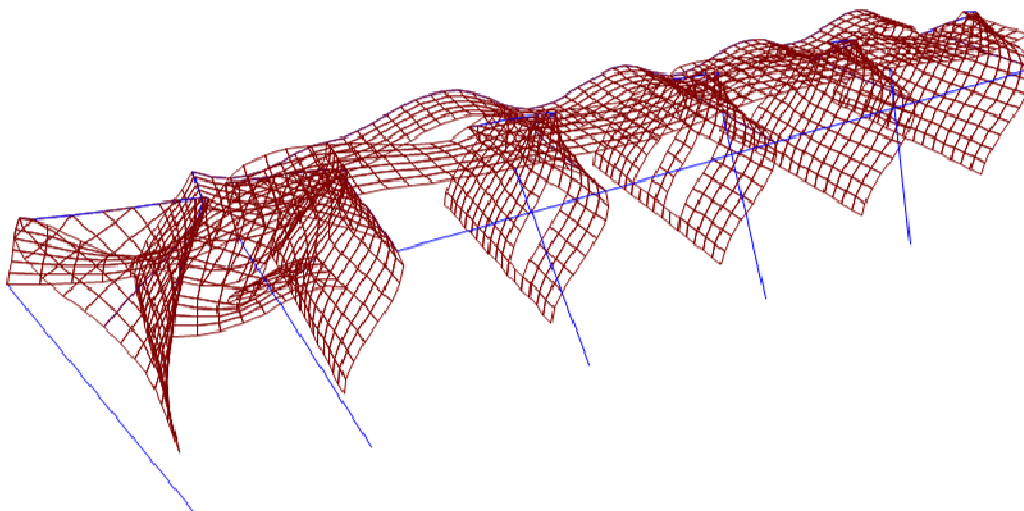
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
Modal Ritz	Mode	1	0.23632	4.2316	26.588	706.9
Modal Ritz	Mode	2	0.085202	11.737	73.745	5438.3
Modal Ritz	Mode	3	0.052664	18.988	119.31	14234
Modal Ritz	Mode	4	0.043021	23.244	146.05	21330
Modal Ritz	Mode	5	0.041315	24.205	152.08	23129
Modal Ritz	Mode	6	0.03811	26.24	164.87	27182
Modal Ritz	Mode	7	0.02618	38.197	240	57600
Modal Ritz	Mode	8	0.022741	43.974	276.29	76339

Principali deformate

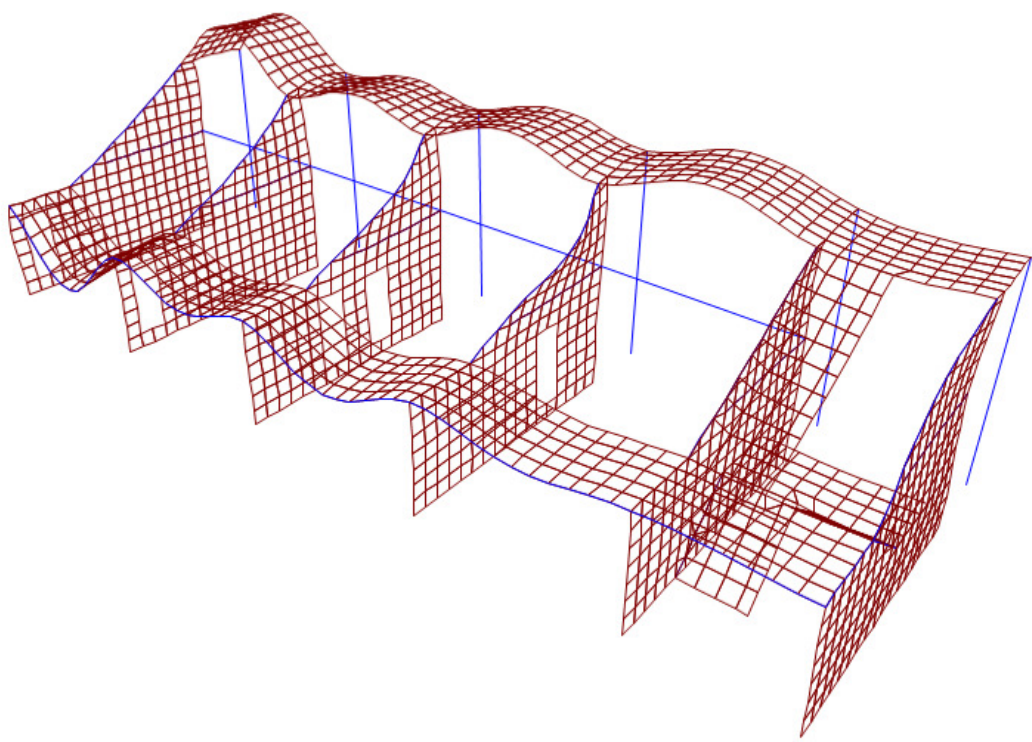
Deformed Shape (Modal Ritz) - Mode 1; T = 0.23632; f = 4.23155



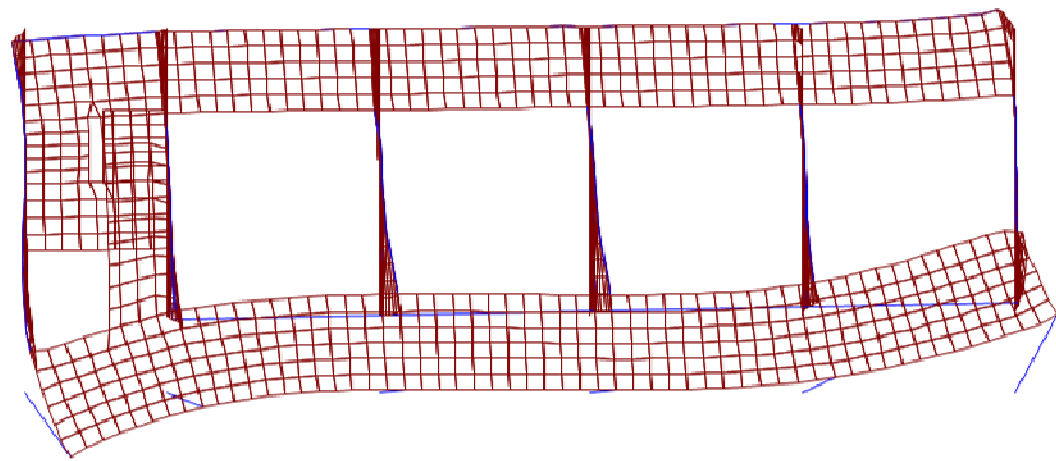
Deformed Shape (Modal Ritz) - Mode 2; T = 0.08520; f = 11.73688



Deformed Shape (Modal Ritz) - Mode 3; T = 0.05266; f = 18.98846



Deformed Shape (m 1y)



2. VERIFICHE

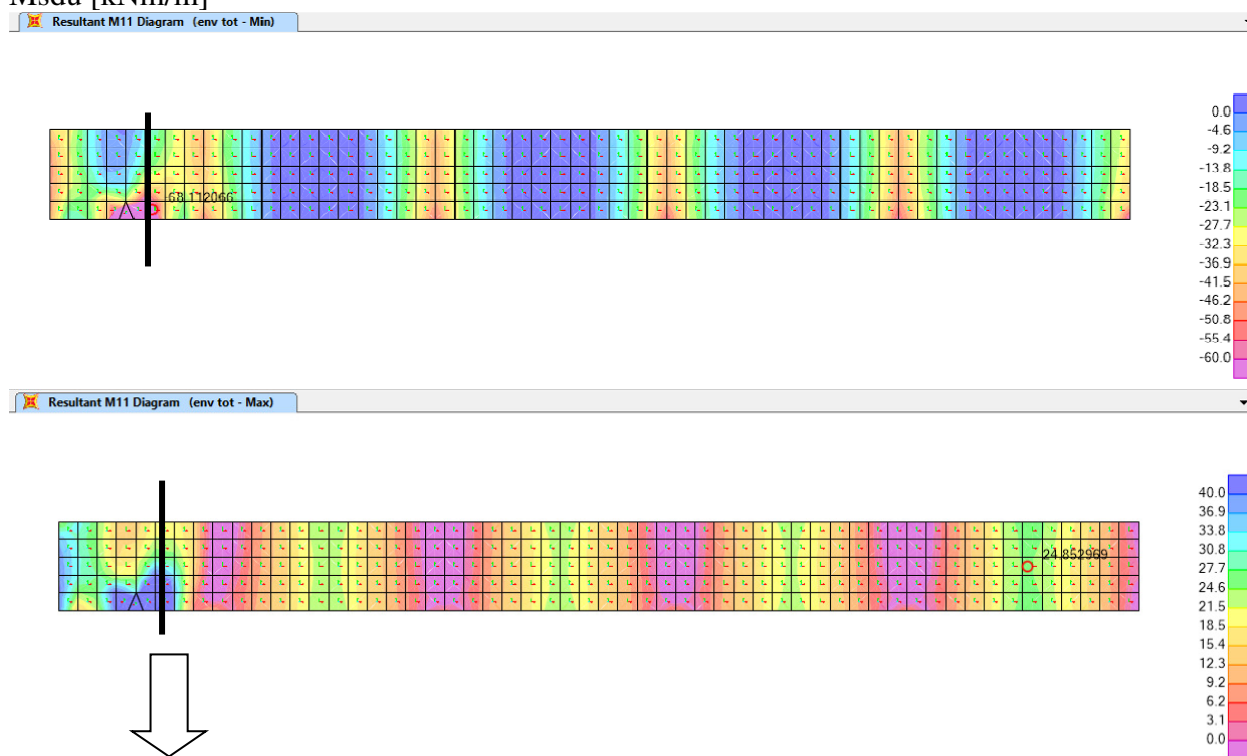
Si riportano le sollecitazioni più gravose.

Soletta bassa

Si verificano flessione e taglio generate dal sisma. La solette contribuiscono a creare lo schema statico di portale incastrato ai nodi e alla base.

Sezione: 245x23cm armata con 9 fi 16 sup e inf e staffe fi10/25

M_{sdu} [kNm/m]

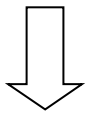
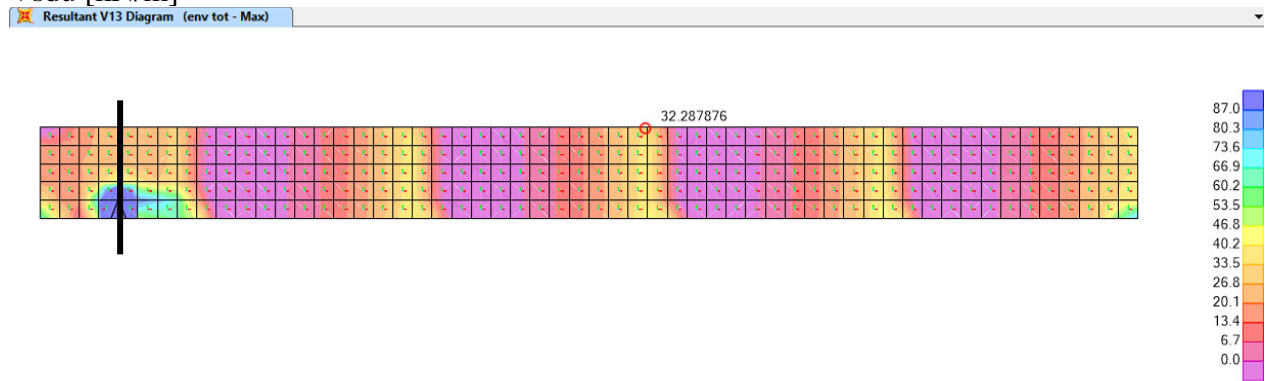


SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
sb 1	env tot	Combination	Max	142.643	344.71	75.017	13.7315	92.7994
sb 1	env tot	Combination	Min	-194.015	-382.601	-36.93	-12.0417	-112.585

Si riportano i valori ricavati dalla sezione di taglio della sezione maggiormente sollecitata

$$M_{sdu \max} = 112.59 \text{ kNm} < M_{rdu} = 123.4 \text{ kNm}$$

Vsdu [kN/m]



SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
sb 2	env tot	Combination	Max	210	356	83	44	1
sb 2	env tot	Combination	Min	-254	-371	-76	-32	-29

Si riportano i valori ricavati dalla sezione di taglio della sezione maggiormente sollecitata

$$Vsdu \text{ max} = 83 \text{ kN} < Vrdu = 86.7 \text{ kN}$$

Mrdu

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	245	23

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18.1	3.3
2	18.1	19.7

Tipo Sezione
 Rettang.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello

Precompresso

Materiali
 FeB44k C20/25
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{rsu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
 σ_{c,adm} N/mm² τ_{co} τ_{cl}

N_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 u_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 > 2.91 x/c
 δ

Vrdu

Resistenza a taglio per elementi con armatura trasversale

Metodo del traliccio ad inclinazione variabile d.m. 14/01/2018

FC	<input type="text" value="1.20"/>			
Rck	<input type="text" value="25.00"/>	N/mm ²		
γ _c	<input type="text" value="1.5"/>		f _{yk}	<input type="text" value="430"/> N/mm ²
f _{ck}	<input type="text" value="20.75"/>	N/mm ²	γ _s	<input type="text" value="1.15"/>
f _{cd}	<input type="text" value="9.80"/>	N/mm ²	f _{yd}	<input type="text" value="312"/> N/mm ²
f _{ctm}	<input type="text" value="2.27"/>	N/mm ²		
f _{ctk}	<input type="text" value="1.59"/>	N/mm ²		
f _{ctd}	<input type="text" value="0.88"/>	N/mm ²		
f'cd	<input type="text" value="4.90"/>	N/mm ²		
f _{cm}	<input type="text" value="28.75"/>	N/mm ²		
E	<input type="text" value="30200"/>	N/mm ²		

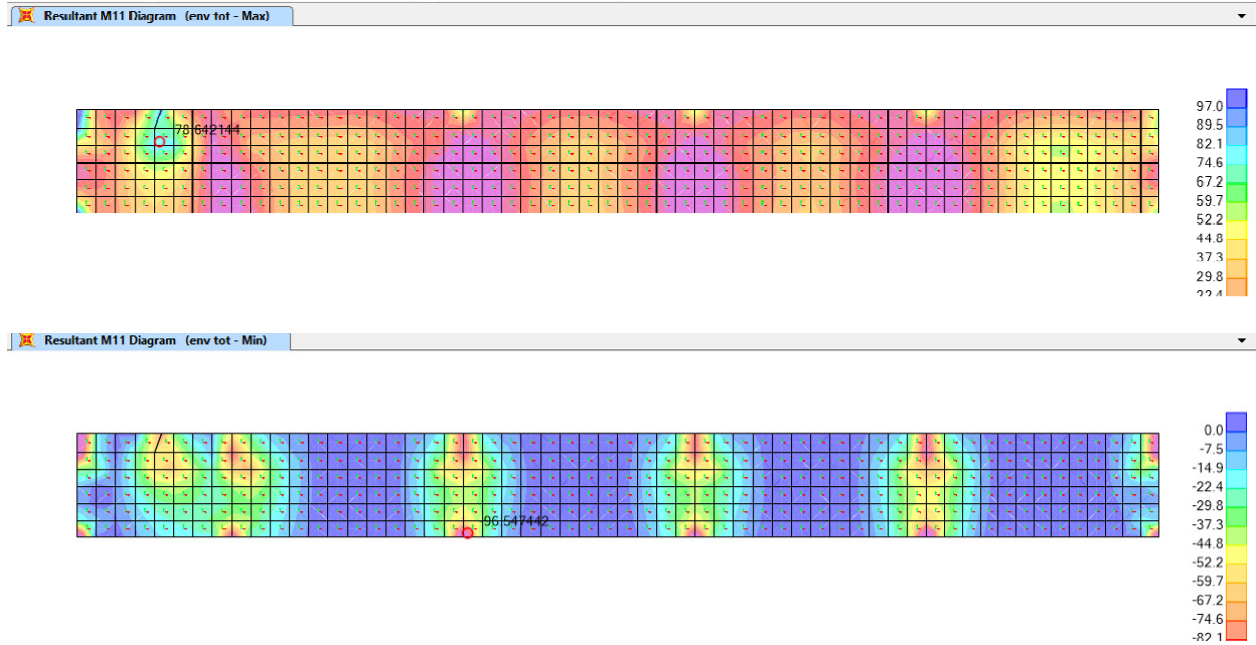
Geometria

bw	<input type="text" value="2450"/>	mm	larghezza minima della sezione
d	<input type="text" value="197"/>	mm	altezza utile
ctgθ	<input type="text" value="2.50"/>		crisi lato acciaio
θ	<input type="text" value="21.80"/>	°	
Asw	n° <input type="text" value="2"/>		numero bracci staffe
	∅ <input type="text" value="10"/>	mm	diametro
	<input type="text" value="157.1"/>	mm ²	
s	<input type="text" value="250"/>	mm	passo
ac	<input type="text" value="1"/>		coefficiente maggiorativo
VR _{ds}	<input type="text" value="86.8"/>	kN	resistenza dell'armatura trasversale
VR _{cd}	<input type="text" value="733.9"/>	kN	resistenza della biella compressa
V_{rd}	= min(V_{rsd};V_{rcd})	=	86.8 kN

Soletta alta

Sezione: 270x37cm armata con 11 fi 16 sup e inf e staffe fi10/25

M_{sdu} [kNm/m]



M_{sdu} max = 96.54 kNm/m \cong M_{rdu} = 260/2.7 = 96.3 kNm/m

Visto che si è preso il valore di picco, la verifica si ritiene accettabile

V_{sdu} [kN/m]

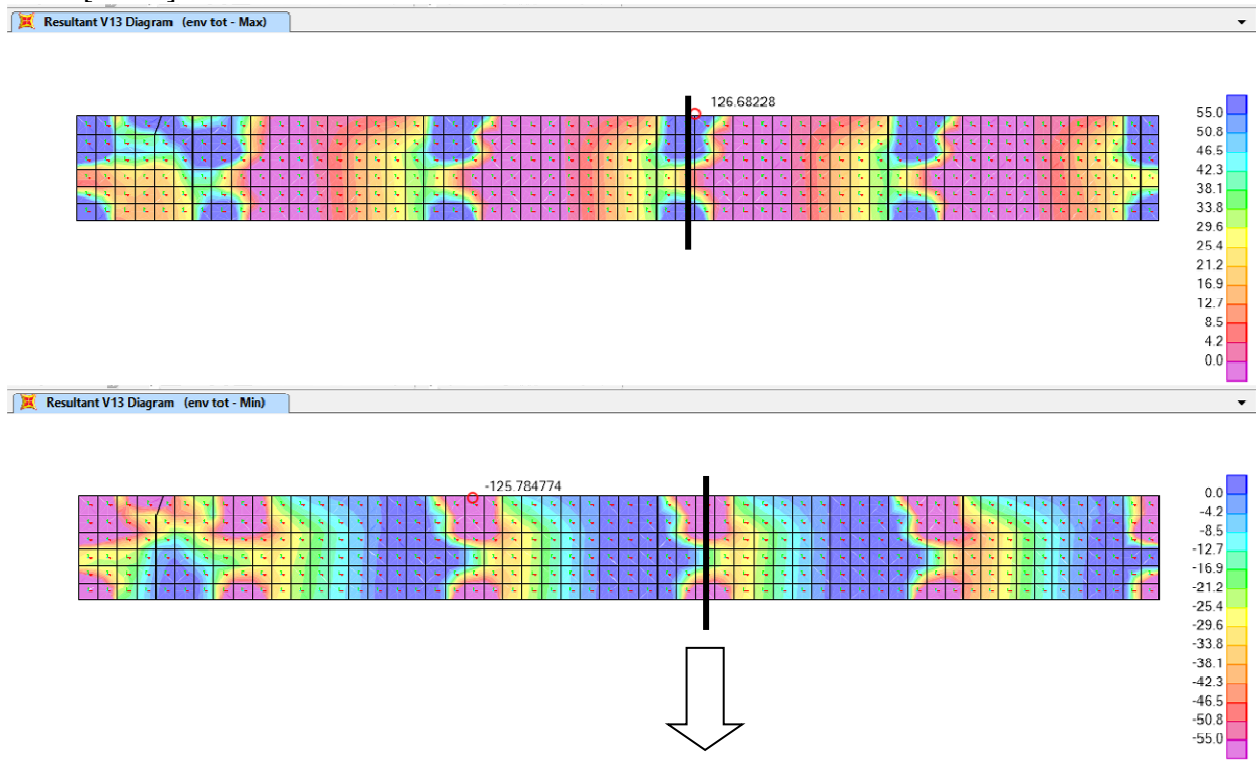


TABLE: Section Cut Forces - Analysis

SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
sa 1	env tot	Combination	Max	112	47	-56	12	86	34
sa 1	env tot	Combination	Min	-121	-55	-123	-7	9	-37

Si riportano i valori ricavati dalla sezione di taglio della sezione maggiormente sollecitata
 $V_{sdu\ max} = 123\ kN < V_{rdu} = 148.5\ kN$

Mrdu

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	270	37	1	22.12	3.3
			2	22.12	33.7

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
FeB44k **C20/25**

ϵ_{su}	67.5 %	ϵ_{c2}	2 %
f_{yd}	358.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 %
E_s	200 000 N/mm²	f_{cd}	14.17 N/mm²
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.792 %	$\sigma_{c,adm}$	8.5 N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.5333
		τ_{c1}	1.686

M_{xRd} kNm

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c %
 ϵ_s %
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

 L₀ cm Col. modello

Precompresso

Vrdu

Resistenza a taglio per elementi con armatura trasversale

Metodo del traliccio ad inclinazione variabile d.m. 14/01/2018

FC	<input type="text" value="1.20"/>			
Rck	<input type="text" value="25.00"/>	N/mm²		
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>		f_{yk}	<input type="text" value="430"/> N/mm²
fck	<input type="text" value="20.75"/>	N/mm²	γ_s	<input type="text" value="1.15"/>
fcd	<input type="text" value="9.80"/>	N/mm²	f_{yd}	<input type="text" value="312"/> N/mm²
fctm	<input type="text" value="2.27"/>	N/mm²		
fctk	<input type="text" value="1.59"/>	N/mm²		
fctd	<input type="text" value="0.88"/>	N/mm²		
f'cd	<input type="text" value="4.90"/>	N/mm²		
fcm	<input type="text" value="28.75"/>	N/mm²		
E	<input type="text" value="30200"/>	N/mm²		

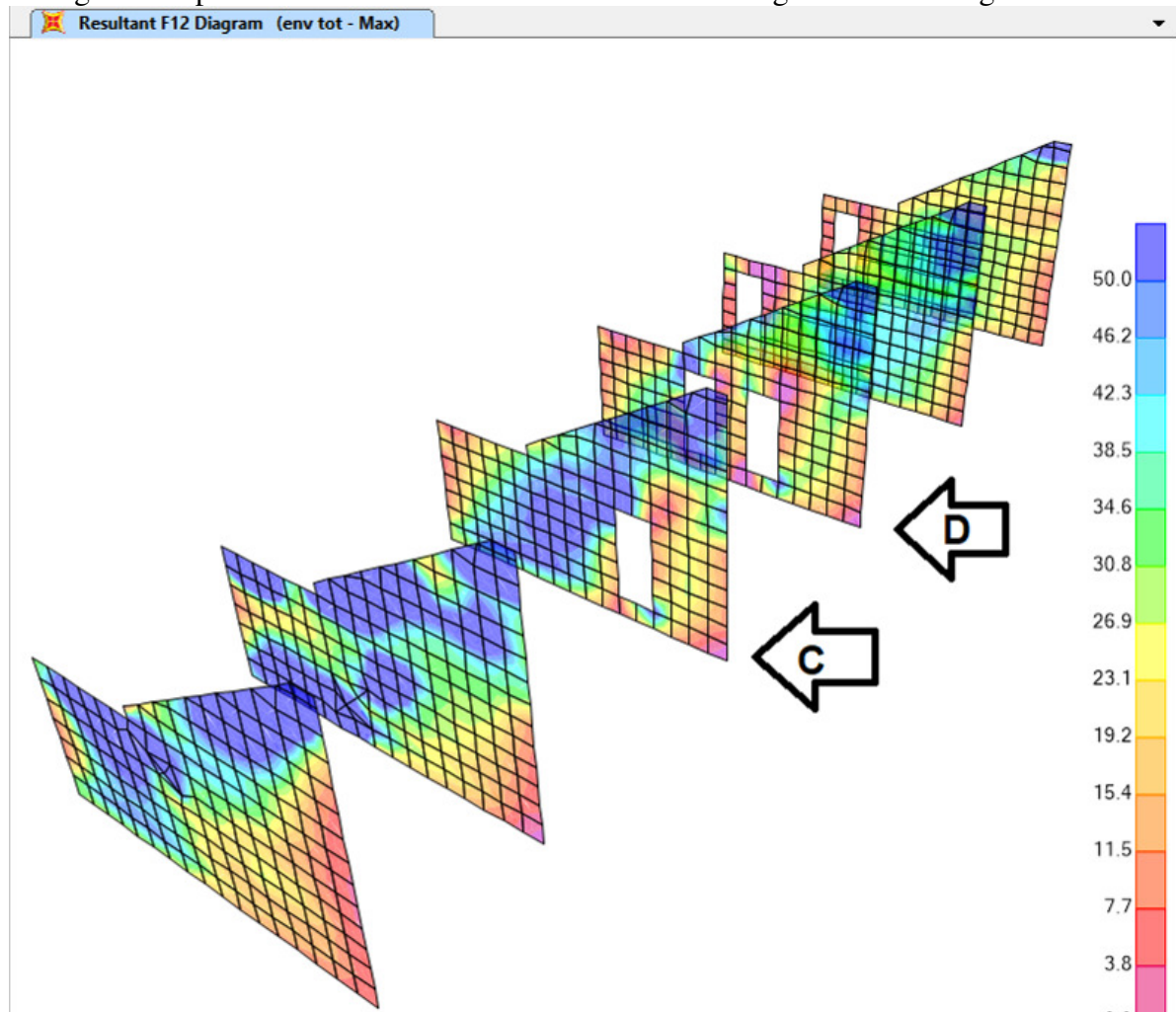
Geometria

bw	<input type="text" value="2700"/>	mm	larghezza minima della sezione
d	<input type="text" value="337"/>	mm	altezza utile
ctg ϕ	<input type="text" value="2.50"/>		crisi lato acciaio
ϕ	<input type="text" value="21.80"/>	°	
Asw	<input type="text" value="2"/>		numero bracci staffe
ϕ	<input type="text" value="10"/>	mm	diametro
s	<input type="text" value="157.1"/>	mm²	
ac	<input type="text" value="250"/>	mm	passo
	<input type="text" value="1"/>		coefficiente maggiorativo
VRds =	<input type="text" value="148.5"/>	kN	resistenza dell'armatura trasversale
VRcd =	<input type="text" value="1383.5"/>	kN	resistenza della biella compressa
Vrd = min(Vrds;Vrcd) =	<input type="text" value="148.5"/>	kN	

Setti – taglio nel piano

Si riporta la verifica dei setti maggiormente sollecitati
Spessore 30cm armati con rete fi10/20x20

Di seguito si riportano le distribuzioni delle sollecitazioni taglianti massime gravanti sui setti



Verifica a taglio

Setto C = 25% < 100% ok

Setto D1 = 15% < 100% ok

Pilastro D2 = 3% < 100% ok

Setto C

TABLE: Section Cut Forces - Analysis

SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
c1	SLV 01	Combination	Max	59	124	606	253	191	75
c1	SLV 01	Combination	Min	-63	-200	366	-439	-195	-74
c1	SLV 02	Combination	Max	59	124	606	253	191	75
c1	SLV 02	Combination	Min	-63	-200	366	-439	-195	-74
c1	SLV 03	Combination	Max	59	124	606	253	191	75
c1	SLV 03	Combination	Min	-63	-200	366	-439	-195	-74
c1	SLV 04	Combination	Max	59	124	606	253	191	75
c1	SLV 04	Combination	Min	-63	-200	366	-439	-195	-74
c1	SLV 05	Combination	Max	29	97	595	187	66	25
c1	SLV 05	Combination	Min	-32	-172	377	-373	-70	-24
c1	SLV 06	Combination	Max	29	97	595	187	66	25
c1	SLV 06	Combination	Min	-32	-172	377	-373	-70	-24
c1	SLV 07	Combination	Max	29	97	595	187	66	25
c1	SLV 07	Combination	Min	-32	-172	377	-373	-70	-24
c1	SLV 08	Combination	Max	29	97	595	187	66	25
c1	SLV 08	Combination	Min	-32	-172	377	-373	-70	-24

Resistenza a taglio per pareti estese debolmente armate non dissipative

d.m. 14/01/2018

Fattore di strutt. q

Mate Rck	<input type="text" value="21"/>	N/mm ²
fck	17.29	N/mm ²
fcd	9.80	N/mm ²
fctm	2.01	N/mm ²
fctk	1.40	N/mm ²
fctd	0.94	N/mm ²
f'cd	4.90	N/mm ²
fc m	25.29	N/mm ²
E	29061	N/mm ²
Barre - fy d	312	N/mm ²

	Sollecitazioni			Vsdu amplificato	αs	σcp MPa
	Msdu kNm	Nsdu kN	Vsdu kN			
1	439	366	200	249.8725	0.34	1.96
2	187	595	97	120.9	0.30	1.96
3	373	377	172	215.2825	0.33	1.96
4				0	#DIV/0!	1.96
5				0	#DIV/0!	1.96
6				0	#DIV/0!	1.96
7				0	#DIV/0!	1.96
8				0	#DIV/0!	1.96
9				0	#DIV/0!	1.96
10				0	#DIV/0!	1.96

Geometria

bw	<input type="text" value="300"/>	mm	larghezza base setto		
lw	<input type="text" value="5200"/>	mm	lunghezza base setto		
h tot	<input type="text" value="3400"/>	mm	altezza totale setto		
β	<input type="text" value="1"/>		fattore lunghezza libera di inflessione		
∅ Asw	<input type="text" value="10"/>	mm	diametro barre orizzontali	ph	0.003
ps Asw	<input type="text" value="200"/>	mm	passo barre orizzontali	pv	0.003
Asw / ps	<input type="text" value="0.7854"/>	mm ² /mm			
∅ Al	<input type="text" value="10"/>	mm	diametro barre verticali		
ps Al	<input type="text" value="200"/>	mm	passo barre verticali		

Defizione della parete: Setto tozzo
 Amplificazione del taglio (q+1)/2 = 1.25

- Verifica snellezza per 4.1.2.3.9.2 NTC18 Verifica soddisfatta
 $\lambda_{lim} = 127$
 $\lambda = 39$
- Verifica compressione assiale al 40% $N_{sdu\ lim} = kN$ 6114 Verifica soddisfatta
- Verifica taglio-compressione cls dell'anima

	α_c	VRcd kN	VRds per as \geq 2 kN	Ved per as $<$ 2 kN	Controllo per as $<$ 2 [7.4.17 NTC18]	Vrdu kN	Vsdu/Vrdu
1	1.02	2817	0	991	ok	991	0.25
2	1.25	3439	0	953	ok	953	0.13
3	1.02	2819	0	987	ok	987	0.22

Setto D

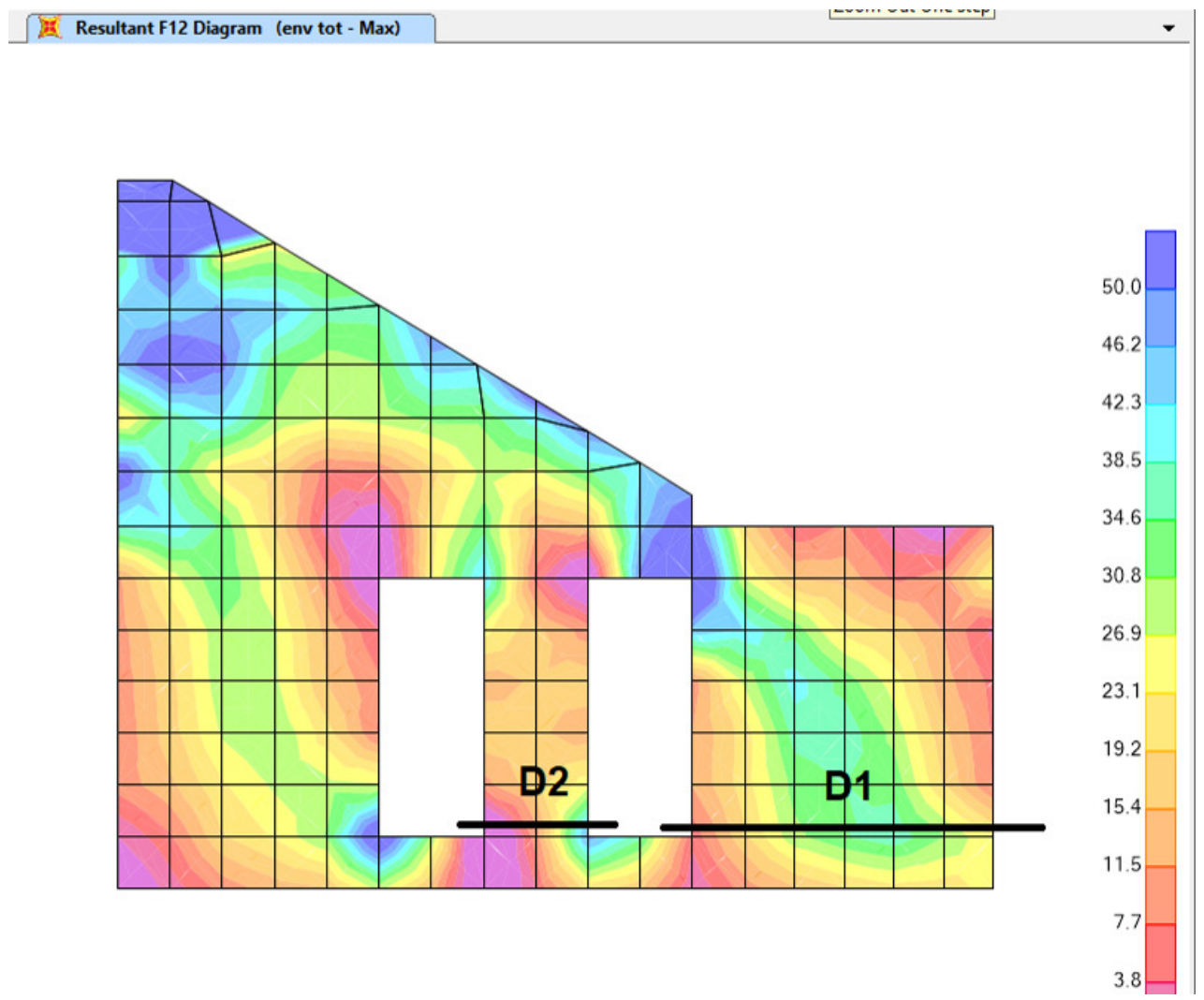


TABLE: Section Cut Forces - Analysis									
SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
D1	SLV 01	Combination	Max	40	24	278	97	113	26
D1	SLV 01	Combination	Min	-40	-58	192	-77	-113	-26
D1	SLV 02	Combination	Max	40	24	278	97	113	26
D1	SLV 02	Combination	Min	-40	-58	192	-77	-113	-26
D1	SLV 03	Combination	Max	40	24	278	97	113	26
D1	SLV 03	Combination	Min	-40	-58	192	-77	-113	-26
D1	SLV 04	Combination	Max	40	24	278	97	113	26
D1	SLV 04	Combination	Min	-40	-58	192	-77	-113	-26
D1	SLV 05	Combination	Max	17	33	285	116	38	9
D1	SLV 05	Combination	Min	-18	-67	185	-95	-39	-9
D1	SLV 06	Combination	Max	17	33	285	116	38	9
D1	SLV 06	Combination	Min	-18	-67	185	-95	-39	-9
D1	SLV 07	Combination	Max	17	33	285	116	38	9
D1	SLV 07	Combination	Min	-18	-67	185	-95	-39	-9
D1	SLV 08	Combination	Max	17	33	285	116	38	9
D1	SLV 08	Combination	Min	-18	-67	185	-95	-39	-9
D2	SLV 01	Combination	Max	6	9	167	15	30	1
D2	SLV 01	Combination	Min	-7	-15	136	-12	-30	-1
D2	SLV 02	Combination	Max	6	9	167	15	30	1
D2	SLV 02	Combination	Min	-7	-15	136	-12	-30	-1
D2	SLV 03	Combination	Max	6	9	167	15	30	1
D2	SLV 03	Combination	Min	-7	-15	136	-12	-30	-1
D2	SLV 04	Combination	Max	6	9	167	15	30	1
D2	SLV 04	Combination	Min	-7	-15	136	-12	-30	-1
D2	SLV 05	Combination	Max	4	11	185	17	10	1
D2	SLV 05	Combination	Min	-5	-16	119	-14	-11	-1
D2	SLV 06	Combination	Max	4	11	185	17	10	1
D2	SLV 06	Combination	Min	-5	-16	119	-14	-11	-1
D2	SLV 07	Combination	Max	4	11	185	17	10	1
D2	SLV 07	Combination	Min	-5	-16	119	-14	-11	-1
D2	SLV 08	Combination	Max	4	11	185	17	10	1
D2	SLV 08	Combination	Min	-5	-16	119	-14	-11	-1

Setto D1

Resistenza a taglio per pareti estese debolmente armate non dissipative

d.m. 14/01/2018

Fattore di strutt.	1.5	q	Sollecitazioni			Vsdu amplificato	σ_{cp}		
			Msd	Nsdu	Vsdu				
Mate	Rck	21	kNm	kN	kN	kN	α_s	MPa	
fck	17.29	N/mm ²	1	95	185	67	83.75	0.41	1.96
fcd	9.80	N/mm ²	2	116	285	33	41.25	1.02	1.96
fctm	2.01	N/mm ²	3				0	#DIV/0!	1.96
fctk	1.40	N/mm ²	4				0	#DIV/0!	1.96
fctd	0.94	N/mm ²	5				0	#DIV/0!	1.96
f'cd	4.90	N/mm ²	6				0	#DIV/0!	1.96
fcm	25.29	N/mm ²	7				0	#DIV/0!	1.96
E	29061	N/mm ²	8				0	#DIV/0!	1.96
Barre - fyd	312	N/mm ²	9				0	#DIV/0!	1.96
			10				0	#DIV/0!	1.96

Geometria

bw	300	mm	larghezza base setto		
lw	2750	mm	lunghezza base setto		
h tot	3400	mm	altezza totale setto		
β	1		fattore lunghezza libera di inflessione		
ϕ Asw	10	mm	diametro barre orizzontali	ph	0.003
ps Asw	200	mm	passo barre orizzontali	pv	0.003
Asw / ps	0.7854	mm ² /mm			
ϕ Al	10	mm	diametro barre verticali		
ps Al	200	mm	passo barre verticali		

Defizione della parete: Setto tozzo

Amplificazione del taglio $(q+1)/2 = 1.25$

→ Verifica snellezza per 4.1.2.3.9.2 NTC18

Verifica soddisfatta

$\lambda_{lim} = 133$

$\lambda = 39$

→ Verifica compressione assiale al 40% Nsdu lim = kN

3234 Verifica soddisfatta

→ Verifica taglio-compressione cls dell'anima

	α_c	VRcd	VRds per as \geq 2	Ved per as $<$ 2	Controllo per as $<$ 2 [7.4.17 NTC18]	Vrdu	Vsdu/Vrdu
		kN	kN	kN		kN	
1	1.02	1488	0	573	ok	573	0.15
2	1.25	1819	0	881	ok	881	0.05

Pilastro D2**Resistenza a taglio per elementi con armatura trasversale**

Metodo del traliccio ad inclinazione variabile

d.m. 14/01/2018

FC	1.20				
Rck	25.00	N/mm ²			
γ_c	1.5				
fck	20.75	N/mm ²	f _{yk}	430	N/mm ²
fcd	9.80	N/mm ²	γ_s	1.15	
fctm	2.27	N/mm ²	f _{yd}	312	N/mm ²
fctk	1.59	N/mm ²			
fctd	0.88	N/mm ²			
f'cd	4.90	N/mm ²			
fcm	28.75	N/mm ²			
E	30200	N/mm ²			

Geometria

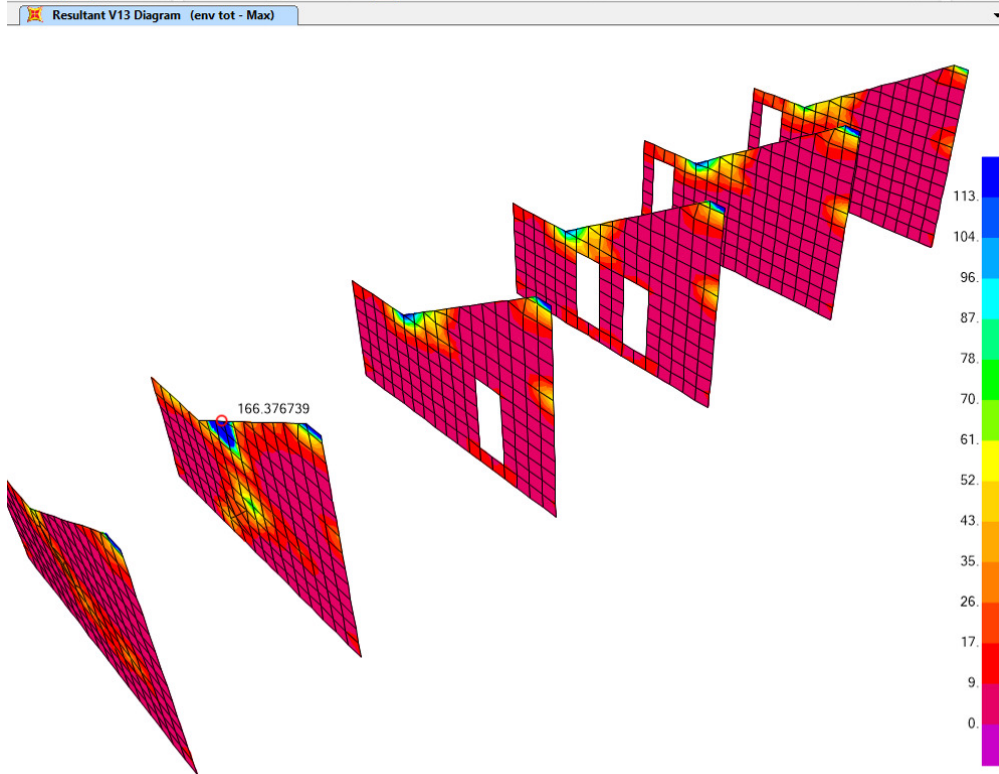
bw	300	mm	larghezza minima della sezione	
d	950	mm	altezza utile	
ctg ϕ	2.24			
ϕ	24.08	°		
Asw	n°	2	numero bracci staffe	
	ϕ	10	mm	diametro
		157.1	mm ²	
	s	200	mm	passo
	ac	1		coefficiente maggiorativo
	VR _{ds} =	468.2	kN	resistenza dell'armatura trasversale
	VR _{cd} =	468.2	kN	resistenza della biella compressa
	V_{rd} = min(V_{rsd};V_{rcd}) =		468.2	kN

Setti – taglio fuori piano

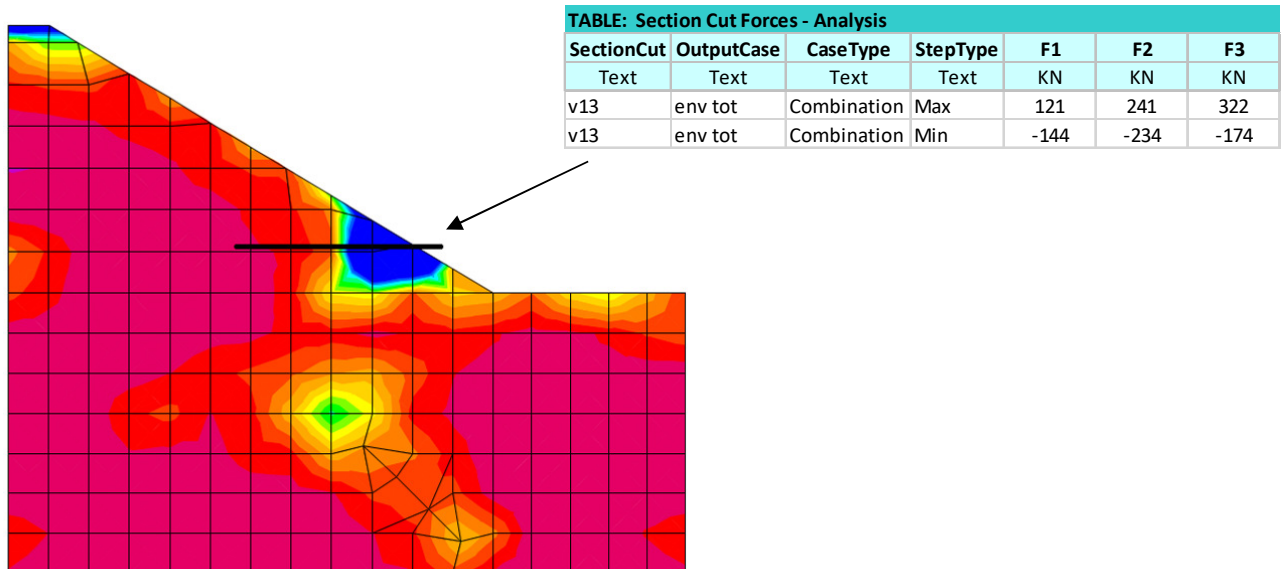
In questa struttura non ci sono elementi in direzione x. I setti in direzione y si comportano come gli elementi verticali di un portale incastrato. Pertanto è su di loro che gravano i taglianti in direzione x.

Si riporta la verifica dei setti maggiormente sollecitati
Spessore 30cm armati con rete fi10/20x20

Di seguito si riportano le distribuzioni delle sollecitazioni taglianti massime gravanti sui setti



Ad eccezione del secondo setto, le sollecitazioni massime sono sempre entro i limiti di verifica. $V_{sdu} < V_{rdu}$. Per il setto in esame si analizza una fascia di due metri.



$$V_{sdu} = 144/2 = 72 \text{ kN/m} < V_{rdu}$$

Resistenza a taglio per elementi senza armatura trasversale

d.m. 14/01/2018

FC	1.20	
Rck	25	N/mm ²
γ _c	1.5	
f _{ck}	20.75	N/mm ²
f _{cd}	9.80	N/mm ²
f _{yk}	430	N/mm ²
γ _s	1.15	
f _{yd}	312	N/mm ²

Geometria

bw	1000	mm	larghezza minima della sezione
d	265	mm	altezza utile
Asl	n°	∅	Armature long. tese
	5	10	392.7
			0.0
			0.0

392.7 mm²

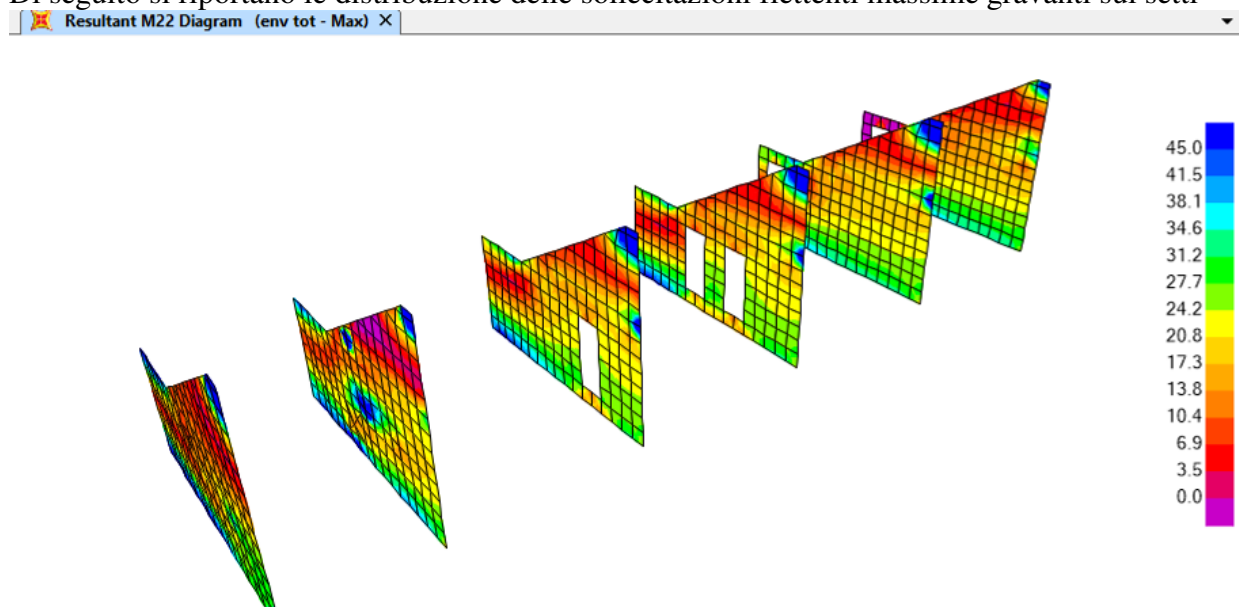
ρ _l	0.001	≤ 0.02	rapporto geometrico armature long. tese
σ _{cp}	0.13	< 0.2 f _{cd}	tensione media di compressione
k	1.87	≥ 2	
V _{min}	0.41		
V _{rd}	77.18	kN	
(v _{min} +0.15σ _{cp})*bw*d	113.1	kN	

Setti - pressoflessione

Si riporta la verifica dei setti maggiormente sollecitati

Spessore 30cm armati con rete fi10/20x20

Di seguito si riportano le distribuzione delle sollecitazioni flettenti massime gravanti sui setti



La maggior parte degli elementi hanno un momento sollecitante minore di 44.01 kNm/m

Mrdu

Titolo : _____

N* figure elementari Zoom N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N*	As [cm²]	d [cm]
1	3.93	3.3
2	3.93	26.7

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN

M_{xEd} 0 kNm

M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

FeB44k **C20/25**

E_{su} % E_{c2} %

f_{yd} N/mm² E_{cu} %

E_s N/mm² f_{cd} %

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

E_{syd} % σ_{c,adm} %

σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} %

 τ_{c1} %

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

E_c %

E_s %

d cm

x x/d δ

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N* rett.

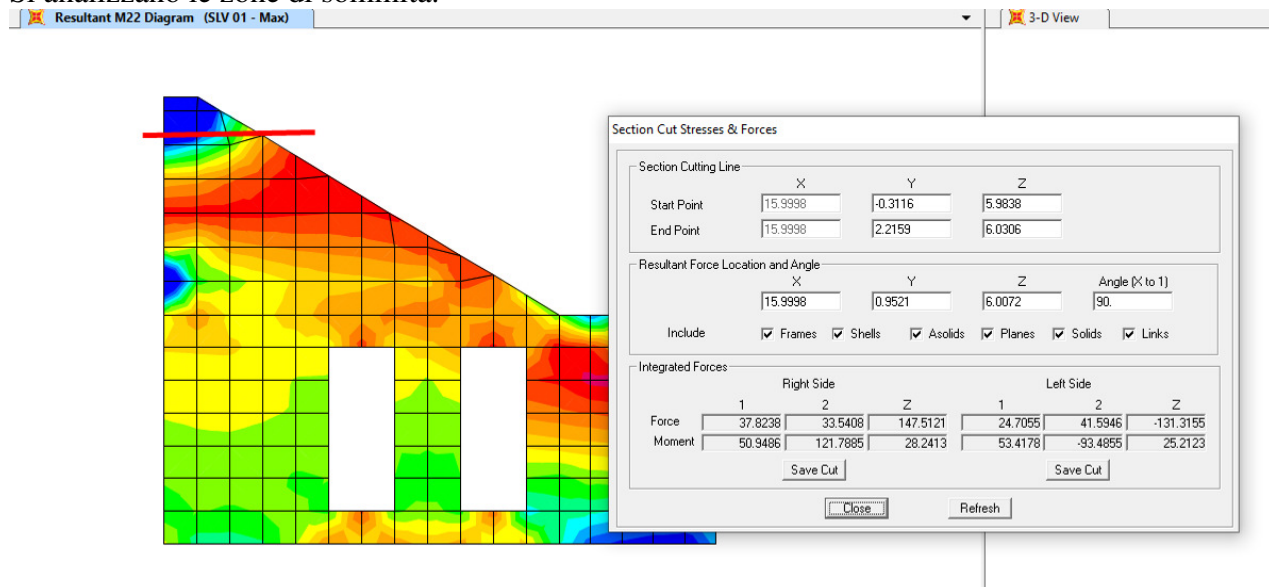
Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

Si è considerato un carico minimo di 40 kN/m

Si analizzano le zone di sommità.



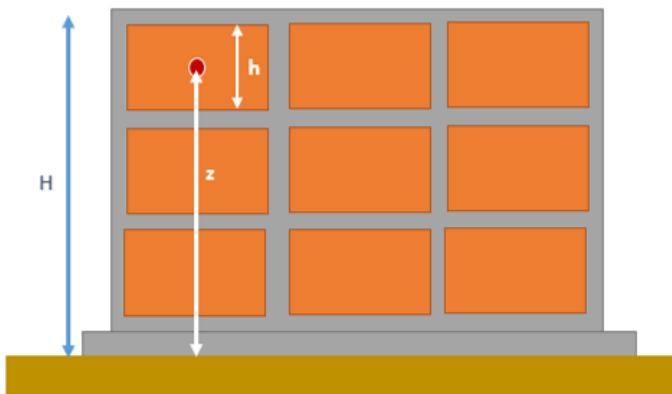
$M_{sdu} < 54 \text{ kNm}$ su 1.5m di lunghezza di sezione

$M_{sdu} = 54 / 1.5 = 36 \text{ kNm/m} > M_{rdu}$

Inoltre li i setti sono compressi anche dal peso derivante dalla soletta superiore

Tamponamento in blocchi leca

Elementi non strutturali



1) Retro struttura sopra finestre

Verifica al ribaltamento delle tamponature

NTC2018 - Circolare 2019 - Formulazioni semplificate

Menu

Dati geometrici

$h =$	2.10	m	Altezza della tamponatura
$t =$	0.30	m	Spessore della tamponatura
$H =$	6.55	m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione
$z =$	5.50	m	Quota del baricentro della tamponatura misurata dal piano di fondazione

Proprietà meccaniche della tamponatura

$\gamma_t =$	15.00	kN/m^3	Peso per unità di volume della tamponatura
$f_d =$	1.00	N/mm^2	Tensione resistente della tamponatura
$E_t =$	1 000	N/mm^2	Modulo elastico della tamponatura

Parametri sismici

$q_a =$	2.00		Fattore di comportamento dell'elemento non strutturale
$a_g =$	0.121	g	Accelerazione massima del terreno su sottosuolo di tipo A
$S =$	1.50		Coefficiente per categoria di sottosuolo e condizioni topografiche ($S = S_5 * S_7$)

Output risultati

$T_a = 0.040$ s Periodo di vibrazione fondamentale della tamponatura
 $S_a = 0.440$ g Accelerazione massima agente sulla tamponatura
 $F_a = 2.08$ kN Azione sismica orizzontale agente sulla tamponatura (fascia di 1 metro di lunghezza)

Verifica per flessione laterale					Ed/Rd	Esito
Verifica a flessione	$M_{ed} =$	1.09	\leq	$M_{rd} =$	1.39 kNm	0.79 ✔ Positivo

Meccanismo di flessione verticale

Spettro di risposta di piano per elementi non strutt.

2) Anteriore piano terra

Verifica al ribaltamento delle tamponature
NTC 2018 - Circolare 2019 - Formulazioni semplificate

[Menu](#) [\[?\] Leggi](#)

Dati geometrici

$h =$	2.63	m	Altezza della tamponatura
$t =$	0.30	m	Spessore della tamponatura
$H =$	6.55	m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione
$z =$	1.32	m	Quota del baricentro della tamponatura misurata dal piano di fondazione

Proprietà meccaniche della tamponatura

$\gamma_t =$	15.00	kN/m ³	Peso per unità di volume della tamponatura
$f_d =$	1.00	N/mm ²	Tensione resistente della tamponatura
$E_t =$	1000	N/mm ²	Modulo elastico della tamponatura

Parametri sismici

$q_s =$	2.00		Fattore di comportamento dell'elemento non strutturale
$a_s =$	0.121	g	Accelerazione massima del terreno su sottosuolo di tipo A
$S =$	1.50		Coefficiente per categoria di sottosuolo e condizioni topografiche ($S = S_s \cdot S_T$)

Output risultati

$T_a = 0.063$ s Periodo di vibrazione fondamentale della tamponatura
 $S_a = 0.340$ g Accelerazione massima agente sulla tamponatura
 $F_a = 2.01$ kN Azione sismica orizzontale agente sulla tamponatura (fascia di 1 metro di lunghezza)

Verifica per flessione laterale					Ed/Rd	Esito
Verifica a flessione	$M_{ed} =$	1.32	\leq	$M_{rd} =$	1.73 kNm	0.76 ✔ Positivo

3) Zona scale – alta

Verifica al ribaltamento delle tamponature Menu [?]
NTC2018 - Circolare 2019 - Formulazioni semplificate

Dati geometrici

h =	5.85	m	Altezza della tamponatura
t =	0.30	m	Spessore della tamponatura
H =	6.55	m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione
z =	3.63	m	Quota del baricentro della tamponatura misurata dal piano di fondazione

Proprietà meccaniche della tamponatura

$\gamma_t =$	15.00	kN/m ³	Peso per unità di volume della tamponatura
$f_d =$	1.00	N/mm ²	Tensione resistente della tamponatura
$E_t =$	1 000	N/mm ²	Modulo elastico della tamponatura

Parametri sismici

$q_a =$	2.00		Fattore di comportamento dell'elemento non strutturale
$a_g =$	0.121	g	Accelerazione massima del terreno su sottosuolo di tipo A
S =	1.50		Coefficiente per categoria di sottosuolo e condizioni topografiche ($S = S_s * S_T$)

Output risultati

$T_a =$	0.311	s	Periodo di vibrazione fondamentale della tamponatura
$S_a =$	1.413	g	Accelerazione massima agente sulla tamponatura
$F_a =$	18.60	kN	Azione sismica orizzontale agente sulla tamponatura (fascia di 1 metro di lunghezza)

Verifica per flessione laterale						Ed/Rd	Esito
Verifica a flessione	$M_{ed} =$	27.21	>	$M_{Rd} =$	3.74	kNm	⊗ 7.26 Negativo

Qui viene previsto un rinforzo con profilati in acciaio.

Azione orizzontale:

$$F_h = (S_a * W_a) / q = 1.413 * 5 / 2 = 3.53 \text{ kN/m} \cong 5 \text{ kN/m}$$

Le azioni gravanti sui profilati sono le seguenti

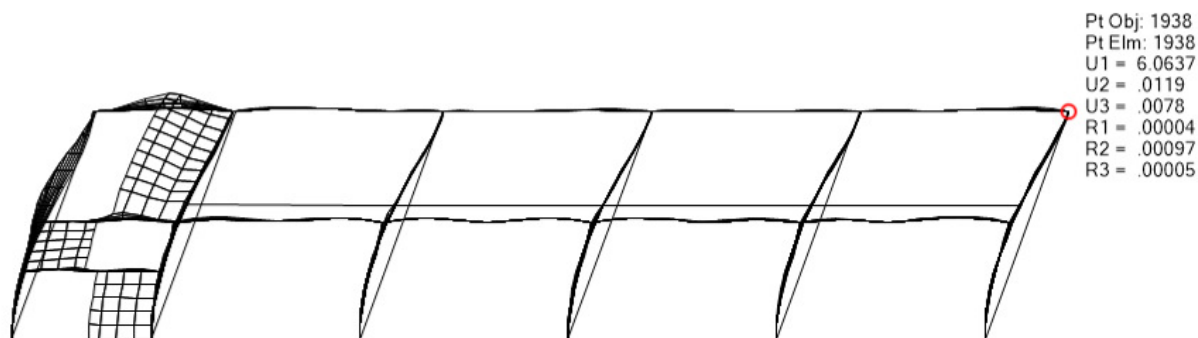
$$M_{sdu} = 5 * 4^2 / 8 = 10 \text{ kNm}$$

$$V_{sdu} = 5 * 2 = 10 \text{ kN}$$

Si adottano UPN 280 S235 : $M_{Rd} = 24.40 \text{ kNm}$

3. MARTELLAMENTO

La vicinanza delle due parti di struttura è minima, ma è inferiore allo spostamento massimo calcolato, pertanto si escludono fenomeni di martellamento.



$$U_x = U_x * q * 2 = 6.06 * 1.5 * 2 = 18.18 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$$

4. GIUDIZIO MOTIVATO DELL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI §. 10.2 d.m. 14.01.2018

§. 10.2 d.m. 14.01.2018

Controllo azione sismica

Si decide di riportare il calcolo manuale dell'azione sismica statica equivalente in quanto implicitamente si può verificare anche l'ordine di grandezza delle masse in gioco e quindi dei carichi applicati e degli elementi modellati.

$$W = \text{DEAD} + G1 + G2 + Q_{acc} * 0.6 + \text{masse} = 1146 + 2989 + 0.6 * 1590 + 220 = 5309 \text{ kN}$$

$$F_{hx} = S_d * W * \lambda / g = 0.3094 * 5309 * 1 = 1642 \text{ kN} \cong 1636 \text{ con quanto resituito dal programma}$$

$$F_{hx} = S_d * W * \lambda / g = 0.2104 * 5309 * 1 = 1117 \text{ kN} \cong 1112 \text{ con quanto resituito dal programma}$$

FONDAZIONI

Le fondazioni sono superficiali e sono costituite da un reticolo di travi
Vengono dimensionate con l'approccio 2 (A1;M1;R3), secondo quanto prescritto dal cap. 6.4.3.1 del D.M.2018.

I coefficienti parziali per le azioni da adottare nelle verifiche agli SLU per le fondazioni superficiali sono pertanto i seguenti

carichi	effetto	coeff parz γ_F (o γ_E)	(A1) STR
permanenti	favorevole	γ_{G1}	1.0
	sfavorevole		1.3
permanenti non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.0
	sfavorevole		1.5
variabili	favorevole	γ_{Qi}	0.0
	sfavorevole		1.5
sisma	favorevole	γ_E	0.0
	sfavorevole		1.0

I valori di progetto dei parametri geotecnici sono i seguenti

parametro	grandezza (G) cui applica il coeff parz.	coeff parz γ_M	γ_M (M1)
tangente angolo resistenza a taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0
coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0
peso unità di volume	γ	γ_f	1.0

I coefficienti parziali di sicurezza per la resistenza da adottare nelle verifiche agli SLU per le fondazioni superficiali sono i seguenti

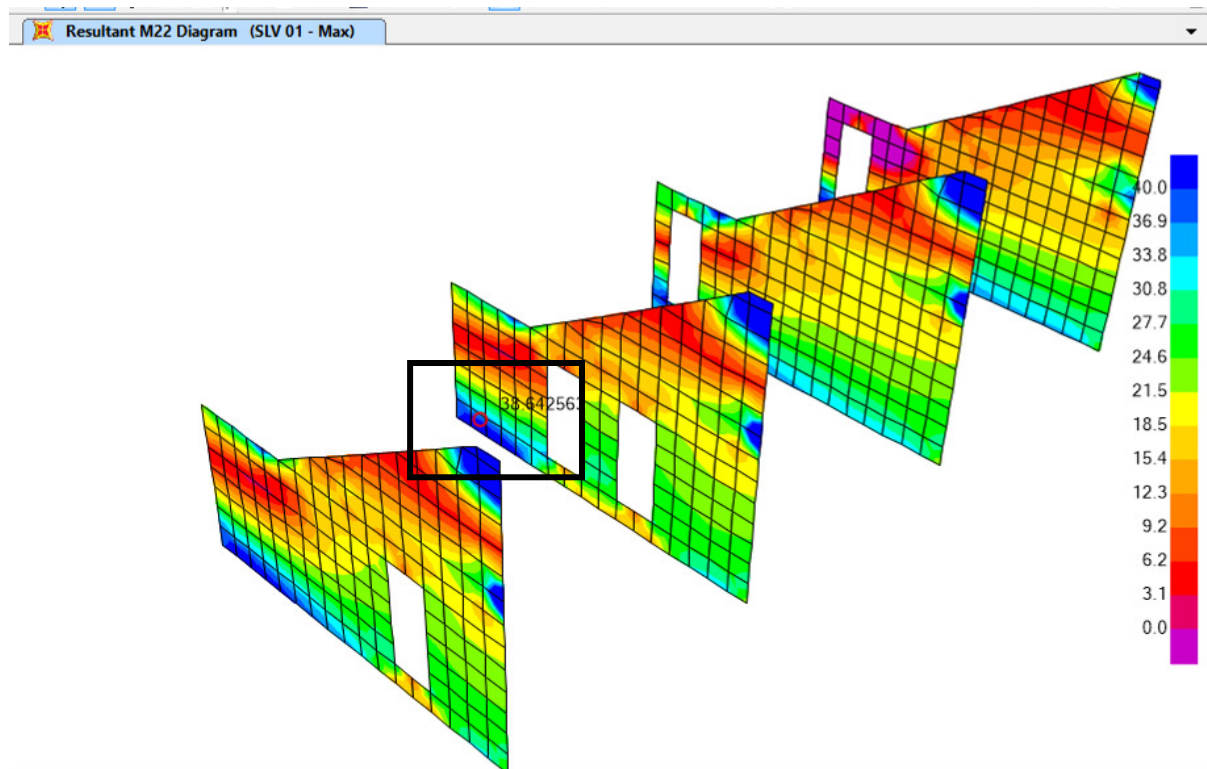
verifica	coeff. parziale γ_R (R3)
capacità portante	2.3

Secondo quanto prescritto dal cap. 7.2.1 del D.M.2018, gli elementi fondazionali sono dimensionati in modo da non avere un comportamento dissipativo, tale obiettivo si ottiene (per c.d. B), per semplicità, attribuendo agli elementi in oggetto una sovra resistenza valutata almeno al 10% delle sollecitazioni sismiche di progetto.

Si modellano le fondazioni come elementi shell su suolo elastico alla Winkler. Date le caratteristiche meccaniche del terreno si adotta un letto di molle del valore di $k= 5.0 \text{ kg/cm}^3$.

Si verifica una fascia unitaria di fondazione posta al di sotto dei setti principali.
Sollecitazioni più gravose sulle fondazioni. Si prende in esame la combinazione SLV01

Si esegue il calcolo in condizioni dreate a lungo termine.



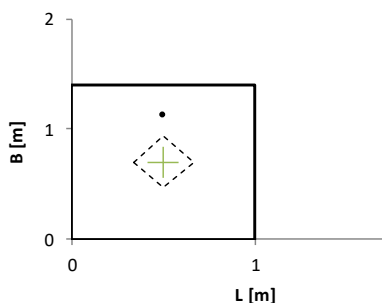
$M_{sdu \max} \text{ da sisma} = 40 \text{ kNm/m}$
 $N_{sdu \min} = 70 + 18.38 + 4.9 = 93.28 \text{ kN/m}$
 $\text{Peso fonda} = (1.20 \cdot 0.4 + (1.2 + 0.5) \cdot 0.3 / 2) \cdot 25 = 18.38 \text{ kN/m}$
 $\text{Peso terreno} = 18 \cdot 0.9 \cdot 0.3 = 4.9 \text{ kN/m}$

Eccentricità di carico = $40 / 93 = 0.43 \text{ m}$

Portata in assenza di falda - fondazioni nastriformi

Determinata con Meyerhof- Approccio 2 (A1, M1, R3)

Nsdu =	93	kN
B =	1.40	m base
L =	1.0	m lunghezza
D =	1.00	m approfondimento
i =	0	° inclinazione del carico
γ_{sat} =	18.5	kN/m ³ peso specifico
ϕ =	27.0	° angolo di attrito
C =	15.0	kN/m ² coesione
e(L) =	0.0	m
e(B) =	0.43	m
L' =	1.00	m
B' =	0.54	m
kp =	2.663	
ic = iq =	1.000	
ig =	1.000	
dc =	1.605	
dq = dg =	1.302	
Nq =	13.2	
Nc =	23.9	
Ng =	9.5	



$\gamma_r = 2.3$ fattore di sicurezza
 $q_{rk} = (C \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q^* N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma^* B \cdot N_g \cdot i_g \cdot d_g) = 9.56 \text{ kg/cm}^2$
 $q_{rdu} = q_{rk} / \gamma_r = 4.16 \text{ kg/cm}^2$
 $N_{rdu} = 98 \text{ kN}$
 $q_{sdu} = 1.72 \text{ kg/cm}^2 \text{ Ok}$

PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA

(punto 10.1 DM 2018)

La presente fa riferimento al piano di manutenzione delle opere strutturali in oggetto. Non considerare le eventuali descrizioni non inerenti.

Opere in c.a.

Risorse necessarie per l'intervento manutentivo

Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

Livello minimo delle prestazioni

Le opere in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da assicurare la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio, previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo. Gli elementi non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali.

Anomalie riscontrabili

Alveolazione:

degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità, con andamento a diverticoli, si può usare il termine "alveolizzazione a caratura".

Bolle d'aria:

alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

Cavillature superficiali:

sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

Cedimenti:

dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Crosta:

deposito superficiale, duro e fragile, di spessore variabile, generalmente di colore nero.

Decolorazione:

alterazione cromatica della superficie.

Deposito superficiale:

accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

Disgregazione:

decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli, per effetto di minime sollecitazioni meccaniche.

Distacco:

disgregazione e distacco di parti notevoli di materiale, che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

Efflorescenze:

formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può, talvolta, avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più

superficiali. Il fenomeno prende, in tal caso, il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

Erosione superficiale:

asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa. Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione o per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Esposizione dei ferri di armatura:

distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.

Fessurazioni:

degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale, ovvero, presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore del manufatto (parete di elevazione, mensola di fondazione, pali, tiranti, etc.), ed implicare lo spostamento reciproco delle parti.

Inefficienza dei fori di scolo:

causata da occlusione dei canali di scolo, per effetto di infiltrazione di detriti.

Intasamento dei filtri o dei drenaggi:

dovuto a presenza di detriti e materiale incoerente, che comporta l'occlusione dei vuoti tra le particelle del materiale drenante.

Lesioni:

si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.

Non perpendicolarità:

specifica per muri a parete verticale, dovuta a dissesti o eventi di varia natura.

Patina biologica:

strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Polverizzazione:

decoesione, che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali costituenti il manufatto, sottoforma di polvere o granuli.

Presenza di vegetazione:

presenza di vegetazione, caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superfici esposte del manufatto.

Rigonfiamento:

variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. L'anomalia è ben riconoscibile, essendo caratterizzata dal tipico andamento "a bolla", combinato all'azione di gravità.

Scheggiature:

distacco di piccole parti di materiali lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

Umidità: presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare, o comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile. In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

Consolidamento dell'opera:

Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.

Interventi strutturali:

interventi riparativi da effettuarsi in base al tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato effettuata da tecnico abilitato. In particolare, in seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.

Pulizia:

mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura delle parti a vista del muro, per la rimozione di eventuali depositi superficiali.

Ripristino copriferro:

asportazione della parte degradata del calcestruzzo e irruvidimento della superficie dell'intervento, anche mediante bocciardatrice o altri mezzi idonei; successiva asportazione della ruggine dell'armatura e trattamento della stessa con malta passivante; infine spazzolatura, per la pulitura della superficie d'intervento e rifacimento del copriferro con malta tixotropica antiritiro, avendo cura di realizzare il copriferro dello stesso spessore originario.

Riparazione di fessure:

sigillatura di lesioni tramite l'impiego di malta adesiva epossidica, previa spicconatura delle parti degradate, spazzolatura della superficie da trattare, pulitura a pressione e lavaggio delle parti scoperte. Ripristino dei sistemi di drenaggio: mediante pulitura dei canaletti di drenaggio

Programma di Manutenzione

Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

Protezione elettrica Le strutture in sottosuolo devono impedire, in modo idoneo, eventuali dispersioni elettriche. Tutte le parti metalliche, facenti parte delle strutture in sottosuolo, devono essere connesse ad impianti di terra, mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

Protezione dagli agenti chimici ed organici

Le strutture di contenimento, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non devono subire riduzioni di copriferro. Le strutture in sottosuolo non devono subire dissoluzioni o disgregazioni, nè mutamenti di aspetto, a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici. Inoltre, devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.), le proprie caratteristiche funzionali.

Protezione dagli agenti atmosferici

Le strutture in sottosuolo non devono subire disgregazioni e variazioni dimensionali o di aspetto, a causa della formazione di ghiaccio, e devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali, se sottoposte a fenomeni di gelo e disgelo, o all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

Stabilità

Le opere di sostegno, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza.

Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

Controlli strutturali dettagliati

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti.

Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Controllo efficienza dei canali di scolo

Lo stato dei canali di scolo deve essere controllato, soprattutto prima della stagione autunnale, quando inizia il periodo più piovoso.

Frequenza del controllo: annuale.

Controllo della integrità delle opere in c.a.

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura.

Frequenza del controllo: annuale.

Controllo delle parti in vista dell'opera

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.).

Frequenza del controllo: annuale.

Verifica dello stato del calcestruzzo

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuata controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

Frequenza del controllo: annuale.

Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

Canalizzazione delle acque superficiali

E' buona prassi raccogliere le acque superficiali di ruscellamento mediante canalizzazioni, in modo da ridurre la loro infiltrazione nel terreno a ridosso dell'opera di sostegno.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Consolidamento dell'opera

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Interventi riparativi sulle parti strutturali

Gli interventi riparativi devono effettuarsi, a seconda del tipo di anomalia riscontrata, e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato, che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Pulizia dei canali di scolo

Pulizia dei canali di scolo e rimozione di eventuali detriti che potrebbero crearne l'occlusione, soprattutto prima del periodo autunnale, delle forti piogge.

Frequenza dell'intervento: annuale.

Pulizia della superficie del muro P

ulizia delle parti a vista del muro mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura, per la rimozione di depositi superficiali, anche al fine di effettuare controlli più approfonditi dello stato del manufatto.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Ripristino del Copriferro

In caso di necessità, effettuare il ripristino del copriferro con idonea malta cementizia, previa pulizia delle parti ammalorate.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Opere in acciaio

Descrizione:

Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione:

Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso:

Le travi in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Prestazioni:

Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione

e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne;

perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali;

presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale

e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso. Cause: Le eccessive

deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la

resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un

elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico. Effetto:

Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi (se presenti)

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli

e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Programma di Manutenzione

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e

della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonché della perpendicolarità della struttura.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi.

Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno Esecutore:

Utente

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa

pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le

lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento

strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (dadi, bulloni, rosette)

con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati

o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e

garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso

di opere provvisorie.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

il Direttore dei Lavori

Il Progettista delle Strutture