



**Progettazione architettonica e strutturale
finalizzata
all'acquisizione dell'autorizzazione sismica
di un edificio sito in via Foria (Na)**

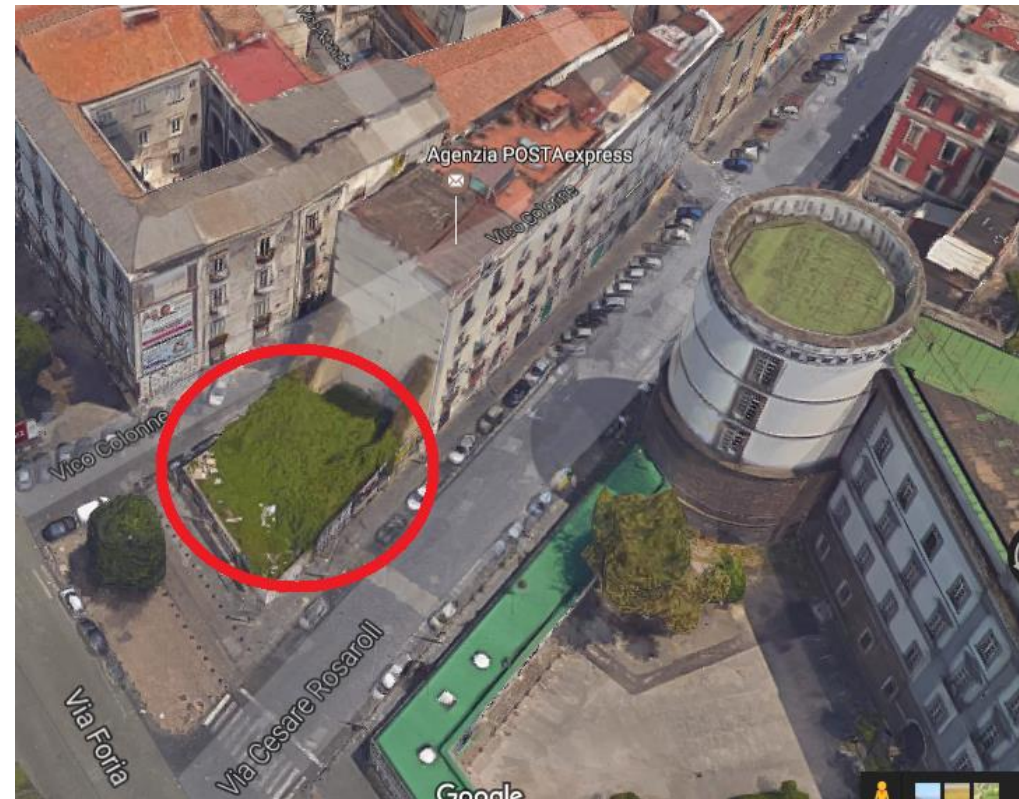
Ing. Ciccone Angelo
Ing. Sorrentino Fausto

1. Localizzazione
2. Concezione e Destinazione d'uso
3. Brainstorming Ingegneri vs Architetti
4. Articolazione del Processo BIM
5. Lavoro nella WIP architettura
6. Lavoro nella WIP strutture
7. Link dei Modelli
8. Analisi delle Interferenze
9. Computo Metrico Estimativo

Localizzazione

L'opera che si realizzerà sarà localizzata :

- in **Via Foria, 74, 80139 Napoli (Na)**
- ad un'**altitudine 19m s.l.m.**
- in una **Zona climatica di tipo C**
- in una **Zona sismica 2** (di riferimento per i successivi calcoli strutturali)



Concezione e Destinazione d'uso dell'edificio

Riguardo la **CONCEZIONE DELL'EDIFICIO** gli architetti hanno perseguito e sono stati ispirati :

- dal tema **«Mangia Prega Ama»**, film del 2010, fondendo questi tre concetti nella presenza di locali a diversa destinazione d'uso rispettivamente :

- LOCALI COMMERCIALI;
- MOSCHEA ;
- SPAZI RESIDENZIALI.

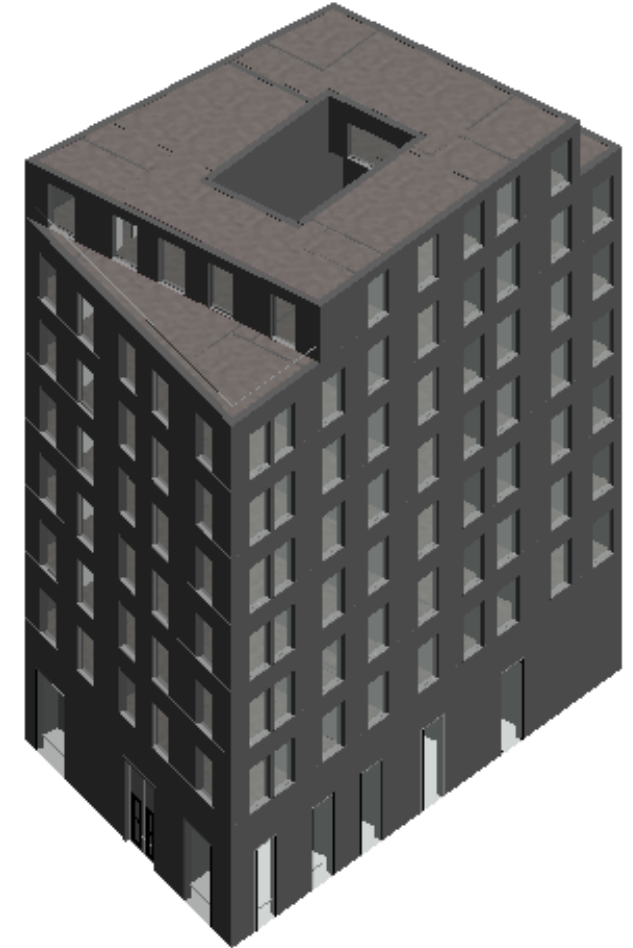
- re-interpretando in chiave contemporanea del **palazzo tradizionale napoletano**.

Pertanto l'edificio, di **8 piani**, si sviluppa intorno ad una **corte centrale**, tipica dei palazzi napoletani, concepita e avente in questo caso **dimensioni variabili ad ogni livello** sia in pianta che in elevazione;

- il **PIANO TERRA** ,più alto (6,7m) rispetto ai successivi (3,7m),accoglie una **«moschea promiscua»** ed alcuni **locali commerciali**;

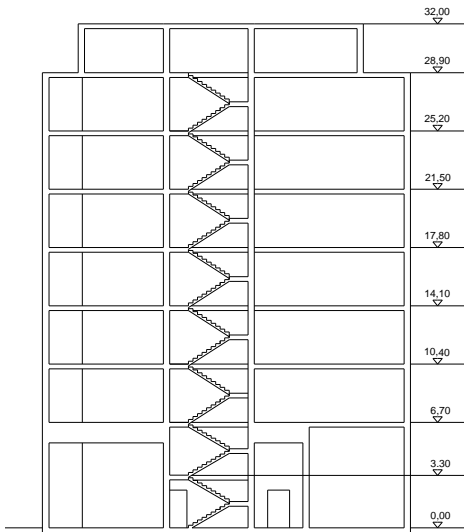
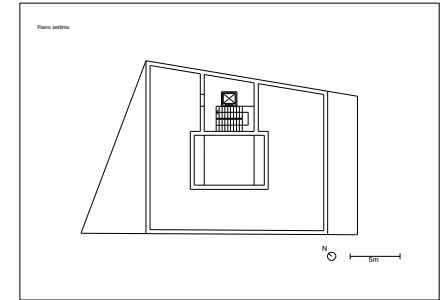
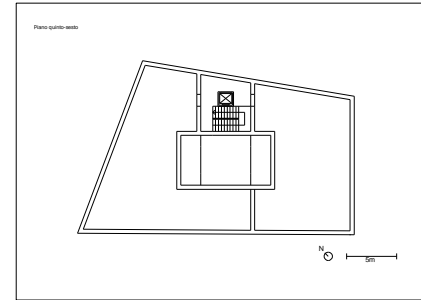
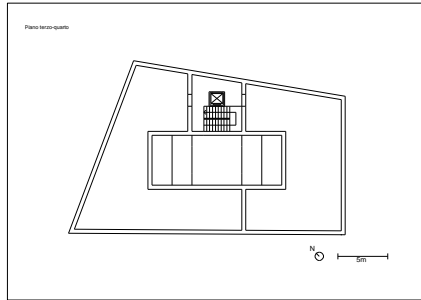
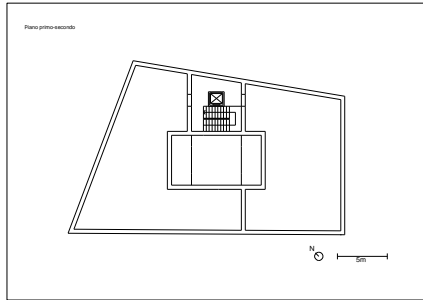
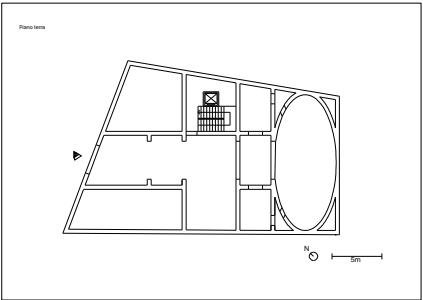
- i **PIANI DAL PRIMO AL SESTO** seguono lo stesso sviluppo in pianta trapezoidale e sono destinati, invece, ad **uso residenziale**;

- **L'ULTIMO PIANO** segue uno **sviluppo in pianta quadrato** , a meno del lato obliquo, ai precedenti essendo caratterizzato da rientranze in pianta nelle

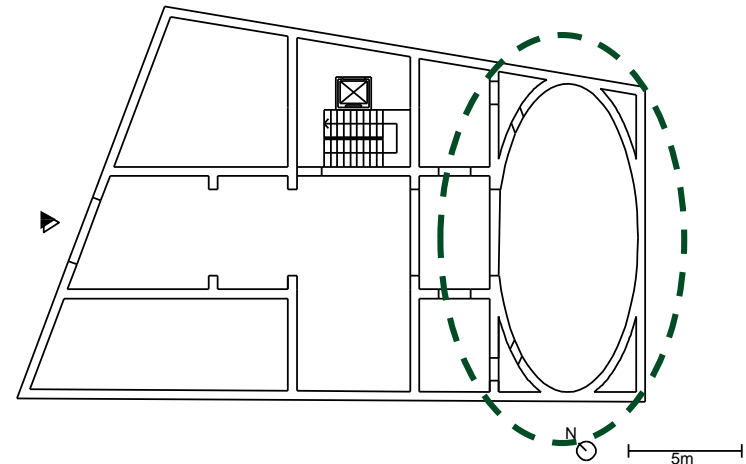


2- Brainstorming Architetti vs Ingegneri

In data 5/05/2017 tramite un incontro avuto con gli architetti si sono recepite le idee ,il concetto e l'architettura dell'opera da realizzare.



Relativamente al primo piano si nota la presenza in pianta di una moschea caratteristica della destinazione d'uso del primo piano.



Successivamente queste informazioni sono state aggiornate con variazioni che hanno comportato il perfezionamento del lavoro di modellazione architettonica.

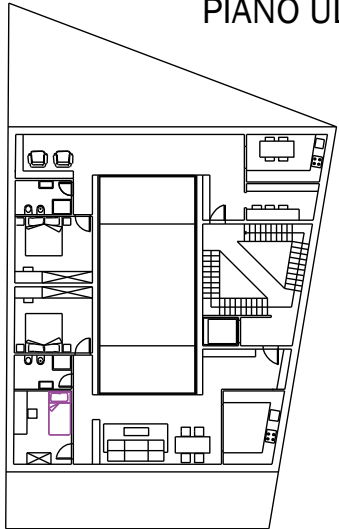
2- Brainstorming Architetti vs Ingegneri

In **data 12/05/2017** e successivamente in **data 21/05/2017**, tramite sempre incontri e aggiornamenti via web, si è pervenuti ad una bozza architettonica abbastanza certa dato che erano state apportate modifiche relative a:

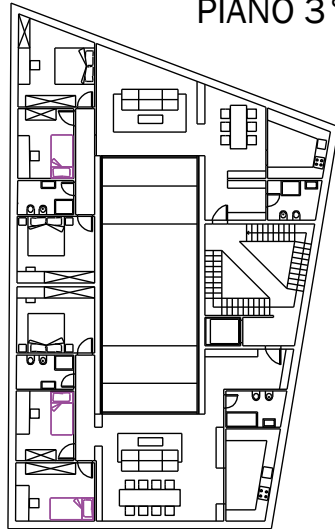
- dimensioni delle corti variabili in altezza;
- nicchie della moschea;
- prospetti esterni e aperture (porte e finestre);
- spazi interni a causa di una bozza di schema statico, definita dal team strutture, che prevedeva l'inserimento di travi e pilasti. La presenza di alcuni di essi ha determinato un forte impatto architettonico tale che è nata l'esigenza di una riformulazione degli spazi interni e dello sviluppo in pianta della corte centrale.

Per cui i dati architettonici propedeutici al lavoro del team strutture sono stati i seguenti:

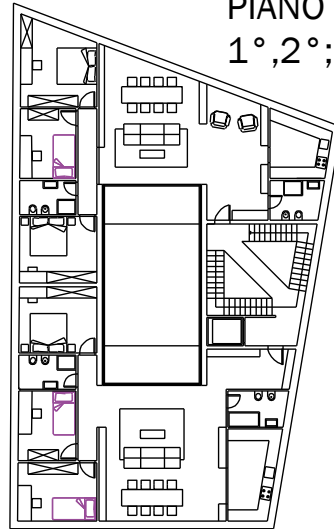
PIANO ULTIMO



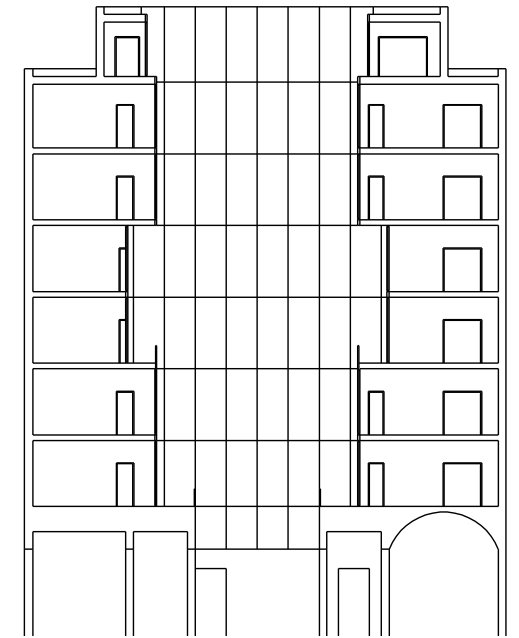
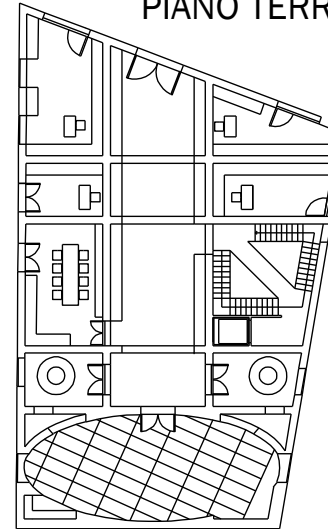
PIANO 3°,4°



PIANO
1°,2°;5°,6°



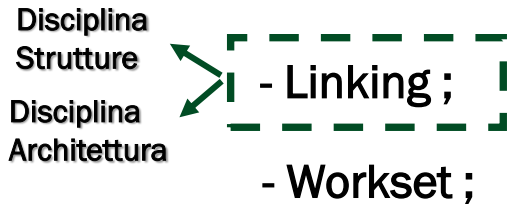
PIANO TERRA



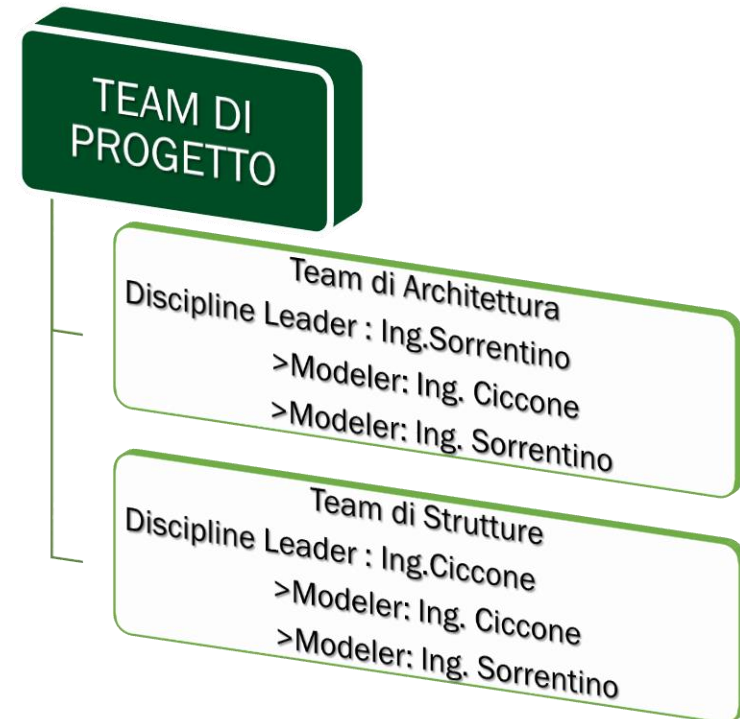
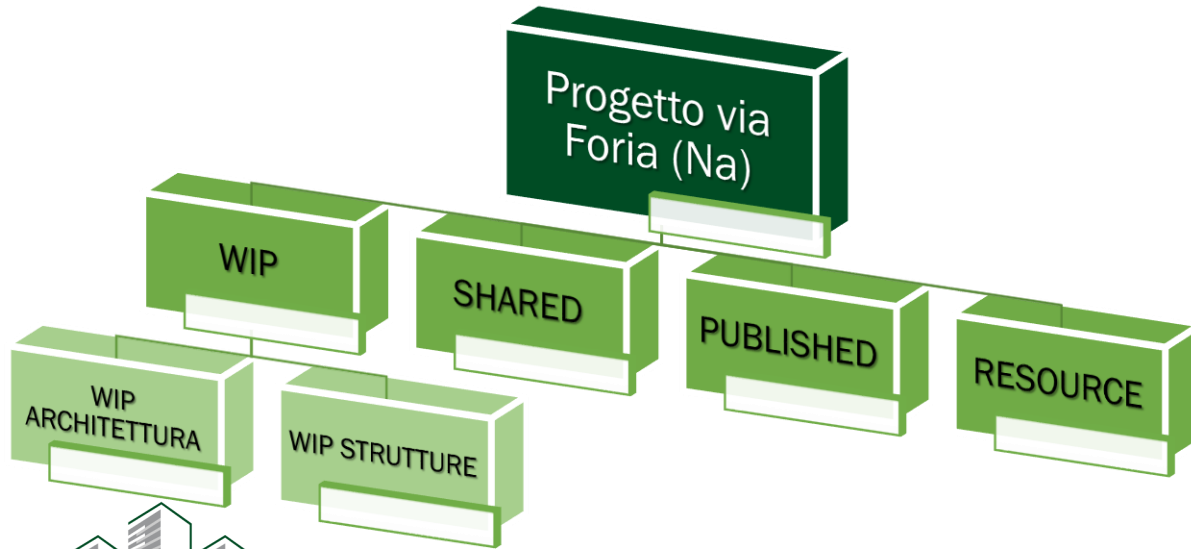
3 - Articolazione del Processo BIM

Note le informazioni di partenza si è iniziato ad articolare il lavoro sulla piattaforma BIM organizzando le varie cartelle di lavoro, con accesso e visibilità diverse in funzione dei diversi soggetti che partecipano al procedimento in esame.

Successivamente si è dovuto scegliere un metodo di suddivisione sia del lavoro che del modello BIM:

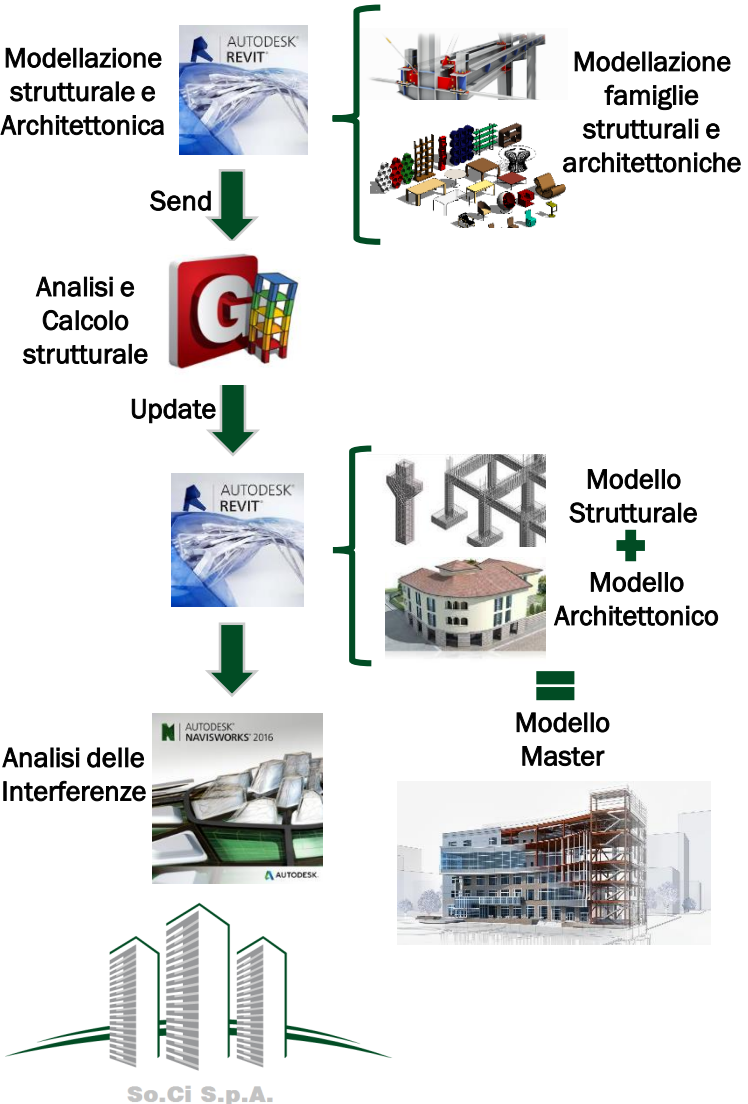


Pertanto si è organizzato il lavoro interdisciplinare in cartelle e con team di progettazione diversi afferenti alle diverse discipline coinvolte.



3 - Articolazione del Processo BIM

Nell'ambito di questo progetto sono stati utilizzati molti programmi sfruttando a pieno quella che è l'**interoperabilità** nel mondo BIM tra i diversi software in circolazione.



- Nel particolare la **modellazione sia architettonica che strutturale** è stata eseguita con il software **Revit 2017 di Autodesk**. (Modellazione di diverse famiglie sia nel modello strutturale che architettonico)
- Dopodiché si è esportato il modello strutturale, sfruttando l'interoperabilità tra software, nel programma di analisi e calcolo strutturale **MidasGen2017**.
- Apportate eventuali modifiche ed eseguito il calcolo della struttura successivamente si sono definite, progettate e verificate le armature per gli elementi e **si è riportato tutto di nuovo su Revit2017** tramite un **upload** del modello da Midas.
- Successivamente si è provveduto ad **effettuare il «link»** tra il modello architettonico e quello strutturale definendo un **modello master o contenitore**.
- Infine è stata effettuata un'**Analisi delle interferenze** tramite il software **Navisworks** che ha permesso di perfezionare, eliminando o risolvendo le interferenze, il modello.
- Per concludere si è fatta una **valutazione economica del modello strutturale** dettagliata nel computo metrico eseguito con il programma **PrimusIFC** esportando il modello strutturale come *.ifc e caricandolo nel programma.

3- Lavoro nella WIP Architettura

Sulla base del materiale recepito si è proceduto a modellare nella cartella WIP Architettura la parte architettonica basata sulle informazioni recepite dal primo incontro con gli architetti che ha portato alla creazione della prima bozza di lavoro architettonico:

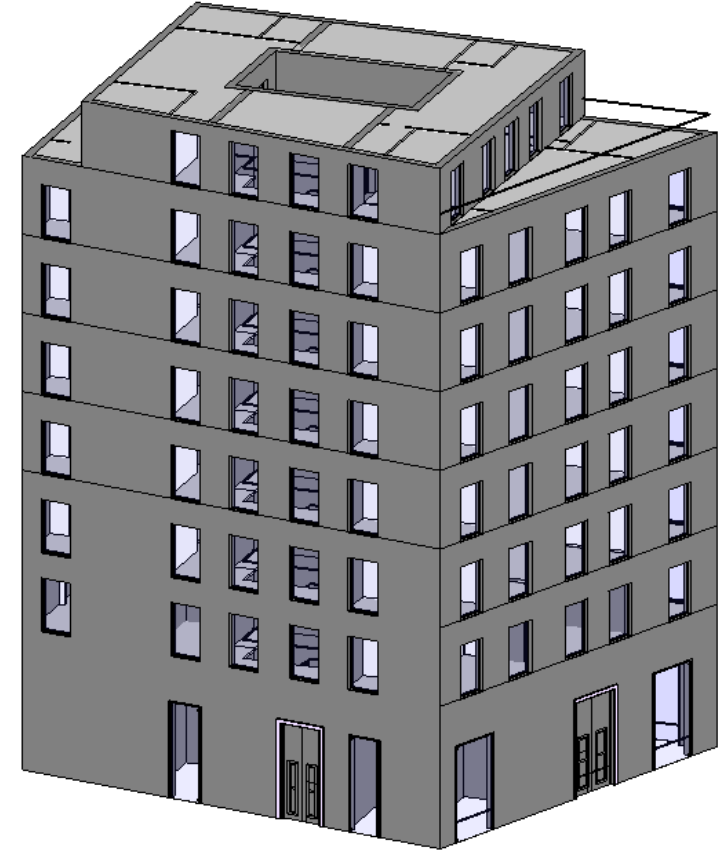
WIP_Architettura_bozza_05-05-17;

Successivamente a causa di altri incontri con gli architetti sono nate esigenze di modifica dell'opera dovute a diversi motivi(scale, aperture esterne ,spazi interni ,ecc). Queste hanno portato all'aggiornamento del modello architettonico con la creazione di altre bozze di modellazione architettonica intermedie:

WIP_Architettura_bozza_12-05-17;

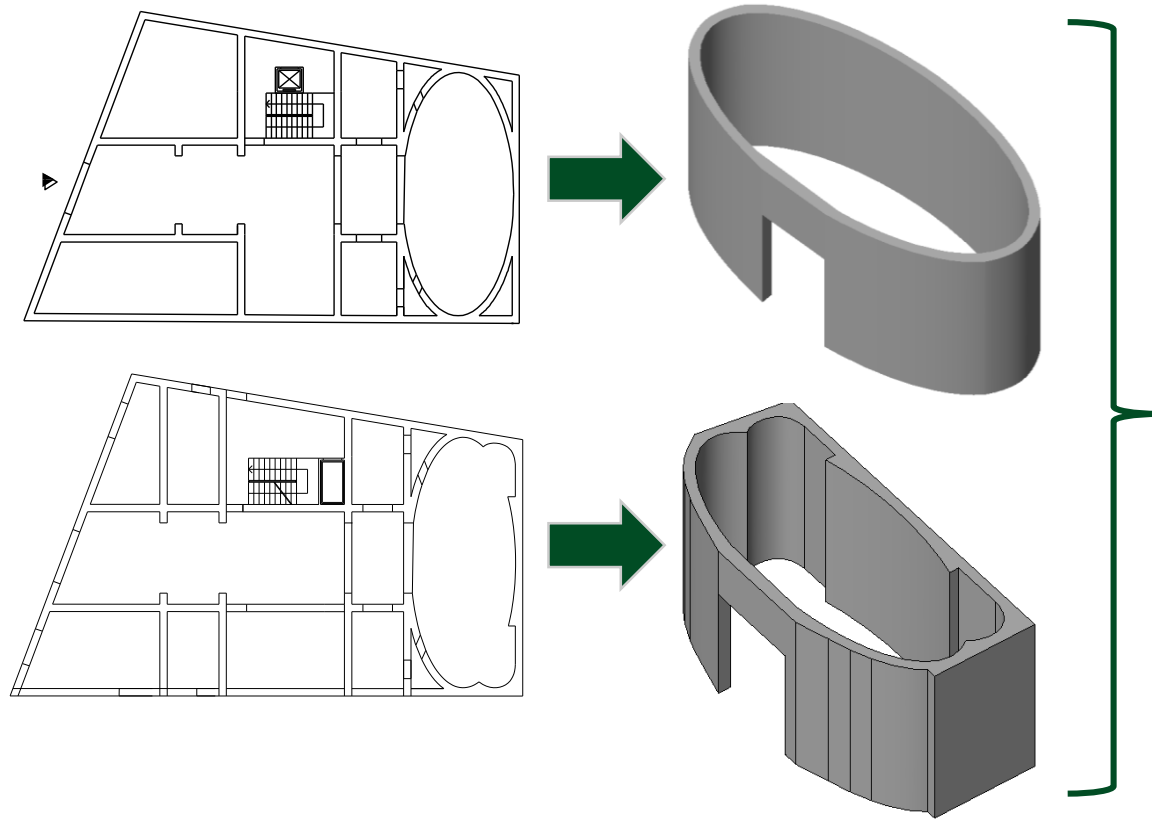
WIP_Architettura_bozza_21-05-17.

Arrivati a quest'ultima bozza non è nata più alcuna esigenza di modifica, fino a questo punto, tale per cui si è pensato di passare e rendere visibile il lavoro architettonico ultimo nella cartella SHARED, anche al team di strutture.



3- Lavoro nella WIP Architettura

Riguardo invece i **vari problemi di modellazione architettonica**, riscontrati in ambiente BIM, connessi alle diverse bozze nella cartella WIP Architettura, essi sono stati svariati :



1. A partire dalla prima bozza architettonica realizzata ovvero WIP_ Architettura_ bozza_ 05-05-17 si è modellata una nuova famiglia in REVIT2017 per la moschea ,la cui pianta e le cui nicchie sono state modificate nei diversi incontri avuti con gli architetti. Quindi sia la famiglia della moschea che il modello di volta in volta sono stati aggiornati nelle bozze successive .

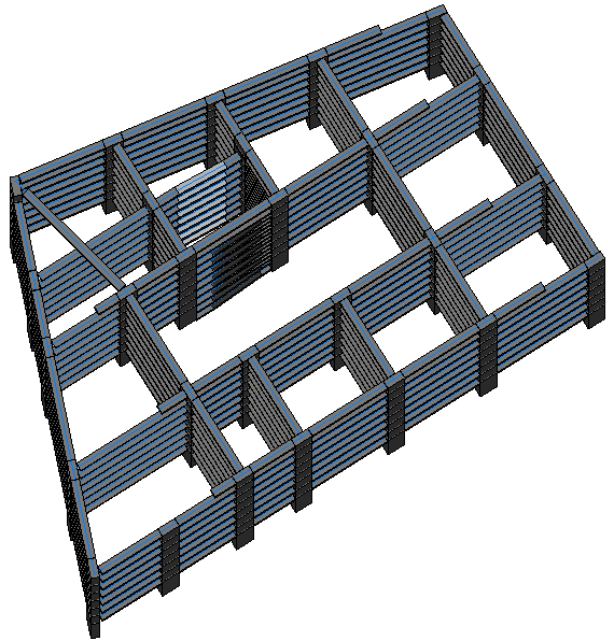
2. Variabilità in altezza dello sviluppo della corte

3. Corpo scala → anche dal punto di vista strutturale

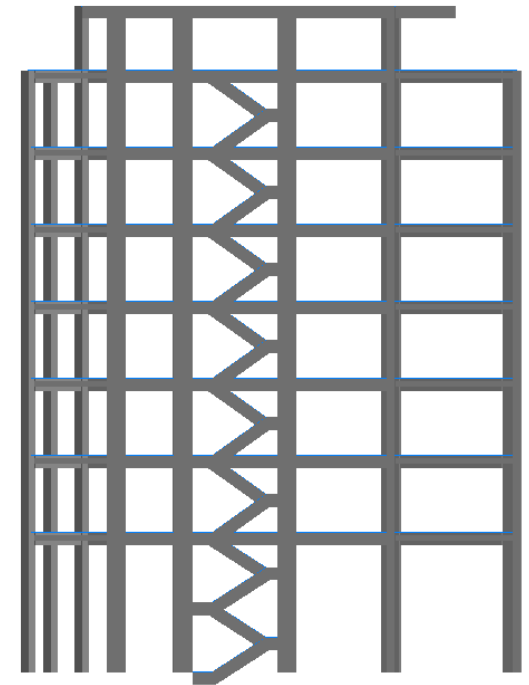
3- Lavoro nella WIP Strutture

Sulla base dell'ultima modifica dell'architettonico resa disponibile dal team architettura, nella cartella SHARED, si è iniziato a lavorare sulla parte strutturale. I passi del lavoro sono stati i seguenti :

1. è stato **scelto un SISTEMA RESISTENTE A TELAIO** (WIP_Strutture_bozza_21-05-17) in cui è stato effettuato un **predimensionamento** che ha portato alla definizione dei seguenti elementi :



- TRAVI { 40x30cm → INTERNE
40x60cm → ESTERNE , CORTE CENTRALE, COPERTURA e SCALA
- PILASTRI { 40x90cm
90x40cm
- CORPO SCALA : 40x60cm TRAVI A GINOCCHIO
CON GRADINI A SBALZO



2. Successivamente è stata **modellata in REVIT2017 la struttura** ed è stata **definita un'orditura** che ha permesso di effettuare un' **Analisi dei dei Carichi** .

3- Lavoro nella WIP Strutture

3. Successivamente il calcolo della struttura è stato eseguito su **MIDASGen17** dove è stata effettuata un'analisi modale e dinamica, modellando l'azione sismica spettrale allo SLD e allo SLV sempre sul programma stesso, i cui risultati in termini di periodi e masse partecipanti sono i seguenti :

EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period (sec)	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)		
1	8.1305	1.2940	0.7728	0.0000e+000
2	9.7893	1.5580	0.6418	0.0000e+000
3	10.9887	1.7489	0.5718	0.0000e+000
4	26.6770	4.2458	0.2355	0.0000e+000
5	31.2747	4.9775	0.2009	0.0000e+000
6	35.3602	5.6278	0.1777	0.0000e+000
7	51.7840	8.2417	0.1213	1.4442e-083
8	58.4056	9.2955	0.1076	4.2180e-078
9	65.9035	10.4889	0.0953	1.8919e-073

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	1.2993	1.2993	84.2620	84.2620	0.0000	0.0000	0.0411	0.0411	0.0007	0.0007	1.2334	1.2334
2	74.4862	75.7855	0.3530	84.6150	0.0000	0.0000	0.0001	0.0412	0.0113	0.0120	15.0896	16.3230
3	13.9846	89.7701	2.0351	86.6501	0.0000	0.0000	0.0002	0.0414	0.0132	0.0252	73.1502	89.4732
4	0.1342	89.9043	9.2627	95.9128	0.0000	0.0000	0.3828	0.4241	0.0210	0.0461	0.1160	89.5893
5	6.4923	96.3966	0.0425	95.9553	0.0000	0.0000	0.0059	0.4300	0.3062	0.3523	1.0453	90.6346
6	1.0463	97.4429	0.3037	96.2590	0.0000	0.0000	0.0168	0.4468	0.3018	0.6541	6.5459	97.1805
7	0.0249	97.4678	2.1158	98.3748	0.0000	0.0000	0.5926	1.0394	0.0267	0.6808	0.0469	97.2274
8	1.2816	98.7494	0.0072	98.3820	0.0000	0.0000	0.0049	1.0443	0.3585	1.0393	0.2450	97.4724
9	0.1870	98.9364	0.1347	98.5167	0.0000	0.0000	0.0431	1.0874	0.2941	1.3333	1.4896	98.9621

4. Successivamente sempre su **MIDASGen** è stata effettuata una verifica allo SLD considerando un drift=0,005

Load Case	Story	Story Height (m)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements				Drift at the Center of Mass					
				Node	ory Drift (r)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
CQC_SLD_X(RS)	ottimo Pian	3.10	0.0050	128	0.0006	0.0006	0.0002	OK	0.0004	0.0004	12.814	0.0001	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	274	0.0005	0.0005	0.0003	OK	0.0029	0.0029	0.1787	0.0016	OK
CQC_SLD_X(RS)	sesto Pian	1.85	0.0050	94	0.0005	0.0005	0.0003	OK	0.0025	0.0025	0.1984	0.0013	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	262	0.0007	0.0007	0.0004	OK	0.0028	0.0028	0.2639	0.0015	OK
CQC_SLD_X(RS)	quinto Pian	1.85	0.0050	80	0.0007	0.0007	0.0004	OK	0.0022	0.0022	0.3134	0.0012	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	256	0.0009	0.0009	0.0005	OK	0.0026	0.0026	0.3569	0.0014	OK
CQC_SLD_X(RS)	quarto Pian	1.85	0.0050	66	0.0009	0.0009	0.0005	OK	0.0019	0.0019	0.4524	0.0011	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	280	0.0011	0.0011	0.0006	OK	0.0024	0.0024	0.4637	0.0013	OK
CQC_SLD_X(RS)	terzo Pian	1.85	0.0050	52	0.0010	0.0010	0.0006	OK	0.0016	0.0016	0.6334	0.0009	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	268	0.0013	0.0013	0.0007	OK	0.0021	0.0021	0.6006	0.0012	OK
CQC_SLD_X(RS)	condo Pia	1.85	0.0050	38	0.0012	0.0012	0.0006	OK	0.0013	0.0013	0.8846	0.0007	OK
CQC_SLD_X(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	241	0.0015	0.0015	0.0008	OK	0.0018	0.0018	0.8144	0.0010	OK
CQC_SLD_X(RS)	Primo Pian	1.85	0.0050	18	0.0014	0.0014	0.0007	OK	0.0011	0.0011	11.810	0.0006	OK
CQC_SLD_X(RS)	b-Intermer	1.67	0.0050	236	0.0013	0.0013	0.0008	OK	0.0012	0.0012	10.707	0.0007	OK
CQC_SLD_X(RS)	b-Intermer	1.68	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0012	0.0012	10.000	0.0007	OK
CQC_SLD_X(RS)	b-Intermer	1.68	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0015	0.0015	10.000	0.0009	OK
CQC_SLD_X(RS)	Piano Terr	1.67	0.0050	17	0.0010	0.0010	0.0006	OK	0.0007	0.0007	13.642	0.0004	OK
CQC_SLD_Y(RS)	ottimo Pian	3.10	0.0050	110	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0001	0.0001	12.264	0.0000	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	274	0.0001	0.0001	0.0000	OK	0.0012	0.0012	0.0746	0.0006	OK
CQC_SLD_Y(RS)	sesto Pian	1.85	0.0050	94	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0013	0.0013	0.1351	0.0007	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	262	0.0001	0.0001	0.0001	OK	0.0011	0.0011	0.1344	0.0006	OK
CQC_SLD_Y(RS)	quinto Pian	1.85	0.0050	80	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0013	0.0013	0.1948	0.0007	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	256	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0009	0.0009	0.1973	0.0005	OK
CQC_SLD_Y(RS)	quarto Pian	1.85	0.0050	66	0.0003	0.0003	0.0002	OK	0.0012	0.0012	0.2590	0.0006	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	280	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0008	0.0008	0.2818	0.0004	OK
CQC_SLD_Y(RS)	terzo Pian	1.85	0.0050	52	0.0004	0.0004	0.0002	OK	0.0011	0.0011	0.3343	0.0006	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	268	0.0003	0.0003	0.0001	OK	0.0006	0.0006	0.4192	0.0003	OK
CQC_SLD_Y(RS)	condo Pia	1.85	0.0050	38	0.0004	0.0004	0.0002	OK	0.0009	0.0009	0.4383	0.0005	OK
CQC_SLD_Y(RS)	medio Pian	1.85	0.0050	241	0.0003	0.0003	0.0002	OK	0.0004	0.0004	0.7880	0.0002	OK
CQC_SLD_Y(RS)	Primo Pian	1.85	0.0050	18	0.0004	0.0004	0.0002	OK	0.0007	0.0007	6.6069	0.0004	OK
CQC_SLD_Y(RS)	b-Intermer	1.67	0.0050	236	0.0003	0.0003	0.0002	OK	0.0002	0.0002	10.743	0.0001	OK
CQC_SLD_Y(RS)	b-Intermer	1.68	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0005	0.0005	10.000	0.0003	OK
CQC_SLD_Y(RS)	b-Intermer	1.68	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0003	0.0003	10.000	0.0002	OK
CQC_SLD_Y(RS)	Piano Terr	1.67	0.0050	17	0.0003	0.0003	0.0002	OK	0.0002	0.0002	13.431	0.0001	OK



3- Lavoro nella WIP Strutture

5. Dopodiché sempre su MidasGen si è visto che la struttura risulta :

- non regolare in altezza ;
- torsio-deformabile.

6. Scelta del **Fattore di Struttura**:

Tutto ciò ha influito nella scelta del fattore di struttura. Per cui ipotizzando:

- **C.d.B**
 - **strutture torsio-deformabili**
 - **non regolare in altezza**
- } $q=0,8*2=1,6$

7. Analizzando le sollecitazioni e la struttura si denotano dei **problemi** quali :

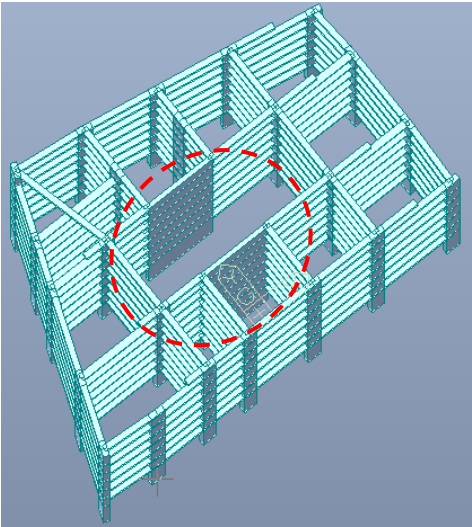
- le travi a ginocchio creano una sorta di «telai controventati» molto rigidi che attraggono più sollecitazione dei telai circostanti mandando in crisi gli elementi del vano scala (elementi verificati solo grazie ad un quantitativo di armatura che però non può essere realizzato in conformità ai limiti dettati dalle NTC08 da cap.4 e 7);
- Struttura torsio-deformabile;
- Problema sulla scala relativo all'accesso ad ogni piano garantito solo da un lato*;

* Ottenuto da un vantaggio della modellazione 3D ereditata dal mondo BIM ,che nella progettazione ordinaria non sarebbe stato visibile.



3- Lavoro nella WIP Strutture

Pertanto si è deciso di **cambiare modello strutturale** (WIP_ Strutture_ bozza_ 08-06-17) con le seguenti **conseguenze**:



La prima cosa che si è fatta su MidasGen è stata la modellazione di questi nuovi elementi :



- **Scala:** rampe costituite da gradini a sbalzo e soletta collaborante intervallate da pianerottoli di riposo tutti poggianti su una parete;
- **Assenza di «telai controventati»;**
- **Accoppiamento della risposta** nelle due direzioni relativo solo ad un modo tra i primi tre (nella struttura a telaio lo era sia il 2° che il 3°).

Elementi Wall

La seconda cosa che si è fatta è stata quella di **individuare la nuova la tipologia strutturale** tra :

edifici misti, misti equivalenti a pareti, misti equivalenti a telaio, ecc.

Per fare ciò ,sempre su MidasGen, si è analizzato il taglio alla base vedendo quanto le pareti, rispetto agli elementi pilastro, assorbono per effetto di forze orizzontali nelle due direzioni sia x che y :

LINEAR SUMMATION OF STORY SHEAR FORCE										
1F		CQC_SLV_X	Frame(Beam)		0.00	492.9253	0.08	90.00	143.1410	0.85
1F		CQC_SLV_X	Wall		0.00	5843.0041	0.92	90.00	25.8836	0.15
1F		CQC_SLV_X	Sum		0.00	6335.9294		90.00	169.0246	
1F		CQC_SLV_	Frame(Beam)		0.00	492.9253	0.08	90.00	143.1410	0.85
1F		CQC_SLV_	Wall		0.00	5843.0041	0.92	90.00	25.8836	0.15
1F		CQC_SLV_	Sum		0.00	6335.9294		90.00	169.0246	
NUMERICAL SUMMATION OF STORY SHEAR FORCE										
1F		CQC_SLV_X	Frame(Beam)		0.00	492.1596	0.08	90.00	120.3680	0.82
1F		CQC_SLV_X	Wall		0.00	5841.8588	0.92	90.00	25.8489	0.18
1F		CQC_SLV_X	Sum		0.00	6333.3048		90.00	146.0106	
1F		CQC_SLV_	Frame(Beam)		0.00	492.1596	0.08	90.00	120.3680	0.82
1F		CQC_SLV_	Wall		0.00	5841.8588	0.92	90.00	25.8489	0.18
1F		CQC_SLV_	Sum		0.00	6333.3048		90.00	146.0106	

↓

**STRUTTURA
A PARETI**

Dato che in entrambe le direzioni il taglio assorbito alla base risulta essere maggiore del 65%

3- Lavoro nella WIP Strutture

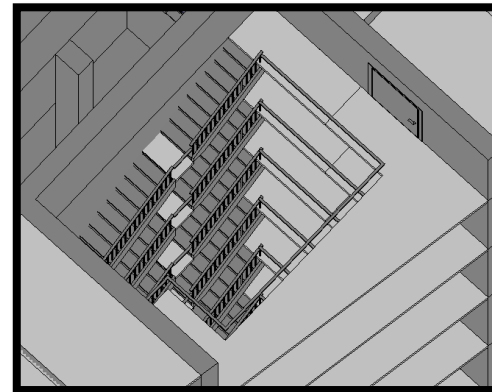
Così si perviene ad nuovo modello strutturale (WIP_ Strutture_ bozza_ 08-06-17) in cui :

- il corpo scala è stato modificato*;
- alcune campate sono state modificate(eliminando travi relative al corpo scala precedente con travi a ginocchio);
- gli elementi strutturali sono :

TRAVI { 50x30cm → INTERNE
40x60cm → ESTERNE , CORTE CENTRALE,
COPERTURA

PILASTRI { 40x90cm
90x40cm

MURI { 2 PARETI
lunghezza 5m



* pianerottolo a C con rampe costituite da gradini a sbalzo incastrati nel muro con soletta collaborante di 5 cm. Questo ovviamente ha comportato anche la modifica del relativo modello architettonico.

Quindi anche per questa struttura sono stati ripercorsi i passi progettuali affrontati per la struttura a telaio:

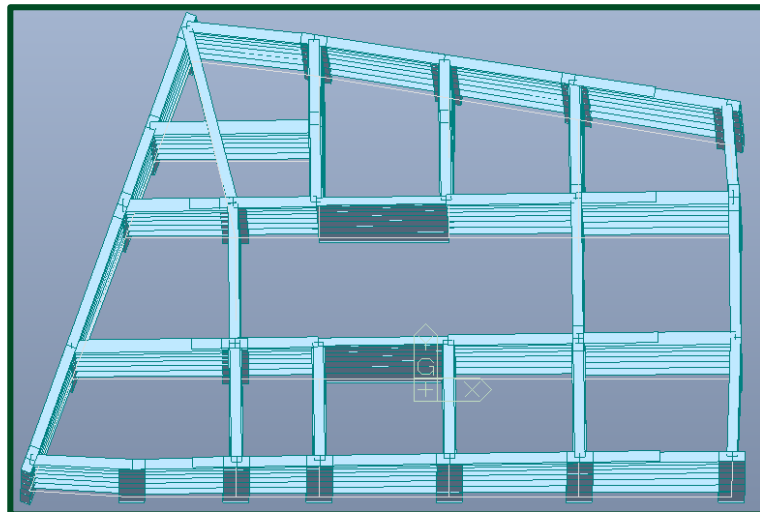
- **Scelta orditura e Analisi dei Carichi;**
- Individuazione della **tipologia strutturale;**
- Nuova **analisi modale;**

3- Lavoro nella WIP Strutture

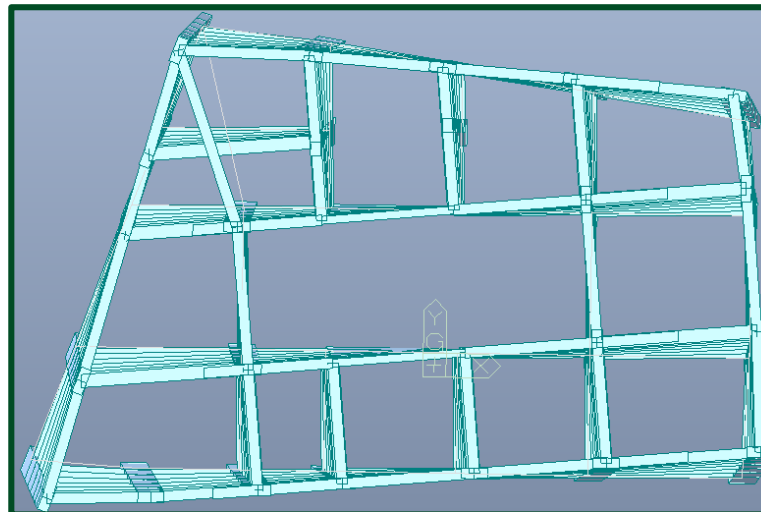
Riguardo l'analisi modale nuova ovviamente ,l'inserimento delle pareti, ha comportato la variazione del comportamento e dei modi:

EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period (sec)	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)		
1	6.8404	1.0887	0.9185	7.5425e-104
2	10.2267	1.6276	0.6144	1.9658e-095
3	14.2671	2.2707	0.4404	1.8896e-087
4	22.2069	3.5343	0.2829	1.7711e-078
5	33.2854	5.2975	0.1888	7.9208e-071
6	42.5063	6.7651	0.1478	2.5536e-065
7	55.8871	8.8947	0.1124	1.2170e-059
8	63.2601	10.0682	0.0993	1.2335e-057
9	67.7608	10.7845	0.0927	2.1081e-056

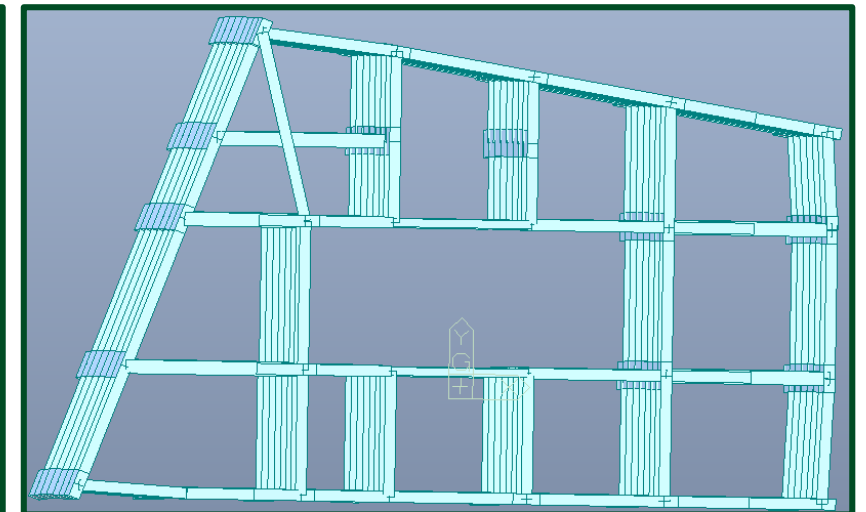
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0226	0.0226	87.4596	87.4596	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6498	0.6498
2	0.0127	0.0353	0.6468	88.1063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	86.0916	86.7415
3	77.2964	77.3317	0.0348	88.1411	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0150	86.7565
4	0.0199	77.3516	8.6177	96.7588	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0692	86.8256
5	0.0020	77.3536	0.0789	96.8376	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9.0953	95.9210
6	0.0000	77.3536	2.0265	98.8642	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0286	95.9496
7	15.1644	92.5180	0.0009	98.8651	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0077	95.9573
8	0.0101	92.5281	0.0340	98.8991	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.5445	98.5017
9	0.0099	92.5379	0.6699	99.5690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0242	98.5259



1° MODO lungo y



2° MODO torsionale



3° MODO lungo x

3- Lavoro nella WIP Strutture

Pertanto sono state svolte sempre su MidasGen tutte le verifiche, in accordo alle norme vigenti, su:

- **Verifiche SLD → OK;**

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.005														
Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
CQC_S	8F	3.10	1.00	0.0050	78	0.0011	0.0011	0.0003	OK	0.0011	0.0011	1.0066	0.0003	OK
CQC_S	7F	3.70	1.00	0.0050	67	0.0014	0.0014	0.0004	OK	0.0014	0.0014	1.0053	0.0004	OK
CQC_S	6F	3.70	1.00	0.0050	59	0.0015	0.0015	0.0004	OK	0.0015	0.0015	1.0066	0.0004	OK
CQC_S	5F	3.70	1.00	0.0050	45	0.0016	0.0016	0.0004	OK	0.0016	0.0016	1.0079	0.0004	OK
CQC_S	4F	3.70	1.00	0.0050	35	0.0017	0.0017	0.0005	OK	0.0017	0.0017	1.0091	0.0004	OK
CQC_S	3F	3.70	1.00	0.0050	23	0.0016	0.0016	0.0004	OK	0.0016	0.0016	1.0104	0.0004	OK
CQC_S	2F	3.70	1.00	0.0050	4	0.0014	0.0014	0.0004	OK	0.0013	0.0013	1.0120	0.0004	OK
CQC_S	1F	6.70	1.00	0.0050	1	0.0012	0.0012	0.0002	OK	0.0012	0.0012	1.0166	0.0002	OK
CQC_S	8F	3.10	1.00	0.0050	86	0.0001	0.0001	0.0000	OK	0.0001	0.0001	0.9330	0.0000	OK
CQC_S	7F	3.70	1.00	0.0050	75	0.0002	0.0002	0.0000	OK	0.0001	0.0001	3.4294	0.0000	OK
CQC_S	6F	3.70	1.00	0.0050	64	0.0002	0.0002	0.0001	OK	0.0001	0.0001	3.9628	0.0000	OK
CQC_S	5F	3.70	1.00	0.0050	53	0.0003	0.0003	0.0001	OK	0.0001	0.0001	4.3766	0.0000	OK
CQC_S	4F	3.70	1.00	0.0050	42	0.0003	0.0003	0.0001	OK	0.0001	0.0001	4.8073	0.0000	OK
CQC_S	3F	3.70	1.00	0.0050	31	0.0004	0.0004	0.0001	OK	0.0001	0.0001	5.4118	0.0000	OK
CQC_S	2F	3.70	1.00	0.0050	16	0.0004	0.0004	0.0001	OK	0.0001	0.0001	6.3913	0.0000	OK
CQC_S	1F	6.70	1.00	0.0050	15	0.0005	0.0005	0.0001	OK	0.0001	0.0001	10.2040	0.0000	OK

- **Verifiche di Regolarità →NON Regolare;**

Story	Lower Story Stiffness		Story Stiffness Ratio	Remark
	1.1K (Lower)	0.7K (Lower)		
8F	1014.31	645.47	0.101	Irregular
7F	920.85	586.00	0.101	Irregular
6F	862.64	548.95	0.067	Regular
5F	847.72	539.46	0.018	Regular
4F	891.70	567.44	-0.049	Regular
3F	1049.33	667.76	-0.150	Regular
2F	2166.63	1378.76	-0.516	Irregular
1F	0.00	0.00	0.000	Regular
8F	1014.31	645.47	0.101	Irregular
7F	920.85	586.00	0.101	Irregular
6F	862.64	548.95	0.067	Regular
5F	847.72	539.46	0.018	Regular
4F	891.70	567.44	-0.049	Regular
3F	1049.33	667.76	-0.150	Regular
2F	2166.63	1378.76	-0.516	Irregular
1F	0.00	0.00	0.000	Regular

- **Verifiche di Torsio-Deformabilità →Torsio-deformabile;**



3- Lavoro nella WIP Strutture

Successivamente ,nota la tipologia strutturale, si è passati al calcolo del **fattore di struttura** da utilizzare nell'analisi come indicato da normativa :

[NTC2008]

Fattore di Struttura

$$q = k_w \cdot k_r \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \cdot q_0 = 2,4$$

$$0,5 \leq \frac{(1 + \alpha_0)}{3} \leq 1$$

$$\alpha_0 = \frac{32m}{5m} = 6,4$$

Da cui si ha che :

$$\alpha_0 = 6,4 \rightarrow k_w = 1$$

Struttura non regolare in altezza da cui si ha che :
 $k_r = 0,8$

IPOTESI DI ANALISI :

- È stata scelta sempre una **C.d.B.**
- **Trascurata torsio-deformabilità** dell'edifici

Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0 \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Le strutture a pareti estese debolmente armate devono essere progettate in CD "B". Strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica composti, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD"B" a meno che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_u / α_1 :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_u / \alpha_1 = 1,3$

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale $\alpha_u / \alpha_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$

3- Lavoro nella WIP Strutture

Nota quindi il fattore di struttura si è proceduto sul software MidasGen2017 a settare quanto precedentemente definito e quanto occorre per effettuare **l'analisi e il design**.

Concrete Design Code

Design Code : Eurocode2:04

National Annex : Italy

Apply NTC NTC2008

Apply Special Provisions for Seismic Design

Strut Angle for Shear Resistance : 45 Deg

Effective Creep Ratio (Phi_ef) : 2.14

Slenderness Limit
 $\text{Lambda_lim} = 20 * A * B * C / \text{sqrt}(n)$

A : 0.7 Calculate by Program

B : 1.1

C : 1 Calculate by Program

Beam-Column Joint Design Gamma_rd 1.2

Strong Column Weak Beam
 $\text{SUM}(M_{Rc}) > 1.1 * \text{SUM}(M_{Rb})$

Select Ductility Class

CD'A' (High Ductility)

CD'B' (Medium Ductility)

Shear Force for Design (Gamma_rd)

Beam 1 Column 1.1 Wall 1.2

Secondary Seismic Element None

Friction Coefficient for Wall Sliding : 0.6

Torsion Design

Moment Redistribution Factor for Beam : 1

Consider Shear Strength of Concrete for Checking

Wall Column/Brace

OK Close

Si sono quindi **verificati gli elementi** e successivamente si sono **disposte delle armature** conformemente :

- alle **sollecitazioni** derivanti dall'analisi secondo le combinazioni sismiche e allo SLU;
- ai **limiti prescritti da normativa NTC08 e EC**.

CODE DESIGN { Beam Design
Column Design
Wall Design



CODE CHECK { Beam Check
Column Check
Wall Check



- tipologie di armature per le travi
- tipologie di armature per i pilastri
- tipologie di armature per i muri

Si riportano alcuni di quelli che sono stati gli output del calcolo strutturale ottenuto con MidasGen relativamente a travi , pilastri e muri:

■ Beam Property

		Rebar		End(I)		Center		End(J)	
m a i n	Top	1	4	P20	2	P20	5	P20	
		2	0	P20	0	P20	0	P20	
	Bot	2	0	P20	0	P20	0	P20	
		1	2	P20	2	P20	3	P20	
Stirrup		P8	2	@ 60	3	@ 120	2	@ 60	
Skin			0		0		0		

Rebar	Data
Vertical	P22 @ 300
Horizontal	P14 @ 100
<input checked="" type="checkbox"/> End	8 P14 @ 100
BE Horizontal	@ 200

Concrete Face to Center of Rebar(dw, de) : 0.03 , 0.03 m

Use Model Thickness 0.400 m

■ Wall Property

■ Column/Brace Property

		Rebar		Data	
Main	Numbers	20		P26	
	Rows	5			
	Corner	<input type="checkbox"/>		P26	
Ties/ Spirals	End(I & J)	y	3	P10	
		z	3		
	Center(M)	y	3	P10	
		z	3		

End(I & J)

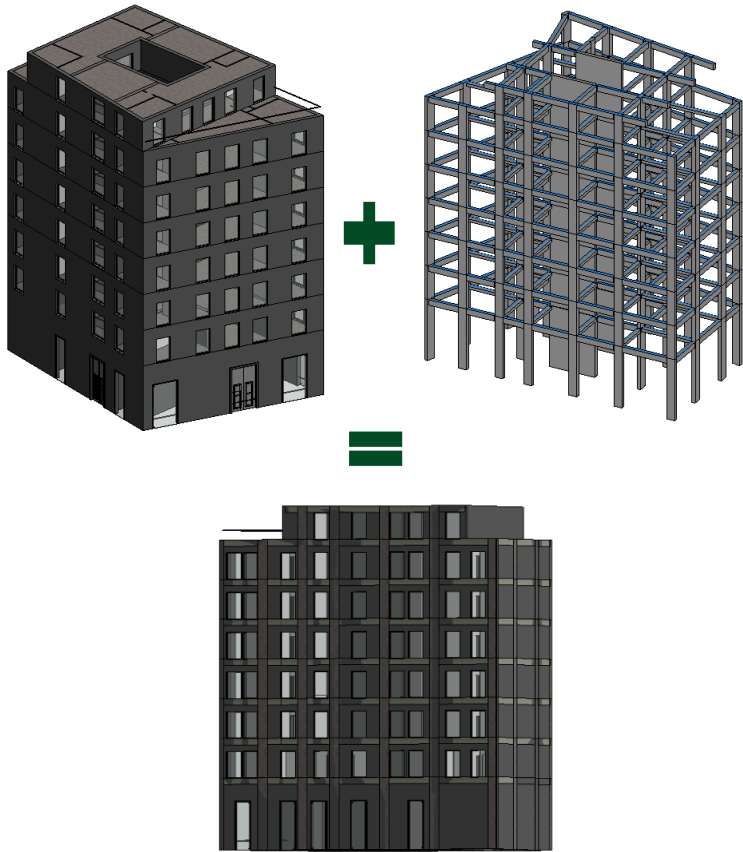
Center(M)

Relativamente ai muri va aggiunto che sono stati scelti determinati **spessori** in funzione delle verifiche strutturali:

- Primo piano → 0,5m
- Piani successivi → 0,4m

Link dei Modelli

In seguito alla fase di modellazione sia architettonica che strutturale, pervenuti alle versioni definitive, si procede ad effettuare il **link tra i modelli**, dato che inizialmente il lavoro era stato suddiviso in questo modo :



- 1) creazione dei sub-modelli partendo da un file iniziale **“Modello Master”** di riferimento che viene duplicato 2 volte (3 modelli totali).

Modello Master	18/05/2017
Disciplina Strutturale	18/05/2017
Disciplina Architettura	18/05/2017

- 1) Creazione di un **sistema di coordinate** condiviso nel **“Modello Master”**, prima della condivisione e assegnazione dei sub-modelli ai Team di progetto.
- 2) Creazione di punti e/o linee di riferimento per la verifica di allineamento tra i sub-modelli.

Effettuando il link tra il modello architettonico e strutturale in Revit2017 si determina così un modello che si definisce **MASTER o CONTENITORE** che viene anche sottoposto all'analisi e alla risoluzione delle **interferenze fra i due modelli** così da poter valutare eventuali modifiche.

Modifiche che sono state effettuate come si vedrà analizzando singolarmente ogni interferenza e decidendo per ognuna di esse un'operazione possibile tra quelle concesse :

Nome	Stato	Interfe...	Nuovo	Attivo	Rivisto	Approv...	Risolto
------	-------	------------	-------	--------	---------	-----------	---------

Analisi delle interferenze

Quindi a valle della modellazione sia architettonica che strutturale si è ritenuto indispensabile effettuare **l'analisi delle interferenze fra i due modelli** così da poter valutare eventuali modifiche. Per fare questo tipo di analisi si è utilizzato «**Navisworks Manage 2017**».

Dopo aver caricato nel software i due modelli più aggiornati si è effettuata la «clash detection»

Clash Detective

Verifica 1

Ultima esecuzione: giovedì 15 giugno 2017 15:54:05
Interferenze - Totale: 925 (Aperte: 925 Chiusure: 0)

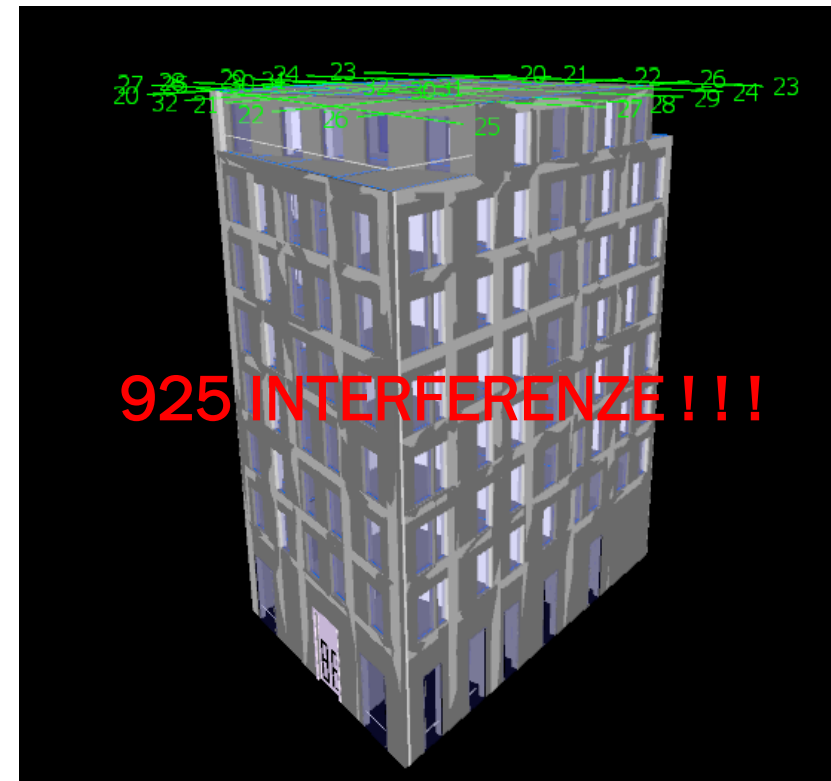
Nome	Stato	Interfe...	Nuovo	Attivo	Rivisto	Approv...	Risolto
Verifica 1	Fine	925	925	0	0	0	0

Aggiungi test Ripristina tutto Comprimi tutto Elimina tutto Aggiorna tutto

Regole Selezione Risultati Rapporto

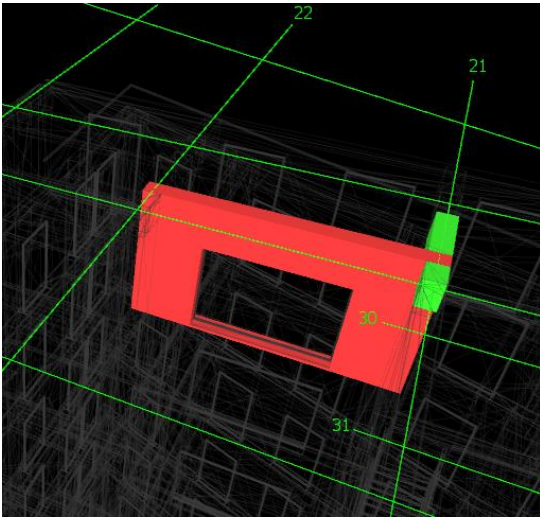
Nome	Stato	Livello	Intersezione di griglia	Trovato
Interferenza1	Nuovo	Piano Intermedio 3 al...	27-32	15:54:05 15-06-
Interferenza2	Nuovo	intermedio Piano 7-8	22(-)-24	15:54:05 15-06-
Interferenza3	Nuovo	intermedio Piano 7-8	21(1)-24	15:54:05 15-06-
Interferenza4	Nuovo	Secondo Piano	22-24	15:54:05 15-06-
Interferenza5	Nuovo	Secondo Piano	22-27	15:54:05 15-06-
Interferenza6	Nuovo	Secondo Piano	21-24	15:54:05 15-06-
Interferenza7	Nuovo	Secondo Piano	21-27	15:54:05 15-06-
Interferenza8	Nuovo	intermedio Piano 7-8	21-28	15:54:05 15-06-
Interferenza9	Nuovo	Ottavo Piano	27-32	15:54:05 15-06-
Interferenza10	Nuovo	Piano Terra	25-26	15:54:05 15-06-
Interferenza11	Nuovo	Piano Terra	20-25	15:54:05 15-06-

Nome	Stato	Interfe...	Nuovo	Attivo	Rivisto	Approv...	Risolto
Verifica 1	Fine	925	925	0	0	0	0

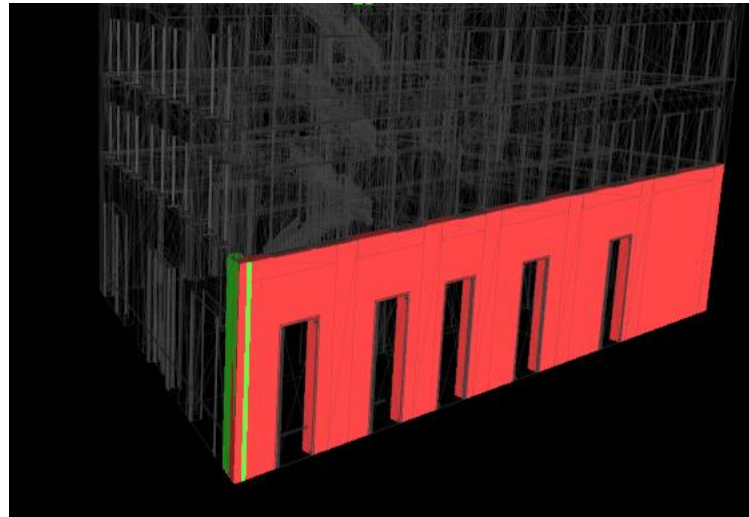


Analisi delle interferenze

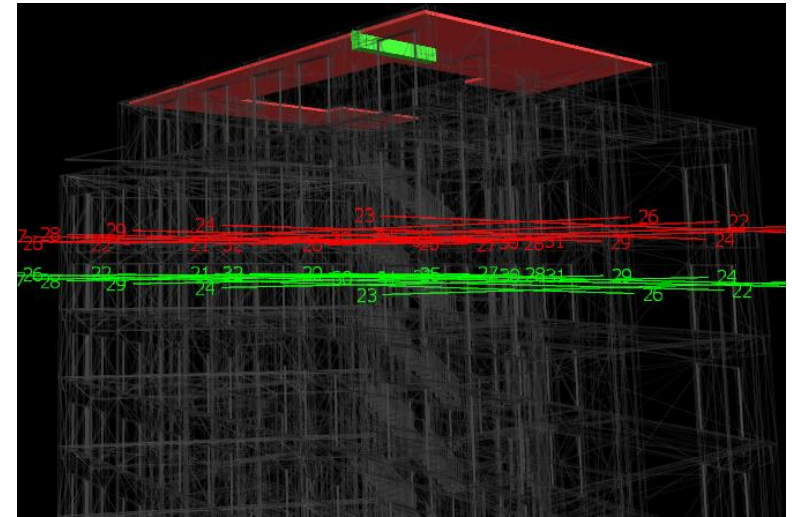
Di tutte le **925 interferenze** la maggior parte di esse verranno *riviste ed approvate* perché riconosciute come ininfluenti ai fini del raggiungimento dello scopo di questa fase progettuale, in quanto dovute per lo più ad incongruenze di carattere grafico come:



Interferenza muro architettonico-trave



Interferenza muro architettonico-pilastro



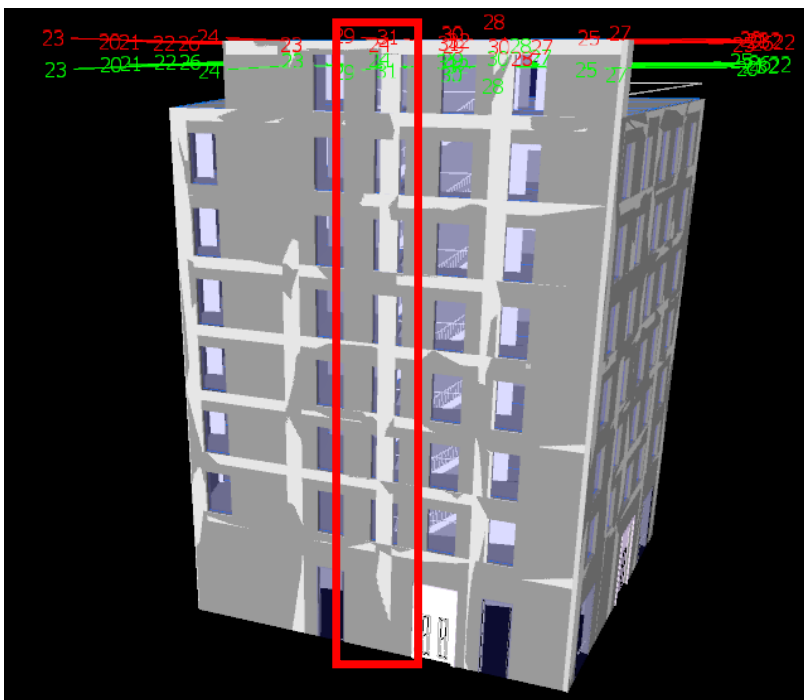
Interferenza solaio architettonico-trave in copertura

Successivamente quindi si riporta qualche esempio di interferenza risolta e approvata molto importante relativamente a :

1. Interferenza pilastrata-finestre prospetto nord(vano scala);
2. Interferenza pilastrata-finestre prospetto sud.

Analisi delle interferenze

Si terrà conto, d'altra parte, di quelle che più incidono sulla funzionalità dell'edificio effettuando le dovute modifiche come:



Interferenza pilastrata-finestre vano scala

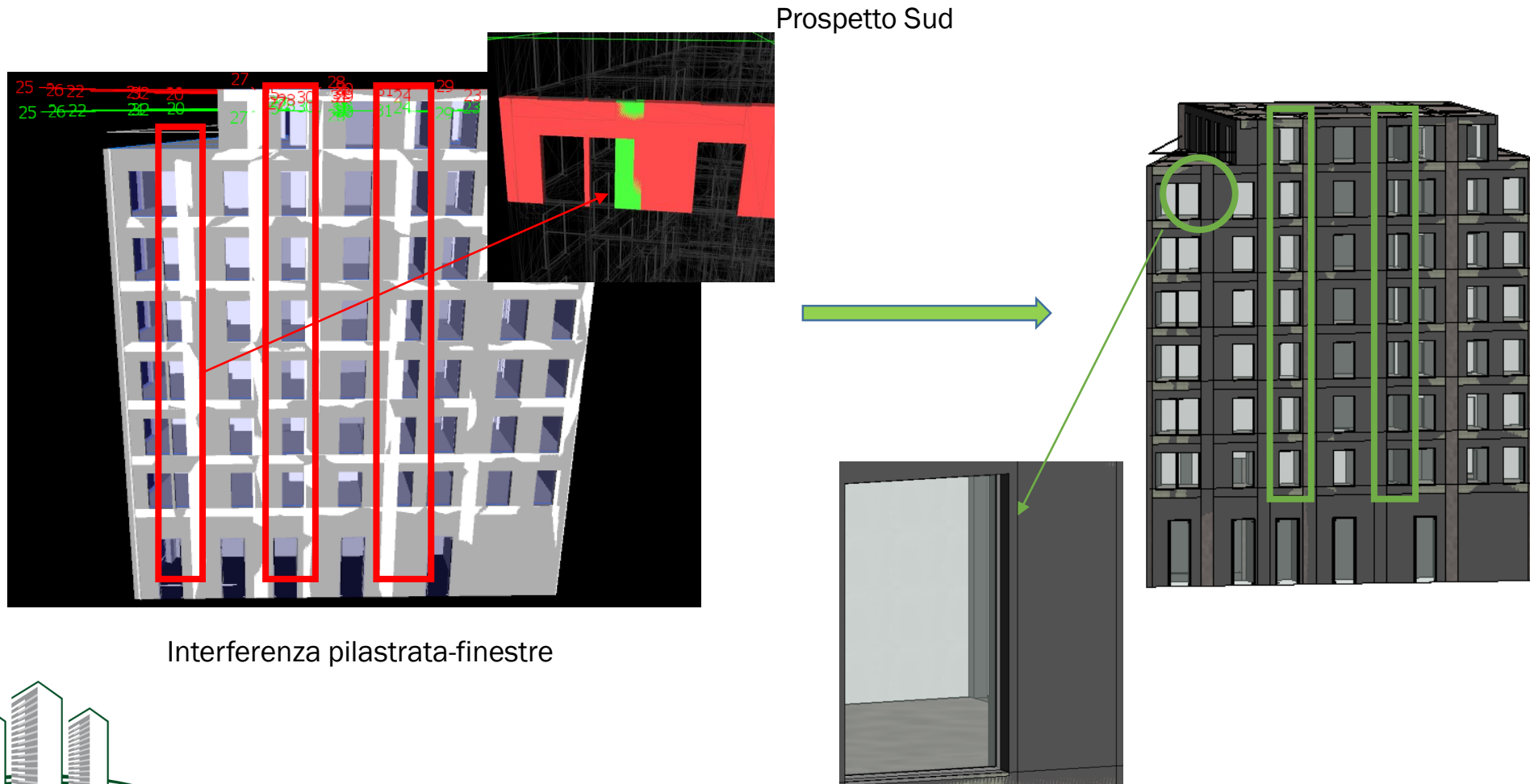
Prospetto Nord



Eliminazione finestre coincidenti con pilastrata ed aumento di dimensioni di quella adiacente

Analisi delle interferenze

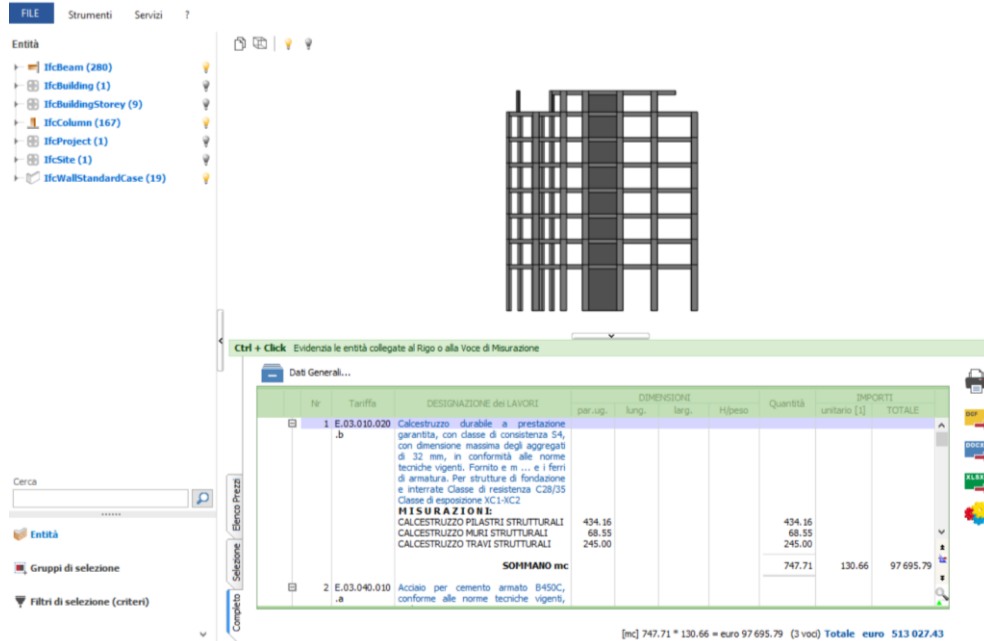
Si terrà conto, d'altra parte, di quelle che più incidono sulla funzionalità dell'edificio effettuando le dovute modifiche come:



Computo Metrico Estimativo

PriMus-IFC

Computo da IFC



The screenshot displays the software interface with a 3D structural model of a building on the left and a detailed cost breakdown table on the right. The table is titled 'Dati Generali...' and includes columns for 'Nr.', 'Tariffa', 'DESIGNAZIONE DEI LAVORI', 'DIMENSIONE' (with sub-columns for 'par.ug.', 'lung.', 'larg.', 'H/mese'), 'Quantità', 'IMPORTI UNITARIO (€)', and 'TOTALE'. The table lists two items: '1 E.03.010.020' for concrete work and '2 E.03.040.010' for steel reinforcement. A summary row at the bottom shows a total of 513,027.43 euros.

Nr.	Tariffa	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONE			Quantità	IMPORTI	
			par.ug.	lung.	larg.		UNITARIO (€)	TOTALE
1	E.03.010.020	Calcestruzzo durabile a prestazione garantita, con classe di resistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm, in conformità alle norme tecniche vigenti. Fornita e in ... e i ferri di armatura. Per strutture di fondazione e interrate Classe di resistenza C28/35 Classe di esposizione XC1-XC2						
		MISURAZIONE:						
		CALCESTRUZZO PILASTRI STRUTTURALI	434.16			434.16		
		CALCESTRUZZO MURI STRUTTURALI	68.55			68.55		
		CALCESTRUZZO TRAVI STRUTTURALI	245.00			245.00		
		SOPRANO mc				747.71	130.66	97.695.79
2	E.03.040.010	Acciaio per cemento armato B450C, conforme alle norme tecniche vigenti,						
[mc] 747.71 * 130.66 = euro 97.695.79 (3 voci) Totale euro 513.027.43								

Infine è stata condotta una valutazione economica in via semplificativa caricando il file *ifc afferente al nostro modello strutturale e successivamente definendo un **computo metrico estimativo** per la sola parte strutturale.

Quest'ultimo è stato ottenuto in alcune **ipotesi** :

- è stata **trascurata la presenza delle casseformi**;
- è stata scelto un valore dell'**incidenza delle armature** di 250kg/mc;
- le quantità in esame sono state ottenute mediante la determinazione degli **abachi delle quantità** su Revit e tramite uno studio analitico delle grandezze in esame relative alle unità di misura delle voci di computo.

Pertanto sono stati riportati direttamente le grandezze totali che moltiplicate per il costo unitario hanno fornito la il costo relativo alla voce in esame;

- le voci di costo sono relative al **Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2016 pubblicato** sul BURC n. 48 del 18 Luglio 2016 è stata pubblicata la Delibera della Giunta Regionale n. 359 del 13.07.2016 ad oggetto "L.R. 27 febbraio 2007, n. 3 - Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2016".
- Dalla clash detection risulta che se si facesse anche un computo estimativo relativo al modello architettonico alcune delle interferenze che si sono trascurate, relative alle intersezioni dei muri architettonici con elementi strutturali, per il livello di progettazione considerato ai fini dell'autorizzazione sismica, dovrebbero essere risolte. Questo perché potrebbero comportare un surplus di computazione delle tamponature con un aggravio nella spesa architettonica totale.

Computo Metrico Estimativo

Per cui si mostra di seguito il **computo metrico estimativo** per la sola parte strutturale:



Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				IMPORTI		
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	LAVORI A MISURA							
1 E.03.010.020 .b	Calcestruzzo durabile a prestazione garantita, con classe di consistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm, in conformità alle norme tecniche vigenti. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Sono esclusi le casseforme e i ferri di armatura. Per strutture di fondazione e interrate Classe di resistenza C28/35 Classe di esposizione XC1-XC2 CALCESTRUZZO PILASTRI STRUTTURALI CALCESTRUZZO MURI STRUTTURALI CALCESTRUZZO TRAVI STRUTTURALI					434,16 68,55 245,00		
	SOMMANO mc					747,71	130,66	97'695,79
2 E.03.040.010 .a	Acciaio per cemento armato B450C, conforme alle norme tecniche vigenti, tagliato a misura, sagomato e posto in opera, compresi gli sfridi, le legature, gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Acciaio in barre INCIDENZA ARMATURE MURI STRUTTURALI INCIDENZA ARMATURE PILASTRI STRUTTURALI INCIDENZA ARMATURE TRAVI STRUTTURALI					17'137,50 108'500,00 61'250,00		
	SOMMANO kg					186'887,50	1,43	267'249,13
3 E.04.010.010 .d	Solaio a struttura mista in cemento armato e laterizio, per strutture piane, realizzato con elementi singoli di laterizio accostati tra loro in opera per la formazione delle nervature resistenti parallele e soletta di calcestruzzo armato dello spessore di 5 cm., con calcestruzzo di resistenza caratteristica C25/30 e acciaio B450C. Compresi e compensati nel prezzo l'armatura di acciaio, inserita nelle nervature e prolungata nelle travi, a copertura dei momenti positivi, i monconi in acciaio, a copertura del taglio e dei momenti negativi, Compresi, altresì, l'onere della posa in opera, il puntellamento l'armatura di ripartizione nella soletta superiore (rete elettrosaldata diametro 6 mm, maglia 20x20cm.), nonché le armature dell'eventuale nervatura di ripartizione trasversale. Compresi, altresì, l'onere della posa in opera, il puntellamento provvisorio, le casseforme continue e le armature di sostegno di qualunque tipo, natura, forma e specie, fino ad un'altezza di 4,0 m al piano di appoggio, l'onere per i getti di solidificazione, in opera, della soletta superiore, delle fasce piane e della nervatura trasversale di ripartizione, l'onere per il costipamento del calcestruzzo a mano e con vibratore meccanico, lo spianamento del calcestruzzo, il tiro in alto e il calco, le bagnature, il disarmo, le prove statiche e le verifiche previste dalle vigenti norme in materia e quant'altro occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Per superficie misurata dai bordi interni dei cordoli o travi di appoggio dei solai. Altezza totale 30 cm SOLAIO LATERO-CEMENTO					1'914,20 1'914,20	77,36	148'082,51
	SOMMANO mq							
	Parziale LAVORI A MISURA euro							513'027,43
	TOTALE euro							513'027,43
	NAPOLI, 15/06/2017							
	A RIPORTARE							513'027,43

COMMITTENTE: