

Relazione Tecnica delle Strutture



1. Considerazioni preliminari

L'approccio metodologico con cui è stato affrontato il progetto del polo scolastico è caratterizzato dall'integrazione all'interno del processo di varie componenti pluridisciplinari. In riferimento alla progettazione strutturale risultano determinanti per la scelta della tipologia migliore da utilizzare le analisi rispetto alle componenti climatiche, la geologia del territorio, la valutazione del rischio sismico dell'area e l'approvvigionamento dei materiali da costruzione.

In relazione alla geologia del territorio dell'area di progetto, il PAI non evidenzia particolari rischi di carattere geomorfologico e idrogeologico.

I dati relativi alla formazione del sottosuolo evidenziano la presenza di una formazione denominata *calcarenite bioclastica quaternaria*, una conformazione del substrato tipica della piana di Palermo e presente nella maggior parte dell'area urbana.

Dal punto di vista idrografico l'unica criticità è data dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche stradali che, in occasione di eventi atmosferici molto intensi, non riesce ad assorbire la portata degli eventi.

In relazione al rischio sismico l'area palermitana è classificata come “zona 2 – Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti”. L'area è caratterizzata dalla presenza in mare della zona del margine siculo-tirrenico, che da vita a terremoti generalmente di lieve entità, ad eccezione degli eventi avvenuti nel 1726, 1823 e 1940.

L'area di progetto risulta collocata in una posizione strategica in quanto si trova a margine della maglia storica di Mondello, in diretto collegamento con Viale Venere e Viale Margherita di Savoia, che permettono veloci collegamenti sia alla città di Palermo, sia alla rete autostradale della regione.

In considerazione di ciò, la futura area di cantiere consente agevolmente il trasporto di materiali e di sistemi costruttivi prefabbricati senza ostacolare il sistema viario.

Seguendo quindi i principi in materia di edilizia sostenibile la scelta dei materiali per la realizzazione della struttura ricade su elementi che siano formati direttamente da materie prime o di seconda lavorazione.

Queste scelte, come espresse successivamente, sono frutto di un'ottica ampia e strategica, che valuta l'approvvigionamento, la costruzione, l'utilizzo ed il successivo smaltimento e riciclaggio del materiale.

2. Principi generali

La progettazione strutturale del polo scolastico mira alla realizzazione di edifici in grado di fornire prestazioni elevate sia in fase di realizzazione che di gestione, proponendosi di ottenere, attraverso l'approccio descritto successivamente, i seguenti obiettivi:

1. Il conseguimento di un elevato livello di sicurezza, utilizzando la tecnologia più appropriata ed in grado di fornire il miglior rapporto costi/benefici, tenendo conto delle specificità dell'edificio e del sito di intervento. Il progetto strutturale infatti tiene conto delle peculiarità e dei fattori di pericolosità del sito, misurandosi con la destinazione d'uso dell'opera per garantire un appropriato livello di sicurezza strutturale. Considerando che la destinazione scolastica (visto il significativo affollamento) richiede il conseguimento di performance sismiche più elevate rispetto a quelle solitamente ottenute per gli edifici ordinari e visto che la pericolosità sismica, nel caso specifico, si caratterizza per accelerazioni di picco al suolo molto significative. (pari a circa 0.30 g), l'edificio è stato concepito con una particolare attenzione agli aspetti di protezione sismica, attraverso una progettazione che garantisca il superamento di eventi, anche distruttivi, subendo, al più, danni minimi e comunque rapidamente riparabili (classe III, D.M. 14 Gennaio 2008), mantenendo sempre la piena funzionalità, anche in occasione dell'immediato post-sisma;
2. Libertà architettonica, consentendo una disposizione delle funzioni non vincolata alla posizione delle strutture verticali, adottando sistemi differenti a seconda degli ambienti da realizzare, mantenendo una completa flessibilità legata all'uso di strutture miste a pannelli e telaio nel caso del plesso scolastico e a struttura in cemento prefabbricata nel caso di auditorium e palestra;
3. La minimizzazione dei tempi di cantiere mediante l'impiego di soluzioni prevalentemente prefabbricate e con assemblaggio totalmente a secco, in modo da ridurre i tempi di posa e consentire un risparmio idrico;
4. Il conseguimento di un processo edilizio efficiente di elevata durabilità, resiliente e sostenibile mediante l'impiego di soluzioni che adoperano materiali riciclabili al 100%, i quali consentono, attraverso l'assemblaggio a secco, un risparmio idrico in fase di posa ed eventualmente lo smontaggio e il riutilizzo. Tutto ciò al fine di ottenere lo sviluppo di un ciclo di vita strutturale sostenibile, con consumo di CO₂ minimo;

5. La realizzazione di un sistema strutturale totalmente integrato con i sistemi impiantistici verticali e orizzontali ed in grado di conseguire, grazie all'impiego di materiali isolanti ed ignifughi, elevate performance termiche e di resistenza al fuoco;

In tale contesto, al fine di conseguire gli obiettivi su descritti, risulta centrale l'adozione di una strategia volta a creare un sistema di elementi portanti verticali ed orizzontali flessibili e facilmente adattabili all'articolata geometria in pianta dell'edificio.

Inoltre, per conseguire un elevato livello di sicurezza sismica, il sistema deve essere concepito in modo tale da minimizzare le masse strutturali, riducendo le forze orizzontali, e rendendo l'edificio efficiente sia in fase di esecuzione che di gestione, architettonicamente libero e rapidamente fruibile a seguito di un evento sismico, anche distruttivo.

Per arrivare alla decisione relativa alla tipologia strutturale da utilizzare, oltre che i principi generali sopra menzionati, sono stati anche presi in considerazione gli aspetti relativi alla geografia, al clima, alla reperibilità dei materiali e alle risorse disponibili nell'ambito regionale, attraverso il confronto con le scelte vincenti di altri interventi simili.

Quest'ultimo aspetto in particolare può essere molto utile per considerazioni in termini di efficienza, tempi di cantiere e previsione di costi.

Pertanto, l'opera è stata concepita con un sistema ingegnerizzato di profili sottili sagomati a freddo (*light gauge steel structures*).

Questo tipo di sistemi, per lungo tempo trascurati in abito Europeo, in realtà hanno trovato in passato ampia applicazione anche in zone caratterizzate da forte rischio sismico, come le aree più prossime alla faglia di Saint Andreas in California. L'uso delle strutture con profili sagomati a freddo ha trovato i suoi primi esempi sin dal 1850 negli Stati Uniti ed in Gran Bretagna dove è stato impiegato per l'edificazione di strutture anche di rilevanza pubblica come ad esempio il Virginia Baptist Hospital di Lynchburg, Virginia (USA) (1925), rappresentativo di un uso ancora primordiale della tecnologia e realizzato con murature portanti in mattoni ed impalcati con travetti in profili sottili a C accoppiati e bordi irrigiditi. Il vero inizio dello sviluppo tecnologico più moderno di questa tipologia strutturale si fa risalire all'applicazione per *housing* sviluppata negli USA nell'edificazione di 2500 strutture per i veterani di ritorno dalla II guerra mondiale nei primi anni '50.



Esempi di strutture realizzate con profili sagomati a freddo

Attualmente l'utilizzo delle strutture con profili sagomati a freddo sta diventando sempre più diffuso in Europa e sono stati realizzati di recente importanti progetti di ricerca e sviluppo finanziati dalla comunità europea che hanno dimostrato il notevole avanzamento tecnologico del sistema fra cui il progetto "Elissa" (*Energy Efficient Lightweight Sustainable SAfe Steel Construction*), così come significative applicazioni pratiche della tecnologia, fra cui, ad esempio gli edifici per la nuova scuola d'infanzia e primaria delle forze armate britanniche della base nato di Napoli.

L'edificio con struttura in profili sottili formati a freddo si caratterizza per alcune peculiarità tipiche del sistema che, sebbene ponga le sue radici nell'edilizia americana di oltre 100 anni fa, lo rendono altamente innovativo ed uno dei migliori per la realizzazione di edifici con un numero di piani in elevazione limitato. In particolare, le strutture in profili leggeri formati a freddo sono naturalmente molto efficienti sia dal punto di vista della rigidità che della resistenza e possono far affidamento sui seguenti vantaggi:

- Ampia varietà di sezioni strutturali;
- Stabilità dell'edificio anche in caso di ambienti umidità;
- Facile assemblaggio e smontaggio;
- Semplice integrazione dei servizi (tubazioni, cavi, scarichi) nei muri e nelle partizioni;
- Leggerezza;
- Elevate performance strutturali;
- Flessibilità d'impiego.

In aggiunta, usualmente le strutture in profili sottili sono molto competitive dal punto di vista dei costi perché la loro naturale leggerezza rende possibile la realizzazione di fondazioni dirette anche su terreni scadenti ed il fatto che siano assemblate completamente a secco conduce ad una forte riduzione dei tempi di cantiere con una conseguente minimizzazione

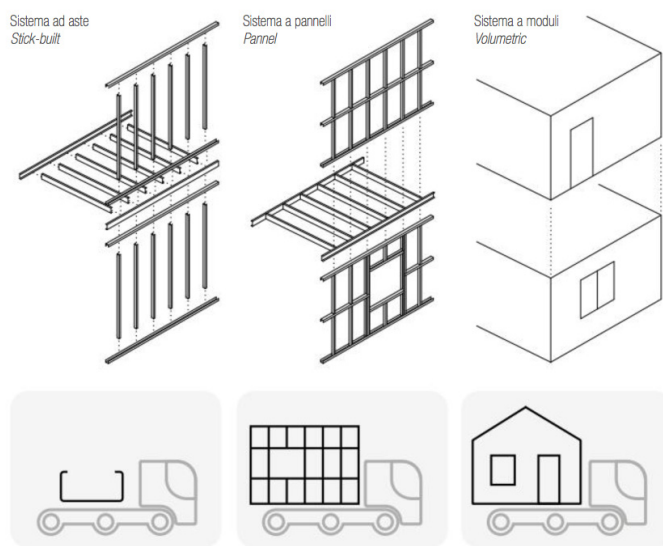
del rischio di ritardi di messa in opera. In aggiunta, la prefabbricazione degli elementi in officina rende il sistema efficiente, durevole e fortemente sostenibile. I vantaggi suddetti, al momento, hanno influenzato l'uso del sistema nelle zone in cui tradizionalmente venivano impiegati i sistemi a telaio leggero in legno (USA e Australia), nelle regioni con difficoltà climatiche (Europa del Nord) e nelle zone ad altissima sismicità (Giappone e Nuova Zelanda).



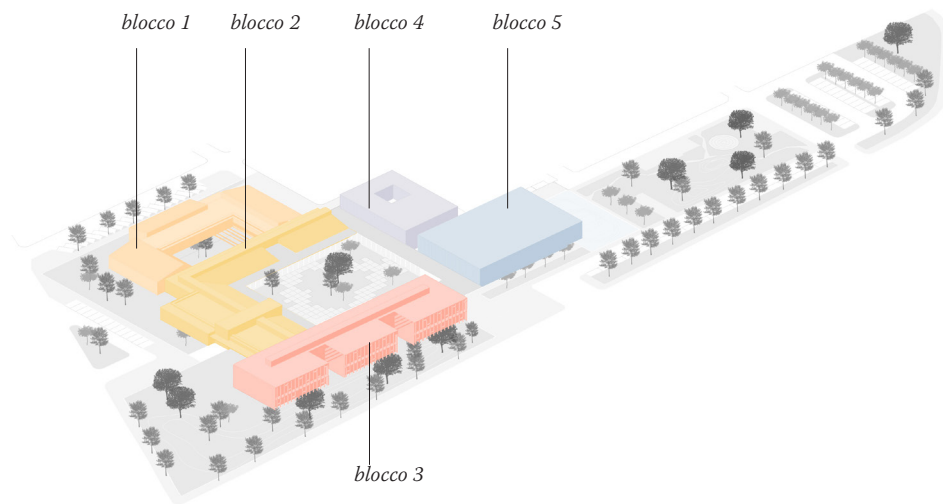
Scuola d'infanzia e primaria della base NATO di Napoli

3. Il progetto delle strutture

La struttura di un edificio con intelaiatura leggera in profili sottili formati a freddo è usualmente realizzata con l'impiego di tre ordini di elementi: i pannelli realizzati assemblando profili a C irrigiditi orditi in direzione verticale e rifiniti con pannellature di gesso-fibra, gli impalcati realizzati con un sistema fitto di travicelli a C o a doppio T e dei telai controventati realizzati con profili compatti per conferire alla struttura la necessaria stabilità laterale. In genere questi edifici possono essere realizzati con tecnologia on-site (*stick-built construction*), in cui tutti gli elementi vengono assemblati in cantiere senza far uso di particolari mezzi di sollevamento o con pre-assemblaggio in officina (*panelised construction*). Nel nostro caso, al fine di minimizzare il disturbo in ambiente urbano e per mantenere un'ampia libertà architettonica è stato utilizzato un sistema a secco misto. In questo modo potranno essere realizzate intere porzioni dal comportamento scatolare direttamente in fabbrica, mentre invece altre parti verranno assemblate completamente in opera di tipo *stick-built*. In questo modo sarà possibile attraverso l'aggiunta del processo industriale di produzione della struttura avere due flussi di produzione paralleli, ottimizzando al massimo i tempi di cantiere. In aggiunta, al fine di semplificare l'assemblaggio delle parti in opera, riducendo ulteriormente i costi, si provvederà a procedere con l'implementazione di un assemblaggio secondo la tecnica del “*Balloon Frame*”.



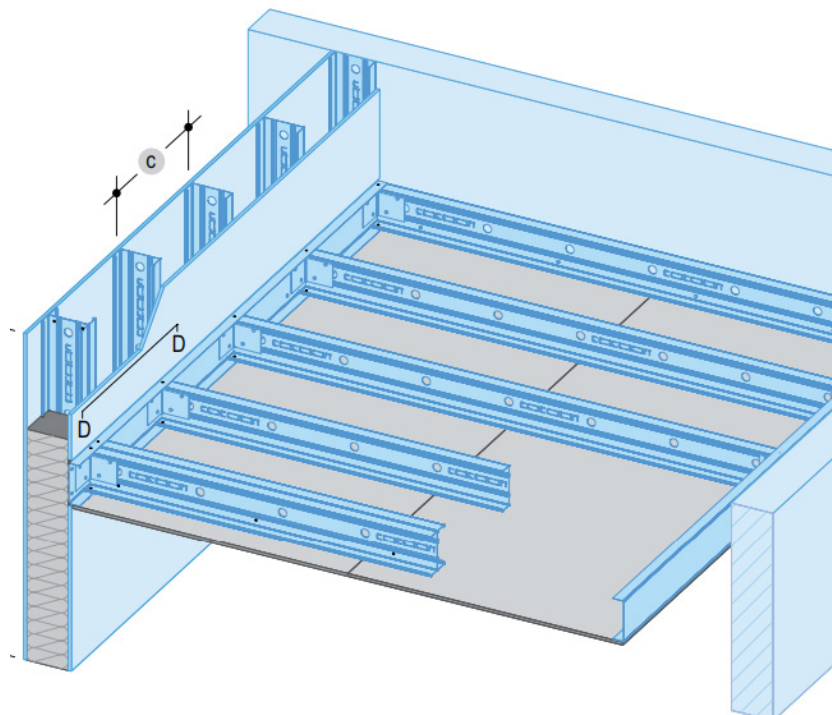
In questo sistema, le pareti sono mantenute continue dalla fondazione al tetto ed i solai sono connessi frontalmente alle colonne. I travetti del solaio sono fissati ad un elemento guida che è a sua volta fissato con viti auto-filanti ai profili-colonna delle pareti. I vantaggi del metodo risiedono nella possibilità di lavorare su ampie superfici, migliorando l'adattabilità e le tolleranze, così come la semplicità di allineamento verticale degli elementi.



Il progetto strutturale per il polo è stato realizzato suddividendolo in 5 corpi nel seguente modo:

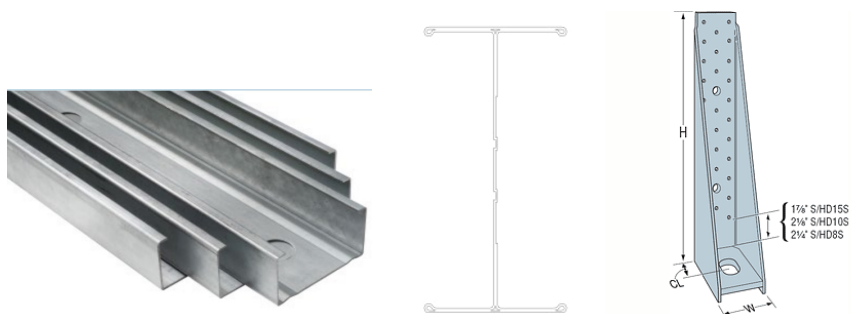
- blocco 1 - scuola dell'infanzia realizzato attraverso l'utilizzo di elementi prefabbricati (telaio e corpi scatolari);
- blocco 2 - scuola primaria, realizzato attraverso l'utilizzo di elementi prefabbricati (telaio e corpi scatolari);
- blocco 3 - scuola secondaria, realizzato attraverso l'utilizzo della tecnica del ballon frame;
- blocco 4 - centro civico, travi prefabbricate in cemento armato precompresso;
- blocco 5 - palestra, travi prefabbricate in cemento armato precompresso.

Oltre ai blocchi sopra evidenziati sarà realizzata sempre con profili in acciaio laminato a freddo anche la pensilina che verrà assemblata in cantiere.



Schema di assemblaggio solaio-parete con sistema Balloon frame

La struttura prevederà l'impiego di un numero ripetitivo di elementi impiegati per realizzare le varie parti dell'edificio scolastico: i) dei profili a C con bordi irrigiditi di dimensione 147x50x20x1.5 mm per realizzare i pilastri parete; ii) dei profili a doppio T realizzati con un'unica lamiera di spessore pari a 2 mm in acciaio S280GD piegata a freddo al fine di ottenere un elemento strutturale di altezza pari a 300 mm e larghezza pari a 150 mm. Questo elemento sarà utilizzato per realizzare impalcati, con luce massima fino a 7 m ed un sistema intelaiato trave-colonna, ove necessario per ragioni architettoniche di libertà degli spazi; iii) dei profili piatti 200x10 per realizzare in zone dei campi controventati; iv) delle piastre angolari di tipo *hold-down* per fissare le pareti alla soletta di fondazione.



Elementi tipo impiegati. Profili a C irrigiditi e profili a doppio T sagomati a freddo; hold-downs

L'edificio nel suo insieme sarà costruito poggiando il primo livello della struttura su una piastra di spessore pari a 60 cm, realizzando in spiccato dalle fondazioni un sistema continuo di pareti verticali (di 2 piani per la scuola media e di 1 piano per gli altri fabbricati) costituite dall'assemblaggio di profilati a C atti a conseguire uno spessore complessivo del pacchetto di elementi di parete di 300 mm. I profili verticali saranno posti ad interasse di 400 mm circa e, in corrispondenza delle aperture, per non perdere l'accoppiamento, si eseguiranno architravi con sistemi di travi reticolari e schemi a croce di sant'Andrea. Gli elementi di parete saranno fissati alla piastra di fondazione con angolari avvitati di tipo *hold-down* opportunamente dimensionati per trasferire i carichi orizzontali (trazione e taglio sull'*hold-down*) dalle facciate in fondazione.

Gli impalcati, similamente, saranno realizzati con sistemi di profili a doppio T affiancati, con interasse molto ridotto (400 mm), per ottenere un'adeguata rigidezza flessionale anche con luci di 7/8 m, rifiniti per conferire un opportuno irrigidimento di piano, con un pannello in gesso-fibra. I sistemi impiantistici saranno integrati con le strutture di impalcato eseguendo un'opportuna foratura delle anime dei profili in accordo alle necessità funzionali. Dove necessario le anime dei profili saranno opportunamente rinforzate con elementi tubolari saldati localmente.



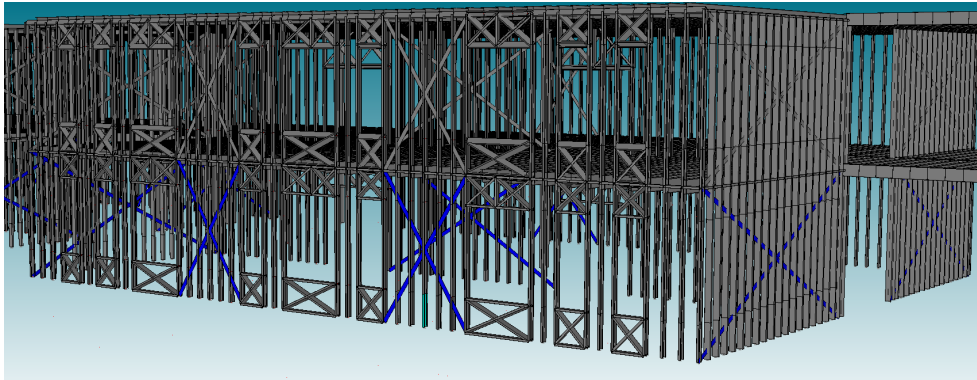
Tipica forometria di una struttura a telaio leggero

Il progetto preliminare delle strutture è stato verificato con una modellazione preliminare del blocco 3 (scuola secondaria, unico blocco su due livelli e quindi assimilabile al caso peggiore) dell'edificio considerando i seguenti carichi tipo:

- *Peso proprio strutturale dell'impalcato: 50 kg/mq;*
- *Peso proprio delle pareti: 25 kg/mq;*
- *Peso proprio degli elementi non-strutturali: 100 kg/mq;*
- *Carico variabile di calpestio: 300 kg/mq;*
- *Carico da neve: 50 kg/mq;*
- *Carico da vento caratteristico: 80 kg/mq;*
- *Cat. Sottosuolo tipo C;*
- *Coeff. D'uso 1.5 (Vita di Riferimento 75 anni);*
- *Classe di duttilità bassa ($q=1.5$)*

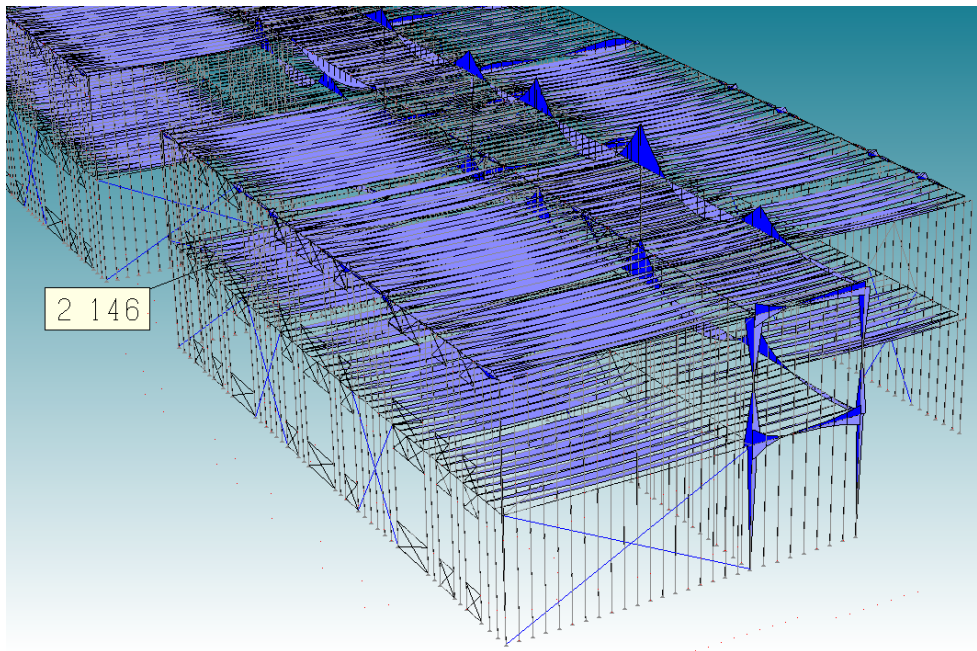
L'edificio, nel suo complesso, è stato modellato con il software di calcolo AMV Master-sap Top, definendo in maniera accurata lo schema di elementi costruttivi previsto in fase di predimensionamento. In particolare, le pareti sono state modellate implementando nel software un sistema di elementi pendolari a C con passo 400 mm e le travi come elementi in semplice appoggio. Sono state inoltre inserite opportune controventature per assorbire le azioni orizzontali. Lo schema adottato per i controventi è quello concentrico con sola diagonale tesa attiva. Quindi, in caso di sisma, si assume che la diagonale compressa instabilizzi e che l'unico contributo venga fornito dalla diagonale tesa.

L'analisi strutturale dell'edificio con le azioni di progetto su definite ha mostrato, nel complesso, un comportamento pienamente rispondente rispetto a quanto atteso. In effetti, l'edificio, dato il comportamento scatolare, non esibisce una rilevante suscettibilità alle deformazioni laterali mostrandosi, invece, molto rigido. Allo stesso modo, l'adozione di adeguate sezioni permette di superare facilmente le luci di 7 m, senza problemi di deformabilità e suscettibilità alle vibrazioni.

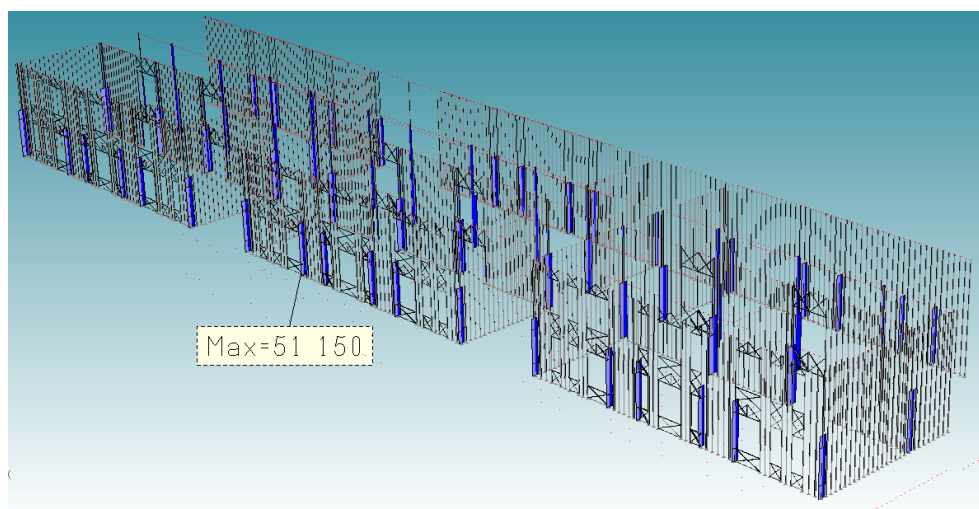


Controventature verticali

In particolare le travi mostrano sollecitazioni sostanzialmente di flessione secondo l'asse forte, lavorando praticamente in semplice appoggio sulle pareti. Le sollecitazioni di picco nelle travi di impalcato raggiungono all'incirca i 20 kNm, mentre nelle zone intelaiate si giunge a picchi di sollecitazione di circa 100 kNm che saranno assorbiti con opportuni rinforzi locali. Le pareti invece, grazie al sistema di controventi verticali offrono un comportamento pendolare (portano solo sforzi normali), mentre i controventi, grazie al piano rigido creato dai pannelli di gesso-fibra portano interamente le azioni orizzontali. Con questi schemi, molto vantaggiosi per la struttura di pannelli parete, le colonne sono sollecitate al massimo con carichi pari a 511 kN, soddisfacendo ampiamente i requisiti richiesti di resistenza.

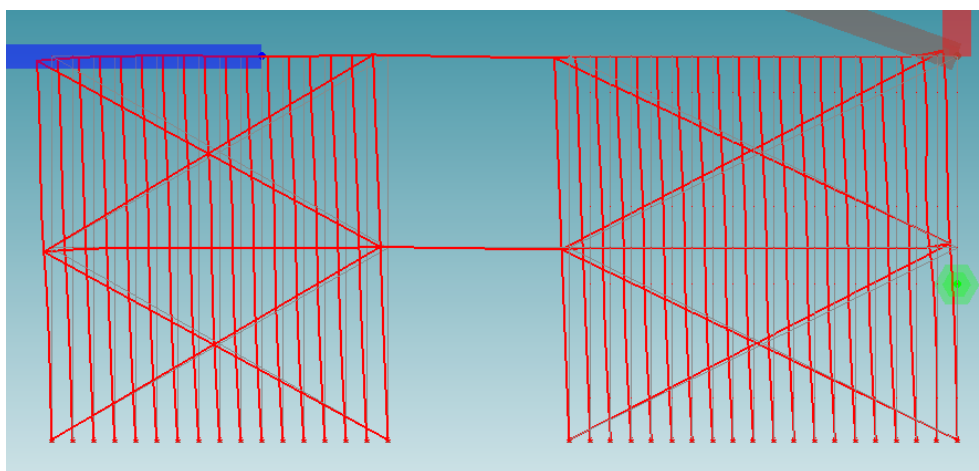


Sollecitazioni nelle travi di impalcato

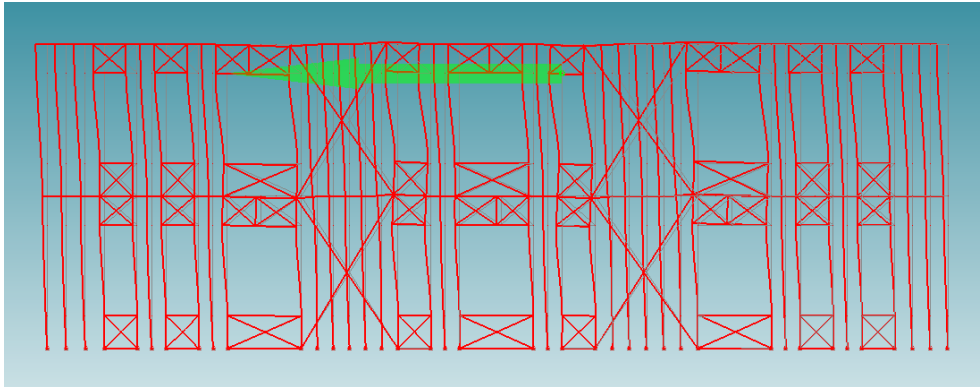


Sollecitazioni nelle colonne

Le deformazioni trasversali, sotto azioni sismiche allo stato limite ultimo, risultano molto ridotte, confermando l'elevata rigidezza strutturale conseguita grazie all'impegno di controventi a diagonale tesa attiva. In particolare, per sisma in direzione trasversale, l'edificio presenta spostamenti laterali di soli 33 mm, e per sisma in direzione longitudinale di 23 mm.

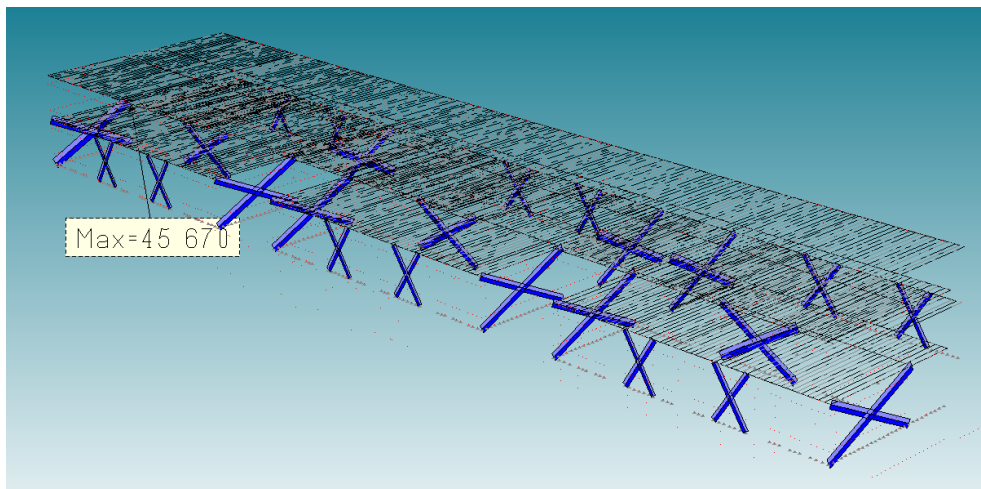


Sisma dir. Trasversale – Scala 10x



Sisma dir. Longitudinale – Scala 10x

I controventi risultano sollecitati, come atteso, a trazione semplice con forza massime di 456 kN, restando ampiamente entro i limiti di resistenza del profilo selezionato (200x100 mm).



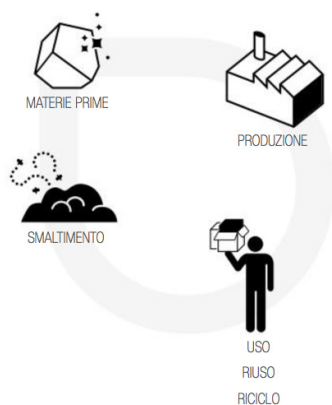
Sollecitazioni nei controventi

4. Sostenibilità ed economia circolare

Ad oggi, in Europa il settore edile e l'utilizzo delle costruzioni assorbe complessivamente la metà delle materie prime estratte e del consumo energetico, generando complessivamente un terzo dei rifiuti creati dall'intera comunità europea.

Diventa quindi sempre più fondamentale realizzare edifici che siano sostenibili durante tutte le varie fasi della loro realizzazione: a partire dalla fase progettuale, passando per la costruzione, fino ad arrivare al suo utilizzo, considerando anche il "fine vita" dell'edificio e i possibili riutilizzi dei materiali dismessi.

Attraverso il riutilizzo dei materiali è possibile inoltre aprire a nuovi sistemi di economia circolare andando a coinvolgere anche soggetti che non necessariamente siano legati al settore edile, come nel caso del progetto RICREA presente proprio in Sicilia e legato all'utilizzo dell'acciaio.



Anche la progettazione strutturale assume quindi un ruolo multidisciplinare dove non si tratta solo dell'analisi dei materiali e della realizzazione di strutture e pacchetti tecnologici altamente prestazionali, ma dove lo spettro d'indagine sarà ampliato all'intero ciclo di vita, che è più lungo del tempo in cui verrà mantenuto in uso.

Progettare in maniera sostenibile dal punto di vista strutturale diviene quindi non solo il ricercare il minor consumo energetico dell'edificio, ma rappresenta un processo più ampio in relazione all'intero ecosistema.

In considerazione di questo, la UNI 11277 specifica che nella valutazione dell'ecocompatibilità si devono considerare "diverse categorie di impatto delle varie fasi del ciclo di vita dell'edificio".

Il materiale selezionato per la realizzazione del nuovo polo rispetta quindi tutti questi aspetti di sostenibilità. L'acciaio (materiale più riciclato al mondo) infatti è una lega generata attraverso un primo ciclo integrale utilizzando le materie prime presenti in natura che, nei cicli successivi di utilizzo, mantiene una riciclabilità vicina al 100% (contro il 20% del cemento e il 13% del legno), non subendo delle perdite di prestazioni dei prodotti derivanti dal riciclo. Inoltre permette la possibilità di un assemblaggio a secco direttamente in cantiere riducendo il consumo di risorse idriche.

In conclusione si può assumere che in un ottica futura dove sarà sempre maggiore la presenza di edifici a ridotto consumo energetico durante il suo ciclo di vita, assumeranno sempre maggiore importanza, al fine di una maggiore sostenibilità progettuale, tutte le questioni legate alla fine del ciclo di vita e al riciclo per dare nuova vita al materiale.

5. Building Information Modeling

Il progetto BIM rappresenta lo strumento più innovativo per la gestione in un unico modello tridimensionale sia degli aspetti architettonici sia per arrivare a informazioni, tempi e gestione.

Il modello tridimensionale di output offre la possibilità di gestire quanto ricevuto dal progettista non solo nei nuovi formati imposti dalla tecnologia BIM (es. IFC) ma anche nei formati gestibili con i consueti software sicuramente in uso dalla committenza (cad e fogli di calcolo).

Per la parte strutturale si prevede di raggiungere il livello adeguato di LOD (Level di Development) di concerto con la committenza, facendo riferimento alla dettagliata descrizione dell'argomento fornita dalle recentissime norme UNI 11337.

Alla committenza sarà fornito un modello del progetto dove all'interno potrà navigare in tempo reale interrogandone le componenti, visualizzare le informazioni, dall'indicazione del fornitore, alle informazioni sulla posa e certificazioni di collaudo ed il successivo utilizzo durante il ciclo di vita dell'edificio.

6. Normativa di settore applicata

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.P.R n.380/2001 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia Edilizia)

- LEGGE REGIONALE 19 maggio 2003, n. 7 - Art. 32 (integrato dall'art. 76, comma 44, della L.R. 20/2003) Prevenzione rischio sismico
- D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni)
- Circolare 02/02/2009 n.617
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.

7. Stima dei Costi

Stima preliminare dei costi di costruzione delle strutture			
ARTICOLI	QUANTITA'	UNITARIO	TOTALE
FONDAZIONI PER STRUTTURA IN CFS			
Calcestruzzo non strutturale a prestazione garantita, in conformità alle norme tecniche vigenti. D max nominale dell'aggregato 30 mm, Classe di consistenza S4. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono escluse le casseforme. Classe di resistenza C12/15			
Magrone			
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 controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono esclusi le casseforme e i ferri di armatura. Per strutture di fondazione e interrato Classe di resistenza C25/30 Classe di esposizione XC1-XC2			
Platea			
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			
Acciaio per Platea			
MQ:	4480,00	150,00 €	672.000,00 €
FONDAZIONI PER STRUTTURA IN CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO			
Calcestruzzo non strutturale a prestazione garantita, in conformità alle norme tecniche vigenti. D max nominale dell'aggregato 30 mm, Classe di consistenza S4. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono escluse le casseforme. Classe di resistenza C12/15			
Magrone			
Calcestruzzo non strutturale a prestazione garantita, in conformità alle norme tecniche vigenti. D max nominale dell'aggregato 30 mm, Classe di consistenza S4. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono escluse le casseforme. Classe di resistenza C12/15			
Platea			
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			
Acciaio per Platea			
MQ:	960,00	250,00 €	240.000,00 €
STRUTTURE IN ACCIAIO SAGOMATO A FREDDO			
Parete composta da profili aperti a C pressopiegati laminati a freddo per la formazione dei montanti e delle traverse; con montanti in elementi di acciaio pressopiegati completi di attacchi superiori, inferiori e laterali per permettere la giunzione degli stessi; traversi di collegamento realizzati come sopradescritto completi di forature per il fissaggio mediante bullonatura agli elementi del montante; gli elementi di parete saranno fissati alla piastra di fondazione con angolari avvitati di tipo hold-down opportunamente dimensionati per trasferire i carichi orizzontali dalle facciate in fondazione.			
Orizzontamento composta da profili a doppio T pressopiegati laminati a freddo affiancati per la formazione dei traversi; completi di attacchi laterali per permettere la giunzione degli stessi.			
KG:	437.500,00	2,20 €	962.500,00 €
STRUTTURE PER IMPALCATI ED ELEVAZIONI IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO			
Solaio a pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso con trefoli aderenti, alleggerito da alveoli longitudinali e con intradosso piano, realizzati mediante tecnologia produttiva ad estrusione provvisto di marcatura CE secondo la norma EN 1168; Classe di Resistenza del calcestruzzo: C 45/55 N/mm ² ; Classe di Resistenza calcestruzzo per getto integrativo: C 28/35 N/mm ² ; Acciaio armonico di precompressione: trefoli a sette fili a basso rilassamento (stabilizzato) f _{ptk} > 1860 N/mm ² f _{p(1)k} > 1670 N/mm ² ; Acciaio ad aderenza migliorata: classe B450 C f _{yk} > 450 N/mm ² f _{tk} > 540 N/mm ²			
Pilastro in elemento prefabbricato in calcestruzzo armato precompresso, utilizzato come trave di spina o di bordo per solai terminali o di interpiano. Il manufatto, utilizzabile per luci significative grazie alla sua geometria, viene ancorato sulla testa del pilastro mediante tirafondi, piastra di ancoraggio e successivi bulloni di fissaggio			
MQ:	2.000,00	160,00 €	320.000,00 €
TOTALE			2.194.500,00 €