

# **PREDIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA STRUTTURALE**

Cafarelli Valerio 3138782

Troiano Matteo 3140711

Tanga Ernesto 3138164

## DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento è ubicata a ridosso di via del Circuito, nel comune di Pescara (PE). Il lotto ha forma pressoché rettangolare di dimensione 2617mq ed è attraversata da un'infrastruttura a sezione ristretta di 7 metri con un flusso di traffico a velocità e portata ridotta. Dunque l'area è suddivisa in due parti: una adiacente all'ex ONMI, di 865mq costituita prevalentemente da arredo urbano e spoglia di costruzioni, e una seconda di 1752mq che ospita il volume edilizio. Inoltre è circondato su tre fronti da strade di cui 2 a sezione limitata e una con portata più ampia e diretta verso il fiume. Sul lato nord-ovest il lotto confina con la preesistenza architettonica dell'ex ONMI, in fase di ristrutturazione. Il terreno su cui è posto è di carattere coesivo poiché è posto a ridosso del fiume Pescara. Si considera dunque una tensione ammissibile di 1kg/cm<sup>2</sup>, per cui richiede la struttura richiede l'utilizzo di pali o platea per la fondazione.

## DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il progetto si articola in quattro blocchi ognuno differente per le dimensioni in pianta e alzato e per la funzione ospitata.

Il blocco principale situato a nord-ovest, ospita l'attività prevalente del progetto: la sala conferenze. La struttura si eleva per un solo piano fuori terra nella zona della platea, mentre sul retro di questa è presente la zona dei servizi caratterizzata da 2 impalcati. La superficie lorda dell'area destinata alla platea è di 272mq, mentre quella della zona dei servizi sul retro è di 64.1mq. La volumetria complessiva dell'intero blocco è di 3600mc circa. La pianta è un rettangolo di dimensioni 21.00m x 15.50m. I tre livelli complessivi sono così sviluppati: il primo livello a quota +0.00 comune a tutti gli ambienti, il secondo livello presente solo nella zona dei servizi è ubicato a quota +3.75m, ed il terzo (anch'esso dei servizi) a quota +7.50m. La copertura non praticabile, comune per l'intera volumetria, è posta a +11.00m da terra. Dal punto di vista strutturale l'edificio è costituito da un telaio caratterizzato da elementi orizzontali in acciaio e elementi verticali in c.a.

La struttura situata a nord del complesso ospita l'attività secondaria del progetto: la ristorazione. La struttura si eleva per 2 piani fuori terra ed è caratterizzata da una copertura praticabile sul terzo livello. La superficie lorda dei piani aumenta con il salire dei livelli: il primo livello, ubicato a quota +0.00, ha una superficie di 145mq, il secondo livello a quota +3.75m ha una superficie di 168.4mq, e il terzo livello (la copertura praticabile) a quota +7.50m ha una superficie di 184.8mq. La volumetria complessiva dell'intero edificio per cui è di 1200mc circa. La pianta è pressoché rettangolare con lati di dimensioni 16m x 9m.

Il blocco posto a sud-ovest (il più piccolo del complesso) ospita tutte le attività legate alla fruizione della sala polifunzionale da parte degli artisti e ospita locali tecnici e direzionali. La struttura si eleva per un solo piano fuori terra. La superficie lorda è pari a 125.2mq, per una volumetria di 375mc circa. Il primo livello è posto a quota +0.00m mentre la copertura è ubicata a quota +3.30m.

Il blocco riservato alla mediateca è il più piccolo in pianta, ma si eleva per tre piani fuori terra calpestabili ed è posto a sud-est del complesso edilizio. La superficie lorda dei piani diminuisce con il salire dei livelli: il primo livello, ubicato a quota +0.00, ha una superficie di 77.5mq, il secondo livello a quota +3.30m ha una superficie di 75mq, e il terzo livello a quota +6.60m ha una superficie di 72.5mq. La volumetria complessiva dell'intero edificio per cui è di 675mc circa.

Il volume riservato alla sala conferenze presenta due collegamenti: uno il blocco riservato agli artisti a quota +0.00m e un secondo con quello della ristorazione sopraelevato a quota +7.50m.

## **PRINCIPALI PROBLEMI RISCONTRATI**

I principali problemi cui dover far fronte sono stati il superamento delle grandi luci e lo svuotamento delle pareti rivolte verso il centro del complesso. Infatti i requisiti di fruibilità determinati dalle attività che si devono svolgere all'interno dei volumi (soprattutto quello destinato alla sala conferenze) implicano la necessità di avere luci molto ampie. Tale problema è stato risolto con il pre-dimensionamento di travi in acciaio che, data la buona resistenza a flessione, è il materiale usato per gli elementi orizzontali. Il profilo usato è quello delle travi IPE, dimensionate a seconda delle luci da coprire.

Allo stesso tempo uno degli obiettivi principali del progetto, ovvero l'apertura verso gli spazi interni dell'area edificata, impedisce il posizionamento di elementi di chiusura verso di essi. Per ovviare tale situazione è stata utilizzata una maglia strutturale con pilastri in cemento armato per gli elementi verticali. Questi sono stati dimensionati in modo tale da ottenere una area di minor ingombro a ridosso delle pareti vetrate e laddove possibile non sono stati posti a ridosso delle grandi aperture, arretrandoli o spostandoli su pareti adiacenti.

Il volume della sala polivalente per soddisfare il requisito di flessibilità d'uso prevede l'utilizzo di tribune mobili. Per ottenere tale soluzione l'ingombro delle tribune mobili è previsto per 2m sotto il livello del suolo per cui è necessario l'uso di un muro di contenimento.

Un ulteriore problema è stato riscontrato nel dimensionamento strutturale del volume destinato alla mediateca, cui elemento principale è la scala posta al centro della pianta. Per ovviare a una chiusura del solaio in corrispondenza di questa, la maglia strutturale è stata composta assecondando l'andamento del collegamento verticale, adattando travi con luci e dimensioni diverse.

I blocchi necessitano di collegamenti, in primo luogo la sala polivalente con i servizi annessi e il volume della ristorazione. Il primo è stato risolto con un collegamento al piano terra mantenendo dunque la stessa maglia strutturale del blocco destinato ai servizi e agli artisti. Il secondo collegamento, per non ostruire uno degli assi principali di passaggio del progetto, è stato sopraelevato e si appoggia sulla copertura praticabile del volume destinato alla ristorazione. Proprio per tale motivo la sua struttura è un prolungamento di quella del blocco su cui appoggia fino ad agganciarsi alla sala.

Il terreno coesivo su cui si articola il progetto implica l'uso di fondazioni a platea (o pali) che consento allo stesso tempo di irrigidire la struttura e di impedire cedimenti puntuali che minerebbero la stabilità del complesso edilizio.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

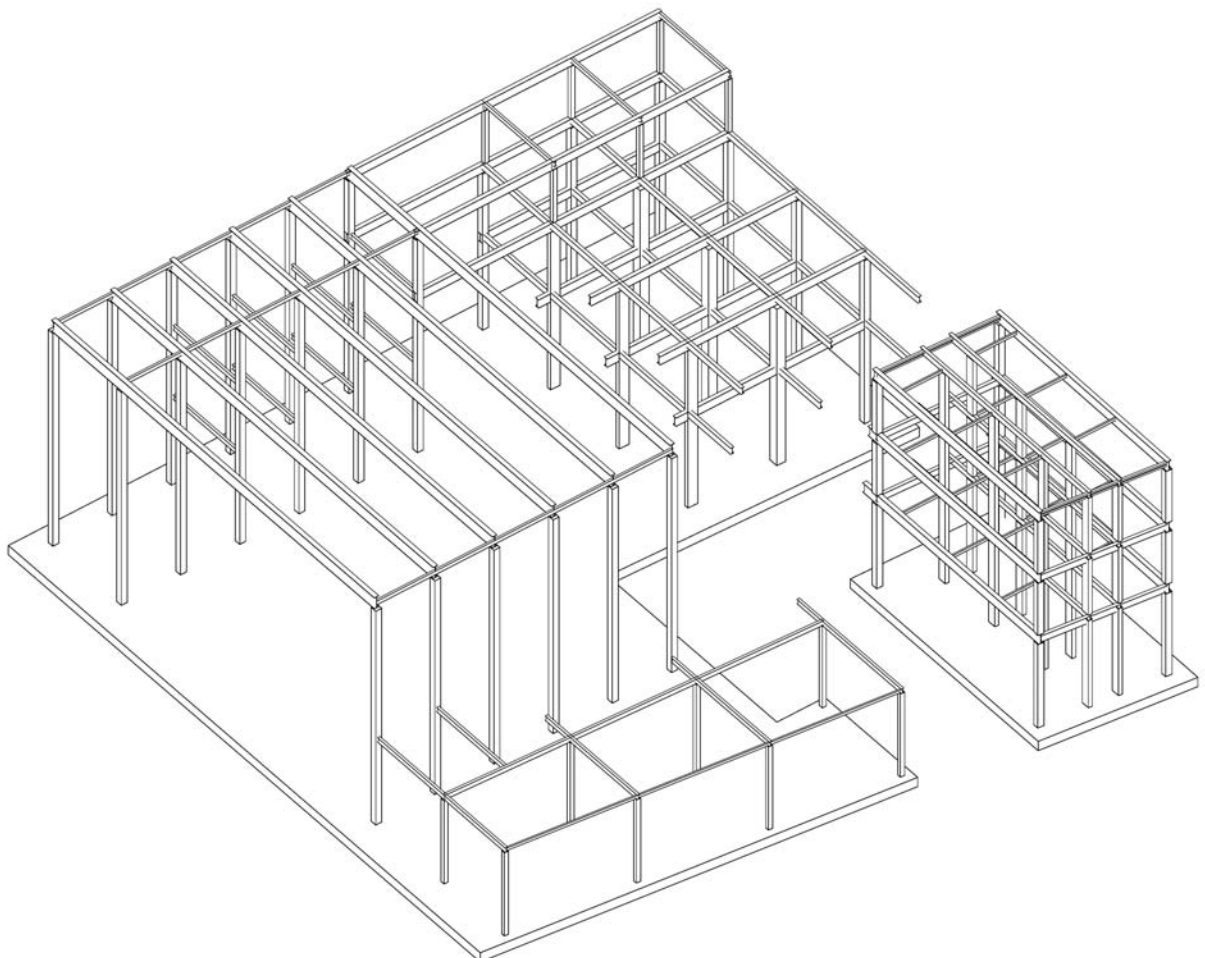
La normativa di riferimento è essenzialmente costituita da:

Decreto Ministero delle Infrastrutture 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

## CONVENZIONI UTILIZZATE

Per il pre-dimensionamento della struttura sono state usate le seguenti convenzioni:

- Per gli elementi orizzontali la formula utilizzata è  $\sigma=M/\omega$  in cui  $\sigma$  è il valore da calcolare ( $\sigma \text{ max}=150\text{MPa}$ ),  $M$  è il valore massimo del momento e  $\omega$  è il modulo di resistenza della sezione.
- Gli elementi verticali sono dimensionati attraverso il calcolo dello sforzo normale, per l'area di influenza di ogni pilastro, attraverso la formula  $\sigma=N/A$  dove  $\sigma$  è il valore massimo (3MPa),  $N$  è lo sforzo normale,  $A$  è l'area del pilastro.
- Per le fondazioni la formula usata è la stessa degli elementi orizzontali  $\sigma=N/A$  dove  $\sigma$  è 1MPa,  $N$  è lo sforzo normale,  $A$  è l'area del plinto.
- Gli elementi orizzontali sono in acciaio, resistente a flessione, mentre quelli verticali in C.A. resistenti a pressione.
- I carichi sostenuti dalla struttura sono 400 kgf per la copertura, 1000 kgf per solai e 1400 kgf per solai soggetti ad affollamento.



## DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

### Sala Conferenze

Il blocco principale riservato alla sala conferenze è composto da un grande ambiente unico, a cui è affiancato sul lato nord un ambiente sviluppato su tre piani con dove sono raccolti i servizi. Gli elementi strutturali orizzontali utilizzati per sorreggere la copertura con  $q=400\text{kgf}$  sono travi in profilo IPE 600 che coprono una luce di 21m, ma sono appoggiate irregolarmente prima ad una distanza di 16.5m e successivamente a una distanza di 4.5m, con un interasse regolare di 3m. Tale disposizione è consentita proprio dalla costituzione della fascia funzionale posta sul retro della sala. I solai da tale fascia con  $q=1400\text{kgf}$  sono supportati da travi in profilo IPE 300 con luce pari a 4.5m e stesso interasse delle travi usate per la copertura (3m). Gli elementi strutturali verticali su cui poggiano quelli orizzontali sono pilastri in C.A. di lato  $30\times 30\text{cm}$  sui lati esterni ( $N_1=9.90e+4\text{N}$ ,  $N_2=2.16e+5\text{N}$ ),  $30\times 35$  all'interno ( $N_3=7.92e+5\text{N}$ ) e altezza di 10.1m. La fondazione a platea accoglie la base di tutti i pilastri, creando una base che ospita i meccanismi di movimento delle tribune mobili su cui poggia il pavimento fluttuante.

#### *Travi principali copertura*

*Profilo: IPE 600*

$$p=4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A=3\text{m}$$

$$q=p\times A=1,2e+4 \text{ N/m}$$

$$l=16,5\text{m}$$

$$\omega=3,07e(-3) \text{ m}^3$$

$$M=q\times l^2/8=4,08e+5 \text{ Nm (trave appoggiata)}$$

$$\sigma=M/\omega=133 \text{ MPa}$$

#### *Travi secondarie solai*

*Profilo: IPE 200*

$$p=1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A=2,25\text{m}$$

$$q=p\times A=3,15e+4 \text{ N/m}$$

$$l=3\text{m}$$

$$\omega=1,94e(-4) \text{ m}^3$$

$$M=q\times l^2/12=2,36e+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma=M/\omega=122 \text{ Mpa}$$

#### *Travi principali solai*

*Profilo: IPE 300*

$$p=1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A=3\text{m}$$

$$q=p\times A=4,2e+4 \text{ N/m}$$

$$l=4,5\text{m}$$

$$\omega=5,57e(-4) \text{ m}^3$$

$$M=q\times l^2/12=7,09e+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma=M/\omega=127 \text{ Mpa}$$

#### *Travi secondarie copertura*

*Profilo: IPE 200*

$$p=4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A=8,25\text{m}$$

$$q=p\times A=3,3e+4 \text{ N/m}$$

$$l=3\text{m}$$

$$\omega=1,94e(-4) \text{ m}^3$$

$$M=q\times l^2/12=2,48e+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma=M/\omega=127 \text{ Mpa}$$

## Ristorazione e bar

Il blocco della ristorazione presenta 1 solaio e 1 copertura praticabile, entrambi con carico  $q=1400\text{kgf}$ . Gli elementi strutturali orizzontali per sostenere i 2 carichi sono travi in profilo IPE 450 che coprono una luce di 10m per il solaio e 10.5m per la copertura e hanno un interasse regolare di 4.5m. Gli elementi verticali (pilastri in C.A.) su cui poggiano le travi sono posti secondo una maglia regolare con interasse sempre di 4.5m in entrambe le direzioni. Per cui la luce massima coperta è di 9m. I pilastri posti sui lati perimetrali (di cui una fila è disposta a ridosso della superficie vetrata hanno dimensione minore (30×30cm) perché devono sorreggere meno carico ( $N= 4.39e+5N$ ). A questo proposito i pilastri posti in diretto contatto con le aperture esterne hanno forma rettangolare (20×50cm) per minimizzare il contatto con l'elemento trasparente ( $N= 4.39e+5N$ ). Gli elementi orizzontali posti al centro della struttura supportano un carico maggiore per cui hanno ^2dimensione per lato di 45×45cm( $N= 8.79e+5N$ ). Per il dimensionamento delle fondazioni si preferisce anche in questo caso l'utilizzo delle fondazioni a platea.

### *Travi principali solai*

*Profilo: IPE 450*

$$p= 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A= 4,5\text{m}$$

$$q= p \times A= 6,3e+4 \text{ N/m}$$

$$l(\text{min}) = 10\text{m} \quad l(\text{max})=10,5\text{m}$$

$$\omega = 1,50e(-3) \text{ m}^3$$

$$M= q \times l^2/8= 2,17e+5 \text{ Nm (trave appoggiata a } l/2)$$

$$\sigma = M/\omega = 145 \text{ Mpa}$$

### *Travi secondarie solai*

*Profilo: IPE 330*

$$p= 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A= 4,5\text{m}$$

$$q= p \times A= 6,30 \text{ e}+4 \text{ N/m}$$

$$l= 4,5\text{m}$$

$$\omega = 7,13 \text{ e}(-4) \text{ m}^3$$

$$M= q \times l^2/12= 1,06 \text{ e}+5 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M/\omega = 149 \text{ Mpa}$$

### *Travi principali solaio collegamento*

*Profilo: IPE 450*

$$p= 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A= 2,25\text{m}$$

$$q= p \times A= 3,15 \text{ e}+4 \text{ N/m}$$

$$l= 6,7 \text{ m}$$

$$\omega = 1,50e(-3) \text{ m}^3$$

$$M= q \times l^2/8= 1,77e+5 \text{ Nm (trave appoggiata)}$$

$$\sigma = M/\omega = 118 \text{ Mpa}$$

### *Travi secondarie copertura collegamento*

*Profilo: IPE 220*

$$p= 4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A= 4,5\text{m}$$

$$q= p \times A= 1,80 \text{ e}+4 \text{ N/m}$$

$$l= 4,5\text{m}$$

$$\omega = 2,52 \text{ e}(-4) \text{ m}^3$$

$$M= q \times l^2/12= 3,04 \text{ e}+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M/\omega = 121 \text{ Mpa}$$

## Servizi per gli artisti

Il volume riservato agli artisti è composto da una semplice copertura con carico  $q=400\text{kgf}$  sorretta da travi in profilo IPE 200 che, posti con un interasse di 6.2m, allo stesso tempo scandiscono l'alternanza degli ambienti interni. Le travi coprono una luce complessiva di 6.5m e sono appoggiate a un'estremità e a 5m di distanza per cui presentano uno sbalzo di 1.5m che consente di liberare la parete vetrata da elementi verticali. Questi elementi, sempre in C.A., hanno un'area di  $331\text{cm}^2$ , per cui ponendo un lato pari a 30cm, l'altro è di circa 11cm ( $N = 9.92\text{e}+4\text{N}$ ). Le fondazioni in questo caso si potrebbero dimensionare in plinti di eguale dimensione  $1\times 1\text{m}$ , ma essendo il terreno coesivo si preferisce l'uso della fondazione a platea. Inoltre tale fondazione è direttamente collegata a quella del blocco della sala conferenze per la sua adiacenza al fine di evitare cedimenti puntuali.

### Travi principali

Profilo: IPE 200

$$p = 4\text{e}+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 6,2\text{m}$$

$$q = p \times A = 2,48\text{e}+4 \text{ N/m}$$

$$l = 6,5\text{m} \quad (l_1=5\text{m} \quad l_2=1,5\text{m})$$

$$\omega = 1,94\text{e}(-4) \text{ m}^3$$

$$M_A = (q \times l_1^2 / 8) * (1 - 2 * (l_1^2 / l_2^2)) = 1,38\text{e}+4 \text{ Nm}$$

$$M_b = (q \times l_1^2) / 2 = 1,68\text{e}+4 \text{ Nm} \quad (\text{trave incastrato-appoggio con sbalzo})$$

$$\sigma(\text{max}) = M / \omega = 95,9 \text{ Mpa}$$

### Travi secondarie

Profilo: IPE 220

$$p = 4\text{e}+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 2,5\text{m}$$

$$q = p \times A = 1,00\text{e}+4 \text{ N/m}$$

$$l = 6,2 \text{ m}$$

$$\omega = 2,52\text{e}(-4) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 12 = 3,04\text{e}+4 \text{ Nm} \quad (\text{trave incastrata})$$

$$\sigma = M / \omega = 127 \text{ Mpa}$$

## Mediateca, Info-point, Locali amministrativi

Il volume destinato ad accogliere la mediateca presenta 2 solai con carico  $q=1400\text{kgf}$  e la copertura con  $q=400\text{kgf}$  digradanti verso l'alto. La struttura si compone di 4 tipi di elementi orizzontali, travi in profilo IPE 500 e 300 destinate a sorreggere i 2 solai, e travi in profilo IPE 330 e 180 destinate a sorreggere la copertura. Le travi in profilo IPE 500 e quelle in profilo IPE 300, coprono una luce di 11m e sono poste sul lato esterno della struttura, quindi con un'area di influenza di  $11 \times 1.275 \text{ m}$ . Le travi in profilo IPE 330 e quelle in profilo IPE 180, invece, coprono la stessa luce di 11m ma appoggiano su 4 pilastri, per cui hanno un'area di influenza di  $3.26 \times 1.875 \text{ m}$ . Gli elementi verticali in C.A., posti alle estremità delle travi esterne e dunque a distanza di 11m, presentano un'area di  $748\text{cm}^2$  e quindi hanno lati di 30cm e 30cm ( $N = 2.24\text{e}+5\text{N}$ ). I pilastri in C.A. su cui invece poggiano le travi interne, posti con un interasse regolare di 3.26m hanno un'area di  $786\text{cm}^2$  per cui, hanno forma rettangolare con lati pari a 20cm e 40cm ( $N = 2.36\text{e}+5\text{N}$ ). Per il dimensionamento delle fondazioni si privilegia un'unica fondazione a platea rispetto a due tipi di plinti piuttosto vicini di dimensioni  $1.50 \times 1.50\text{m}$  e  $1.20 \times 2\text{m}$ .

*Travi principali esterne solaio*

Profilo: IPE 500

$$p = 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A = 1,275 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 1,785e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 11 \text{ m}$$

$$\omega = 1,93e(-3) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 8 = 2,70e+5 \text{ Nm (trave appoggiata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 140 \text{ Mpa}$$

*Travi secondarie esterne solaio*

Profilo: IPE 330

$$p = 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A = 3,2 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 4,48 e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 1,275 \text{ m}$$

$$\omega = 7,13 e(-4) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 12 = 1,06 e+5 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 149 \text{ Mpa}$$

*Travi principali esterne copertura*

Profilo: IPE 330

$$p = 4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 1,275 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 9,00 e+3 \text{ N/m}$$

$$l = 11 \text{ m}$$

$$\omega = 7,13e(-4) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 8 = 7,70e+4 \text{ Nm (trave appoggiata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 108 \text{ Mpa}$$

*Travi secondarie esterne copertura*

Profilo: IPE 220

$$p = 4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 3,2 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 1,28 e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 1,275 \text{ m}$$

$$\omega = 2,52 e(-4) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 12 = 3,04 e+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 121 \text{ Mpa}$$

*Travi principali interne solaio*

Profilo: IPE 300

$$p = 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A = 1,875 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 2,63 e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 11 \text{ m}$$

$$\omega = 5,57e(-4) \text{ m}^3$$

$$M_{max} = q \times l^2 / 2 = 7,58e+4 \text{ Nm (trave tre appoggi con sbalzo)}$$

$$\sigma = M / \omega = 136 \text{ Mpa}$$

*Travi secondarie interne solaio*

Profilo: IPE 220

$$p = 1,4e+4 \text{ N/mq}$$

$$A = 3,2 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 4,48 e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 1,875 \text{ m}$$

$$\omega = 2,52 e(-4) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 12 = 3,69 e+4 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 146 \text{ Mpa}$$

*Travi principali interne copertura*

Profilo: IPE 180

$$p = 4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 1,875 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 7,5 e+3 \text{ N/m}$$

$$l = 11 \text{ m}$$

$$\omega = 1,46e(-4) \text{ m}^3$$

$$M_{max} = q \times l^2 / 2 = 8,56 e+3 \text{ Nm (trave tre appoggi con sbalzo)}$$

$$\sigma = M / \omega = 125 \text{ Mpa}$$

*Travi secondarie interne copertura*

Profilo: IPE 120

$$p = 4e+3 \text{ N/mq}$$

$$A = 3,2 \text{ m}$$

$$q = p \times A = 1,28 e+4 \text{ N/m}$$

$$l = 1,875 \text{ m}$$

$$\omega = 5,30 e(-5) \text{ m}^3$$

$$M = q \times l^2 / 12 = 6,45 e+3 \text{ Nm (trave incastrata)}$$

$$\sigma = M / \omega = 122 \text{ Mpa}$$