

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Edile-Architettura
Polo territoriale di Lecco



RICONVERSIONE DELL'EX AREA PLASMON A MILANO IN INCUBATORE D'IMPRESA E SERVIZI AL CITTADINO

**Progettazione di una struttura di incubazione che sviluppi un nuovo modo
di fare impresa**

Relatore: Prof. Arturo Montanelli

Co-relatori: Prof. Amalia Vivian

Prof. Matteo Colombo

Elaborato di laurea di:

Marco Fracchiolla matr.665033

Luigi Carlo Mussi matr. 663248

Anno accademico 2011/2012

INDICE GENERALE

Abstract	1
-----------------------	---

PARTE PRIMA: ANALISI

Capitolo1: analisi alla macroscala

1.1	Indagine storico-urbanistica.....	7
1.2	Milano oggi, il territorio.....	15
1.3	Analisi climatiche.....	18
1.4	Analisi demografiche.....	22

Capitolo 2: analisi dell'area di progetto

2.1	Inquadramento e descrizione del contesto alla microscala.....	25
2.2	Analisi fotografica.....	26
2.3	Evoluzione storica del lotto.....	27
2.4	Analisi pieni e vuoti.....	30
2.5	Analisi del verde.....	32
2.6	Analisi F.D.O.M.....	34
2.7	Analisi dei vincoli.....	35
2.8	Analisi dei poli attrattivi.....	38
2.9	Catalogazione dei fabbricati esistenti.....	40
2.10	Rilievo geometrico dimensionale e materico.....	52
2.11	Rilievo tecnologico.....	54
2.12	Rilievo dello stato di degrado.....	55
2.13	Albero degli errori.....	74
2.14	Schede tecniche di intervento.....	78

PARTE SECONDA : PROGETTO

Capitolo 3: Progetto di recupero e rifunzionalizzazione

3.1	Obiettivi e strategie di intervento.....	86
3.2	Studio dello spazio pubblico.....	87
3.3	Polo sportivo e auditorium.....	88
3.4	Residenze.....	89
3.5	Edificio cerniera.....	90
3.7	Incubatore.....	91

Capitolo 4: progettazione dell'incubatore

4.1	Obiettivi di un incubatore.....	94
4.2	Tipologie di incubatori.....	95
4.3	Analisi critica sulle strutture esistenti.....	96
4.4	Modifiche al progetto preliminare.....	111
4.5	Progetto tecnologico.....	116

Capitolo 5: analisi strutturale

5.1	Carichi della neve.....	164
5.2	Azione del vento.....	166
5.3	Dimensionamento lamiera grecata.....	168
5.4	Dimensionamento travi secondarie.....	172
5.5	Dimensionamento trave principale.....	179
5.6	Dimensionamento dei pilastri in c.a.....	185

Capitolo 6: verifiche delle normative

6.1	Regolamento d'igiene.....	192
6.2	Barriere architettoniche.....	195
6.3	Antincendio.....	196

PARTE TERZA: APPROFONDIMENTI

Capitolo 7: dimensionamento travi Gerber

7.1	Carichi agenti.....	216
-----	---------------------	-----

Capitolo 8: illuminotecnica degli spazi interni

8.1	Riferimenti normativi.....	226
8.2	I parametri illuminotecnici.....	226
8.3	Indagine illuminotecnica.....	228

Capitolo 9: impiantistica

9.1	Pompa di calore.....	241
9.2	Ricambio d'aria meccanizzato.....	244
9.3	Sistema di illuminazione.....	247
9.4	Impianto fotovoltaico.....	249

Conclusioni.....	252
-------------------------	------------

Indice delle figure.....	254
---------------------------------	------------

Indice delle note.....	257
-------------------------------	------------

Indice delle tavole.....	261
---------------------------------	------------

Bibliografia.....	263
--------------------------	------------

ABSTRACT

Il presente elaborato di tesi ha come tema il recupero e la riqualificazione dell'ex area industriale Plasmon in Via Cadolini a Milano. L'obiettivo del lavoro svolto è la trasformazione del lotto, attualmente in stato di degrado, in un polo di attrazione urbano attraverso l'inserimento di servizi e funzioni mirati al soddisfacimento delle esigenze del cittadino.

Il progetto nasce durante il corso di *Recupero e Conservazione degli Edifici* nel quale vengono sviluppati, dopo un'attenta analisi del contesto e delle potenzialità dell'area, il masterplan funzionale e la prima bozza di progetto.

Le attività scelte per attivare il flusso di cittadini che entrano, escono ed i cui spostamenti favoriscono il settore commerciale del quartiere sono: un incubatore di impresa con auditorium e spazio espositivo, una zona residenziale studentesca, un centro sportivo e una zona commerciale; il tutto a chiusura dei vuoti urbani, convertiti in piazze e giardini, delineati dall'incrocio delle nuove linee direttrici.

Lo studio dei vuoti e la loro conversione in spazi di aggregazione rappresenta il lavoro svolto durante il *Laboratorio di Sintesi Finale*, al termine del quale è avvenuta la scelta di concentrare l'attenzione dell'elaborato di tesi sulla struttura dell'incubatore, vero protagonista del processo di attrazione che si vuole innescare.

È proprio a questo punto che nasce il desiderio di rimettere in discussione la bozza di progetto iniziale. Un semplice riordino del fabbricato secondo i canonici standard per edifici ad uso ufficio non individua, secondo gli autori, la soluzione vincente per l'innescare del processo di attrazione che rappresenta il filo conduttore dell'intero intervento di recupero.

È necessario dunque uno stravolgimento del concetto stesso di struttura incubatrice. Sulla base di queste osservazioni è stata condotta un'analisi di alcuni significativi incubatori d'impresa e parchi tecnologici presenti nella realtà locale e nel mondo; questo ha permesso di comprendere a fondo come il concetto di incubazione sia evoluto nel tempo e come i servizi offerti nelle strutture odierne cerchino di far fronte alle esigenze dei lavoratori.

Alla luce delle realtà esaminate è stata riconsiderata la bozza di progetto sviluppata nella prima fase del lavoro, convertendo il semplice edificio uffici in una nuova struttura ibrida, in cui spazi progettati a misura di lavoratore e adattati alle sue esigenze specifiche favoriscono la nascita di idee innovative, per mezzo dell'interazione sia tra gli stessi lavoratori che con la popolazione, richiamata all'interno della struttura dai servizi offerti al pubblico.

Nella versione finale del progetto l'intera struttura gravita attorno al servizio ristorante lounge-bar, posizionato al secondo piano dell'edificio, raggiungibile facilmente sia dall'interno dell'incubatore sia direttamente dagli spazi pubblici. Questo luogo identifica infatti il punto di fusione tra spazio pubblico e ufficio e permette al lavoratore di spostare, quando lo desidera, l'attività lavorativa in uno spazio più

stimolante, facilitando così lo scambio di idee e “know-how” non solo tra colleghi e lavoratori di altre imprese incubate, ma anche con la popolazione, attirata verso l’interno della struttura dal servizio commerciale.

Si è voluto proporre all’interno dell’incubatore un nuovo modo di fare impresa, basato sulla libertà di gestione del proprio tempo e del proprio spazio, fornendo una piattaforma di servizi completa che possa fungere da catalizzatore per la crescita di ogni singola impresa.

ABSTRACT

Subject of the hereby degree thesis is the reclaiming and requalification of the ex-industrial Plasmon area located in Via Cadolini in Milan. The aim of this work is the transformation of the decaying lot into an attractive urban pole towards the introduction of facilities, whose purpose is the satisfaction of citizen's needs.

The project was thought during the course of "*Recupero e Conservazione degli Edifici*", during which, after a deep analysis of the contest and of the potentiality of this area the functional master plan and the first draft of the project have been carried out.

The preferred activities used to attract the citizen inside/outside of this area and whose moving facilitates the commercial sector are the following: a business incubator with auditorium and expositive space, a residential area for students, a sport centre and a commercial area; the remaining urban empty spaces have been redesigned with squares and gardens, defined by the new steering wheels.

The study of the empty space and its conversion into a place of aggregation, represents the work done during the laboratory of "*Sintesi Finale*"; after which born the idea to concentrate the attention on the business incubator, the real protagonist of the attraction process we have idealised.

It's at this time that born the desire to put again in discussion the rough copy of the initial project. A simple ri-maintenance of the building, according to the appropriate standards for office buildings, doesn't get to the heart of the problem, according to the authors, the winning solution to start the attraction process, which represent the focal point of the entire method of intervention.

It's therefore necessary a major shake-up of the actual concept of the business incubator structure.

On the basis of this observation, an analysis took place on some significant incubators and technological parks present in the local reality and in the world; this allowed us to understand more in depth how the concept of business incubation has evolved in time, and how the services offered in today's structures try to find a solution to face up to the workers' needs.

This process has supported the realization of a new hybrid structure, equipped with spaces on workers scale, thought to fulfil their needs and useful to sustain the creation and change of innovative ideas among workers themselves, within the population, attracted inside the structure by public utilities.

In the final project version an entire structure gravitates around restaurant facilities and a lounge bar situated on the second floor of the building, easy to get to internally as well as from the outside for the public. This site represent the joining of the public and the office space, and allows the workers to move about freely, and when he so desires, his work activities in a more stimulating area, facilitating the exchange of ideas and know-how not only between colleagues and workers of other companies, but that

of the joining neighbourhoods and population attracted towards the inside of the building to the commercial activity inside.

The inside of the business incubator has been thought as a new way of doing business, based on the freedom of own time and space managing, supplying all facilities which can be considered as catalyser for the growth of every single enterprise.

PARTE PRIMA

Analisi

Capitolo 1

ANALISI ALLA MACROSCALA

Il primo passo mosso in fase di progettazione di un recupero edilizio è un'attenta analisi del contesto.

Questa operazione viene svolta per prendere coscienza delle caratteristiche morfologiche, urbanistiche e antropologiche che contraddistinguono una determinata area e rappresentano le basi irrinunciabili per una progettazione che possa rivelarsi funzionale, utile al territorio stesso e, ovviamente, agli utenti che usufruiranno del progetto.

1.1 Indagine storico-urbanistica

È chiaro che le attuali dinamiche di una grande e complessa città come Milano non possono essere comprese senza un'indagine approfondita sulla storia del suo sviluppo.



Figura 1.1 - Mappa illustrata del Ducato di Milano (. E. Malara, *Il Naviglio di Milano*, Hoepli, Milano, 2008, p. 54.)

Ad esempio l'espansione a macchia d'olio della città, ancora oggi chiaramente visibile, è stata causata dai flussi commerciali dovuti alla sua posizione strategica e pianeggiante.

La particolare dislocazione sul territorio la pone da sempre al centro di una rete di percorsi la cui fondamentale direttrice dal Sud delle Alpi incrocia quella Est Ovest in un

nodo indispensabile per commerci, imprese militari e invasioni. Tutto ciò ne ha fatto per secoli una barriera contro i barbari e una chiave per impadronirsi dell'Italia.

La prima documentazione storica si ha grazie a Paolo Diacono¹, il quale afferma che "nel V secolo a.C. in questa pianura si affacciano le tribù Celtiche dei Galli, probabilmente su un preesistente insediamento Etrusco"².

Nel 222 a.C. giunsero a Milano i conquistatori Romani e fondarono, accanto al principale centro dei Galli Insubri³, la loro città. L'irregolare forma delle mura assaltate provocò una modifica del consueto tracciato ortogonale da campo militare, tipico delle legioni Romane. L'unione della forma irregolare Gallica e della regolarità classica dello stile Romano generò una forma pentagonale delle mura le quali andarono col tempo ad espandersi verso Nord-Est e ad assumere una forma circolare.

Nel 286 d.C. Milano diventò capitale dell'Impero Romano d'Occidente e Massimiano⁴ la circondò di nuove mura estese verso oriente, aumentando il numero di porte da 5 a 8. Vennero erette grandi costruzioni quali il palazzo imperiale, le terme e il teatro.

Le invasioni barbariche prima e l'esigenza di espansione urbana successivamente, portarono allo smantellamento graduale delle mura.

Un primo lavoro di ripristino di quest'ultime avvenne con il regno di Liutprando⁵ (secolo VIII), e successivamente per opera dell'arcivescovo Ansperto⁶ (secolo IX).

Una nuova e più estesa cerchia difensiva venne però realizzata solo a partire dal 1155, su progetto di mastro Guintellino⁷. La nuova struttura difensiva consisteva in un cerchio irregolare formato da un profondo fossato nella parte verso la campagna e affiancato nella parte opposta da un terrapieno costituito dal materiale di risulta dello scavo del fosso. La semplice ma imponente realizzazione venne battezzata ben presto "cinta dei terraggi"⁸ (proprio perché fatta di terra). Il fossato era riempito d'acqua proveniente dai fiumi Seveso e Nirone, mentre lo scarico della stessa era garantito dalla Vettabbia⁹.

¹Paolo Diacono (Cividale del Friuli, 720 – Montecassino,799) è stato un monaco, storico e poeta longobardo. Scrisse racconti sulla storia romana e sui longobardi.

²P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, p.6.

³P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Galli Insubri: tribù proveniente dalla Gallia ma originari della zona del Reno che giungono in Italia attorno al 400 a.C. e si insediano al centro della Pianura Padana.

⁴G. Clemente, *Guida alla storia romana*, ed. Mondadori, Milano 1977, Massimiano: abile stratega militare e politico. Viene nominato nel 285 d.C. co-imperatore dall'imperatore Diocleziano ed elevato al prestigioso rango di Cesare.

⁵P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Liutprando: sovrano longobardo.

⁶P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Ansperto: arcivescovo di Milano dall'868 all'881.

⁷P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, mastro Guintellino: Architetto medievale di strutture difensive cittadine. In via S. Damiano a Milano è possibile leggere un testo in suo onore scolpito in una lastra di pietra: "VESTIGIA DELLA DIFESA DI MASTRO GUINTELLINO CONTRO GLI ASSALTI DEL BARBAROSSA A RICORDO DELLA LEGA LOMBARDA NEL CENTENARIO DEL GIURAMENTO DI PONTIDA 1167-1967".

⁸M. Colombo, Il castello sforzesco attraverso i secoli, 2002-2008, in www.storiadimilano.it.

⁹Vettabbia: canale emissario del fiume Seveso e in parte anche dei Navigli. Per approfondimenti: G. Lupini, La rete fognaria di Milano in <http://www.storiadimilano.it/citta/milanotecnica/fognature/fognature.htm>.

A. Calderini, Milano archeologica, in *Storia di Milano*, vol.I, pag.522, cit. La Vettabbia poi "rappresentava forse una via d'acqua navigabile tra Milano e il Po, almeno a cominciare dalla fine della repubblica a tutto l'impero".

A seguito delle devastazioni compiute dal Barbarossa¹⁰, sui resti della cinta fortificata, intorno al 1171 iniziarono i lavori per una più efficace linea difensiva, questa volta in muratura, che garantì un particolare e duraturo assetto all'impianto urbanistico: il fossato diventò molto tempo dopo l'alveo dei Navigli (cosiddetta cerchia dei Navigli).



Figura 1.2 - Rappresentazione di Milano. Pur essendo poco precisa, mostra bene le due cerchie di mura che all'epoca (metà XIV secolo) cingevano la città, ossia la romana (tuttavia parzialmente smantellata, dopo aver resistito alle invasioni barbariche e alla violenza del Barbarossa) e la medievale, con l'indicazione delle porte principali e delle porte secondarie (le "pusterle", presenti solo nella cerchia più esterna).

Storia di Milano, Mauro Colombo, www.storiadimilano.it/mappe

Una terza cinta di mura venne invece voluta da Ferrante Gonzaga¹¹, Governatore del Ducato di Milano, che ne decise la costruzione nel 1546 in nome di Filippo II° di Spagna¹². Dette mura furono un'opera esclusivamente militare, costruite come fortificazioni per proteggere la città, i borghi ed il terreno coltivato. Il circuito coincideva con quello del fossato del Redefossi¹³, ove vennero confluite le acque del Seveso.

¹⁰*Storia di milano*, Milano Treccani, 1995-1996 Federico III Hohenstaufen anche Federico I del Sacro Romano Impero, detto Barbarossa (Waiblingen, 1122 – Saleph, 10 giugno 1190) fu imperatore del Sacro Romano Impero. Salì al trono di Germania il 4 marzo 1152. Dal 1158 assediò più volte Milano poiché si ribellava alle direttive imperiali da lui impartite.

¹¹L. Beltrami, *Guida storica al castello di Milano*, Milano 1894, Ferrante Gonzaga: governatore di Milano dal 1546 al 1554.

¹²*Storia di milano*, Milano Treccani, 1995-1996, Filippo II di Spagna: ereditò il trono del ducato di Milano e molti altri regni da suo padre Carlo V.

¹³Redefossi: canale artificiale creato per sopperire alle piene del fiume Seveso.

La città rimase chiusa all'interno delle mura spagnole fino all'Unità d'Italia, periodo in cui Milano ne divenne la capitale economica e cominciò la sua espansione industriale. Con i Savoia¹⁴ arrivò anche un boom del mattone e degli sventramenti: fu l'inizio della storia della speculazione immobiliare milanese. I luoghi tipici del centro vennero allora stravolti, a partire da piazza Duomo, con l'abbattimento di edifici storici come il Rebecchino e il portico dei Figini, antistanti la cattedrale, fino allo sventramento di Piazza Mercanti e, successivamente, alla creazione dell'odierna piazza Cordusio e di via Dante. Vennero costruiti anche nuovi quartieri borghesi tra la cerchia dei Navigli e i bastioni, soprattutto nella zona nord e nord-est: fu questo l'inizio del processo di espulsione dei ceti popolari dal centro.

Solo nel 1884 si decise di redigere un Piano regolatore, commissionato all'ing. Cesare Beruto¹⁵. Il suo piano era sotto molti aspetti moderno e coraggioso rispetto ai tempi, prevedeva solo modesti sventramenti e dedicava particolare attenzione al verde nei quartieri di nuova costruzione. A Roma però, il ministero dei Lavori Pubblici bocciò le proposte di Beruto e il piano venne successivamente adottato con varianti fondamentali che, in realtà, lo avrebbero completamente stravolto. "L'intervento del Ministero, teso in sostanza a rendere più velocemente edificabili i lotti e a eliminare molte delle previsioni di uso pubblico del Piano, favorisce gli interventi più disordinati nello sviluppo della città che, proprio in questi anni, sotto una spinta demografica notevole, acquista quei caratteri morfologici e quelle contraddizioni che ancora oggi, ingigantite, sono ben visibili"¹⁶.

¹⁴ *Storia di milano*, Milano Treccani, 1995-1996, Savoia: dinastia reale europea che nel XIX secolo si pose a capo del movimento di unificazione nazionale italiano che condusse alla proclamazione del Regno d'Italia il 17 marzo 1861.

¹⁵ *Storia di milano*, Milano Treccani, 1995-1996, Cesare Beruto: ingegnere municipale nel 1884.

¹⁶ A. Boatti, *Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro*, ed CittàStudi, Novara, 2007.

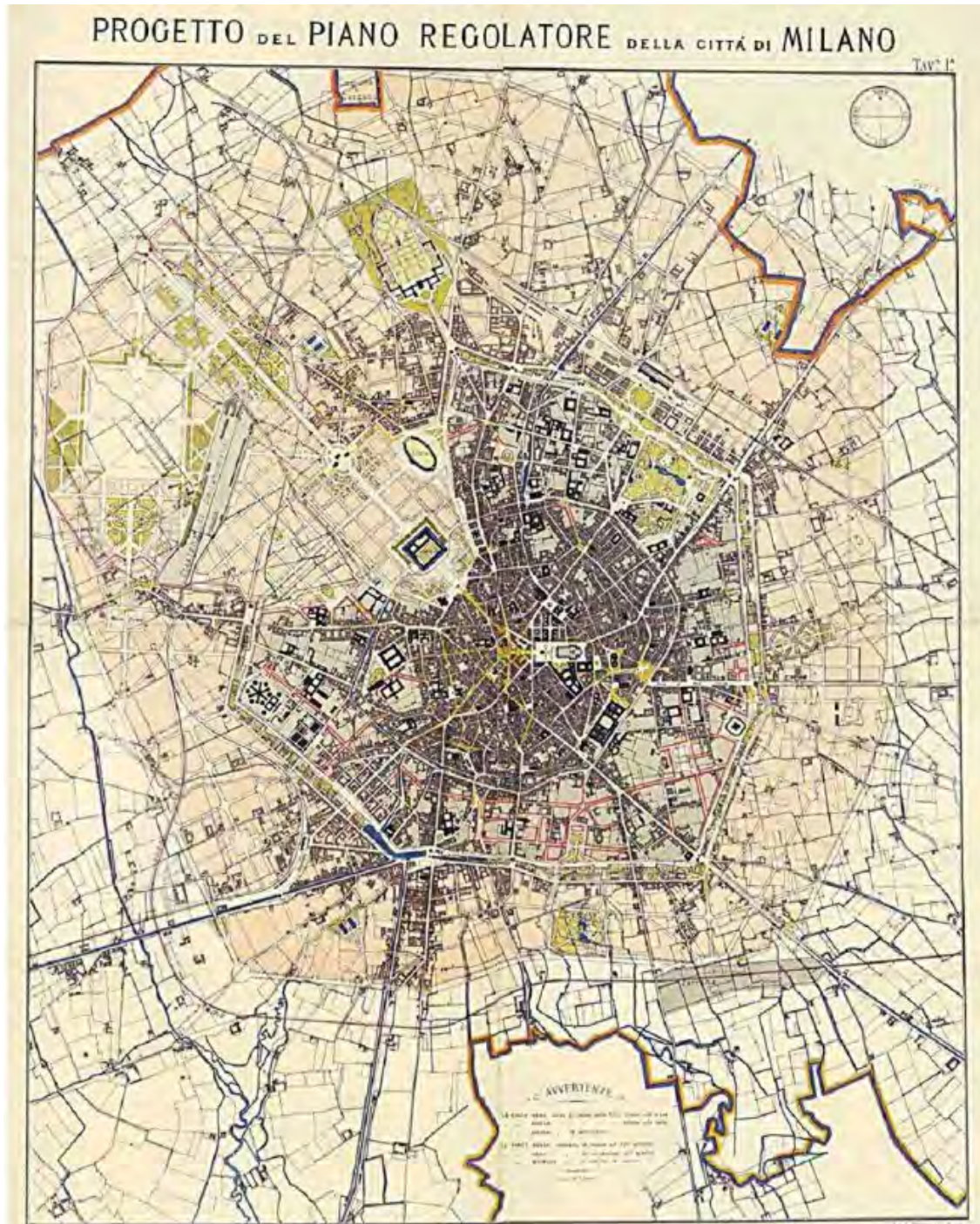


Figura 1.3 - 1884 Rappresentazione del Piano Beruto. Esso rappresentò l'inizio vero e proprio di una pianificazione stradale generale a Milano. Nel piano Beruto è ben delineato il tracciato delle strade nelle nuove zone di espansione della città, fuori dalle mura spagnole.

C. Beruto, Progetto per il Piano Regolatore Generale di Milano, 1884: Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli..

La città intanto aumentò vertiginosamente la propria popolazione soprattutto a causa del grande afflusso immigratorio dalle campagne lombarde e venete (dai 357.000 abitanti del 1861 si arriva al quasi raddoppio a 600.000 nel 1911). A cavallo dei due secoli la popolazione che viveva al di fuori dei bastioni superò per la prima volta quella che viveva al loro interno. La città dopo essersi espansa in un primo tempo a nord, cominciò a espandersi a nord-ovest e a est e, nota Boatti, “non è improbabile scorgere un preciso disegno del regime immobiliare, che prima orienta verso Nord la crescita della città, per abbassare i prezzi delle aree poste a est e ad ovest, perché non richieste. Successivamente inizia una campagna di acquisizione a basso prezzo delle aree ad est e a ovest, e solo una volta entrate in possesso iniziarono le costruzioni¹⁷”.

Con il Piano regolatore di Angelo Pavia e Giovanni Masera¹⁸ del 1910 questi aspetti si accentuarono: si ebbe una forte terziarizzazione del centro (con il parallelo ulteriore degrado delle sue zone ancora popolari) e una continua espansione della periferia che si sviluppò in maniera concentrica e gravitando sul centro, sempre più soffocato: è un problema che persiste ancora oggi. L'ingordigia speculativa fu tale che il piano si dimenticò quasi totalmente del verde e degli spazi pubblici. Il piano Pavia-Masera fu quindi un piano che come effetto risultante provocò un aumento smodato delle valutazioni dei suoli in posizione centrale e, parallelamente, anche quelli in periferia, alimentando una strategia di intervento urbanistico volta alla pura speculazione edilizia.

Il piano Albertini¹⁹, varato nel 1926 in piena era fascista, non contribuì a migliorare le strategie di intervento urbanistico; anzi peggiorò ulteriormente la situazione essendo volto all'immediata edificabilità dei terreni mediante una lottizzazione resa possibile da “una gerarchia rigida di piazze, viali, strade primarie, secondarie e di passeggiata²⁰” e senza destinare nessuna area a uso pubblico.

I peggiori interventi di sventramento urbano subiti da Milano dopo l'inizio dell'era Savoia risalgono tutti a questo periodo: si pensi agli evidenti esempi di piazza San Babila e corso Matteotti o anche a Piazza Missori e piazza Fontana.

¹⁷A. Boatti, *Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro*, ed CittàStudi, Novara, 2007.

¹⁸Lit. G. Masera e A. Pavia, *Pianta di Milano con l'indicazione del Piano Generale Regolatore Edilizio e di Ampliamento*, 1911; Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli.

¹⁹C. Albertini, *Città di Milano, Piano Regolatore*, 1933; Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli

²⁰A. Boatti, *Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro*, ed CittàStudi, Novara, 2007.



Figura 1.4 – Edifici in piazza San Babila, Fotografia dello Studio Sommariva, Biblioteca Nazionale Braidense, 1956. San Babila ben rappresenta la fase di sventramento urbano. In questo caso l'apertura di corso Matteotti rendeva necessaria l'apertura monumentale della piazza nella quale sorgeva un quartiere popolare. Lo sventramento dell'area incomincia nel 1939 lasciando il posto al complesso di nuovi edifici progettati a piu' mani, a cui si aggiunge l'imponente Palazzo del Toro, visibile sulla destra.

Successivamente, negli anni '30 venne compiuto un altro colossale intervento che modificò pesantemente uno degli aspetti più caratteristici della città: Milano cessò di essere la "città delle acque" in seguito all'interramento di gran parte della rete dei navigli. Sopravvissero a questo massiccio intervento i Navigli Grande, Martesana e Pavese.



Figura 1.5 – Immagine raffigurante l'interramento del Naviglio passante per Via Sforza. Milano città d'acque, <http://www.acquafallata.it>

Nello stesso periodo si registrò un'ulteriore spinta verso la terziarizzazione del centro e la stratificazione sociale del territorio della città. Il periodo della Guerra recò poi un altro colpo durissimo alla città.

La breve stagione di speranza apertasi con la Liberazione si spense ben presto con i piani di ricostruzione che permisero di costruire in deroga al piano Venanzi²¹ del 1948, consentendo così di fatto una proroga del piano Albertini.

Tra la fine degli anni quaranta e gli anni cinquanta si verificò dunque un'altra ondata di sventramenti analoga a quella del periodo fascista che aggiunse altre cicatrici urbane ai segni lasciati dai bombardamenti del periodo della Guerra.

Nel frattempo, con il sempre più massiccio spostamento dei ceti popolari verso la periferia, anche l'edilizia popolare diventò occasione per la speculazione immobiliare. Il suo posizionamento nell'estrema periferia invece che in aree più centrali può essere interpretato come una mossa per costringere l'amministrazione a portare infrastrutture e servizi in aree inizialmente di scarso valore, rendendo edificabili i terreni adiacenti.

Sorsero così "quartieri satellite" non solo sul territorio comunale, ma anche in zone limitrofe come i centri di Bollate, Cinisello Balsamo, Sesto San Giovanni e Cormano.

In questo modo Milano si trovò a sviluppare maggiormente relazioni e connessioni con le aree a nord e a nord-est mentre si manifestò un poco interesse all'urbanizzazione delle aree a sud del comune che vennero abbandonate a una destinazione agricola priva di qualsiasi altro riconoscimento territoriale.

A cavallo tra gli anni Cinquanta e i Sessanta si rese necessario, per una città di quasi due milioni di abitanti, adeguare servizi e funzioni collettive; questi accorgimenti vennero presi per gruppi di cittadini di dieci/cinquanta mila abitanti, provocando una sovra dotazione della parte centrale della città parallelamente a una sottodotazione, ancor più evidente, della vecchia e nuova periferia. Particolare attenzione venne data inoltre alla mobilità, elemento necessario per permettere la fruizione da parte di tutti i cittadini dei servizi situati nel centro.

Oggi, l'obiettivo principale è quello di riequilibrare la disomogeneità creatasi dagli interventi urbanistici passati, basandosi su nuove strategie urbanistiche di intervento mirate a inserire nei borghi sotto dotati di servizi e attrezzature le funzioni di cui sono carenti in modo da scoraggiare l'innescò di fenomeni di abbandono degli stessi.

Dal punto di vista urbano-architettonico, nell'ultimo decennio la città si trova a vivere un periodo di trasformazione che prende vita dai numerosi progetti mirati a riqualificare intere aree urbane per migliorare la vivibilità della città.

²¹F. Oliva, *L'urbanistica di Milano: quel che resta dei piani urbanistici nella crescita e nella trasformazione della città*, ed. Hoepli, Milano, 2002

1.2 Milano oggi, il territorio

Milano, capoluogo dell'omonima provincia e della Regione Lombardia, è un comune italiano che si estende per circa 181,76 km².

Con oltre 1 milione di abitanti²², questo centro si aggiudica a livello nazionale il secondo posto (dopo Roma) e, a livello internazionale, identifica uno dei centri più popolosi d'Europa.

Per tutta una serie di fattori legati all'evoluzione storica, urbanistica, antropica e sociale nonché le esigenze legate al contesto economico, i confini di questo comune non sono chiaramente delineati, anzi, sono in continua evoluzione. Questo ha portato nei secoli alla definizione di un complesso sistema strettamente interconnesso e articolato che vede in posizione baricentrica il Comune, attorno al quale ruotano i centri e le città del territorio Lombardo, in un rapporto identificabile non tanto in una dipendenza diretta ma piuttosto in una collaborazione sinergica in tutti gli ambiti.

Allo stato attuale, il solo comune di Milano presenta una densità abitativa di 7.140,39 ab/Kmq a fronte dei suoi 1.324.110²³ abitanti che la occupano.

La particolare conformazione urbana che contraddistingue oggi la città è il risultato dell'evoluzione nel corso dei secoli, influenzata da diversi fattori come esigenze bellico-difensive, economiche, lavorative e abitative.

L'area metropolitana milanese si sviluppa, attorno al comune stesso, prevalentemente verso nord-ovest, nord, nord-est lasciando una più restia tendenza all'espansione verso l'intera area a sud della metropoli che conserva la destinazione storica ad uso puramente agricolo rurale.

Attorno al centro storico la città appare sviluppata dunque in cerchi concentriche messe in comunicazione da un sistema viario principale sviluppato a raggiera (Corso Buenos Aires, Corso XXII Marzo, Corso Lodi, via Ripamonti, Corso San Gottardo, Corso Vercelli, Corso Sempione).

Progressivamente, a partire dal centro individuato dalla piazza del Duomo, si incontrano la cerchia dei Navigli, la cerchia dei Bastioni (circonvallazione interna -mura spagnole), la circonvallazione esterna (dei viali Tibaldi, Toscana, Piazzale Lodi...), la circonvallazione delle regioni e l'anello delle tangenziali.

INFRASTRUTTURE PUBBLICHE

Per quanto riguarda i servizi di infrastrutture e trasporto, la città è fornita di un servizio metropolitana costituito da 3 linee urbane (rossa, gialla, verde), di un servizio ferroviario formato da otto linee suburbane (Linee S: S1, S2, S3, S4, S5, S6, S9, S10), di cinque linee delle Ferrovie Nord, tra cui il Malpensa Express, diciannove linee tramviarie urbane e due interurbane, di quattro linee filoviarie, di una cinquantina di linee automobilistiche urbane e altrettante interurbane.

Recentemente i servizi di trasporto pubblico sono stati implementati con l'offerta di un servizio di bike sharing.

FERROVIE

²²Fonte: Comune di Milano, Settore Statistica e S.I.T., Servizio Statistica.

²³Fonte: ISTAT 2010.

Milano va ad identificare uno dei più importanti snodi del traffico ferroviario di tutto il nord Italia attraverso le linee che collegano il comune con la provincia di Torino e quelle di Torino e Bologna, servite anche dall'alta velocità.

Le linee del Sempione e del Gottardo assicurano collegamenti con la fascia alpina del territorio, permettendo una grossa semplificazione per i flussi di tipo pendolare.

Sul territorio del comune si ricordano, tra le più importanti, le stazioni Centrale, Porta Garibaldi, Rogoredo e Cadorna.

A livello suburbano la città è servita da un sistema ferroviario (linee S) che garantisce collegamenti frequenti su un'area di 40 km di raggio, incentrato sul cosiddetto Passante Ferroviario, una lunga galleria che si staglia da nord-ovest a sud-est permettendo molteplici punti di interscambio con le altre linee metropolitane di trasporto pubblico.

RETE STRADALE

Milano costituisce un cruciale nodo stradale ed autostradale, punto di congiunzione della grande trasversale padana est-ovest (la A4,) con la dorsale nord-sud (la A1).

Altre autostrade che tangono la città sono la A7, per Genova e le autostrade dei Laghi, A8 e A9.

Il collegamento tra le autostrade che servono il comune è garantito dal sistema delle tre tangenziali, la Ovest (A50), la Est (A51) e la Nord (A52), Sommando alle tre tangenziali il tratto urbano dell'autostrada A4, si ottiene un sistema di autostrade urbane di oltre 100 km di lunghezza che circonda totalmente la città.

Milano è raggiunta da numerose strade statali che spesso assumono, nelle tratte di penetrazione urbana, caratteristiche di superstrada. Fra le più importanti, la Nuova Valassina (SS 36), la Milano – Meda (SS 35), la Nuova Paullese (SS 415) e la Nuova Vigevanese (SS 494).

Altre strade statali sono la via Emilia (SS 9), la Padana Superiore (SS 11), la Strada del Sempione (SS 33), la Varesina (SS 233) e la Valtidone(SS 412).

Le arterie stradali e autostradali sono spesso congestionate a causa degli alti tassi di pendolarismo e di motorizzazione privata dell'area milanese. Per questo motivo è in corso il progetto di tre nuove autostrade: la Tangenziale Est Esterna, la "BreBeMi" e la Pedemontana, oltre ad interventi di potenziamento e velocizzazione delle statali.

AEROTRASPORTI

Il traffico aereo da e verso Milano è garantito da varie strutture aeroportuali dislocate direttamente sul territorio del comune e nelle aree subito prossime alla città. Si ricordano gli aeroporti di Linate(sul territorio comunale), Malpensa(provincia di Varese) e Orio al Serio(provincia di Bergamo).

SUDDIVISIONI AMMINISTRATIVE

Il comune di Milano è amministrativamente suddiviso in nove zone di decentramento (o circoscrizioni), in ciascuna delle quali è presente un Consiglio di zona, eletto contemporaneamente al sindaco e al consiglio comunale.

La numerazione parte dal centro storico della città, racchiuso nel perimetro delle mura e prosegue per le altre zone, disposte a raggiera intorno ad esso, a partire dal settore nord-orientale:

Zona 1: Centro storico

Zona 2: Stazione Centrale, Gorla, Turro, Greco, Crescenzago

Zona 3: Città Studi, Lambrate, Venezia

Zona 4: Vittoria, Forlanini

Zona 5: Vigentino, Chiaravalle, Gratosoglio

Zona 6: Barona, Lorenteggio

Zona 7: Baggio, De Angeli, San Siro

Zona 8: Fiera, Gallarate, Quarto Oggiaro

Zona 9: Stazione Garibaldi, Niguarda

La zona in cui si trova l'oggetto di tesi è la zona 4 e più precisamente comprende le seguenti sottodivisioni: Porta Vittoria, Porta Romana, Acquabella, Cavriano, Quartiere Forlanini, Monluè, La Trecca, Taliedo, Morsenchio, Ponte Lambro, Calvaire, San Luigi, Gamboloita, Quartiere Corvetto, Quartiere Omero, Nosedo, Castagnedo, Rogoredo, Santa Giulia, Triulzo Superiore.

Su una superficie di 20,95 km² trovano insediamento circa centosettantamila abitanti generando una densità abitativa di più di 8000 abitanti per km².

La media nivometrica della città di Milano (cioè i cm totali medi di neve di accumulo annuo), più bassa di molte altre città padane del nord ovest e dell'Emilia Romagna (come ad esempio Piacenza, Parma, Bologna), ma più elevata di altre città padane specie del nord est (Udine, Verona, Venezia), si ferma a 26 cm annui (riferita al periodo a cavallo tra gli anni '60 e gli anni '80), media che scende a 21 cm se consideriamo tutto il periodo che va dal 1950 al 2007; intorno alla città, lontane dall'isola di calore, la media nivometrica tende ad essere leggermente superiore. Tra i rari episodi di intensa precipitazione nevosa possono essere ricordati l'inverno record del 1985 che registra un totale di accumuli fino a 100 cm di neve nelle periferie, l'episodio di fine gennaio 2006 che portò fino a 55 cm di accumulo finale nelle periferie e quella del 6-7-gennaio 2009 che ha registrato fino a 40 cm con persistenza del manto nevoso nella periferia meridionale fino a oltre 20 giorni.

L'umidità è invece sempre molto elevata per tutto l'anno, in particolare nei mesi invernali (quando arriva anche al 100%) e durante la notte in tutte le stagioni.

Le nebbie sono favorite sia dal cielo sereno, che consente il raffreddamento da irraggiamento, dal suolo superficialmente piuttosto umido, e da configurazioni bariche invernali come i regimi alto pressori con gradienti barici molto deboli. Seguono i valori calcolati²⁵ per mesi, stagioni, anni riferiti alla temperatura massima media, temperatura minima media, piogge, giorni di pioggia, eliofonia assoluta e intensità dei venti riferiti al Comune di Milano

INFORMAZIONI GENERALI:

Coordinate: 45°27'50.56" N,

9°11'29.64" E Altitudine: 121.6 m s.l.m.

Superficie 182 Km²

Abitanti: 1.312.190 abitanti (31-05-2010)

Densità: 7.140,39 ab/Km²

²⁵F. Butera, "Architettura e ambiente: Manuale per la qualità temica, luminosa e acustica degli edifici" ETAS libri, Milano, 1995.

Cap.1 Analisi alla macroscala

Milano	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temp. Max media (°C)	5,2	8,0	13,3	18,0	23,0	27,3	30,0	28,8	24,1	17,3	10,3	6,1
Temp. min media (°C)	0,0	1,6	5,4	9,0	13,3	16,9	19,4	19,0	15,6	10,5	5,3	1,3
Piogge (mm)	53	40	73	83	104	85	72	80	87	120	106	75
Gironi di Pioggia(>1mm)	7	6	9	10	11	10	7	7	8	10	10	8
¹ Eliofania assoluta (ore)	1,9	3,4	4,9	5,9	6,8	8,1	9,2	8,1	6,2	4,2	2,2	1,9
	NW	SE	SE	SE	SW	SW	SW	SE	E	E	SE	NW
Venti (direzione-nodi)	2,3	2,4	2,6	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2

Milano	INV	PRI	EST	AUT	ANNO
Temp. Max media (°C)	6,4	18,1	28,7	17,2	17,6
Temp. min media (°C)	1,0	9,2	18,4	10,5	9,8
Piogge (mm)	168	260	237	313	978
Gironi di Pioggia (>1mm)	21	30	24	28	103
Eliofania assoluta (ore)	2,4	5,9	8,5	4,2	5,2
Venti (direzione-nodi)	2,3	2,7	2,5	2,3	2,4

Figura 1.7 - Caratteristiche climatiche mensili Comune di Milano, F. Butera, Architettura e ambiente, Milano, 1995

I valori di precipitazione mensile sono leggibili dal grafico sottostante

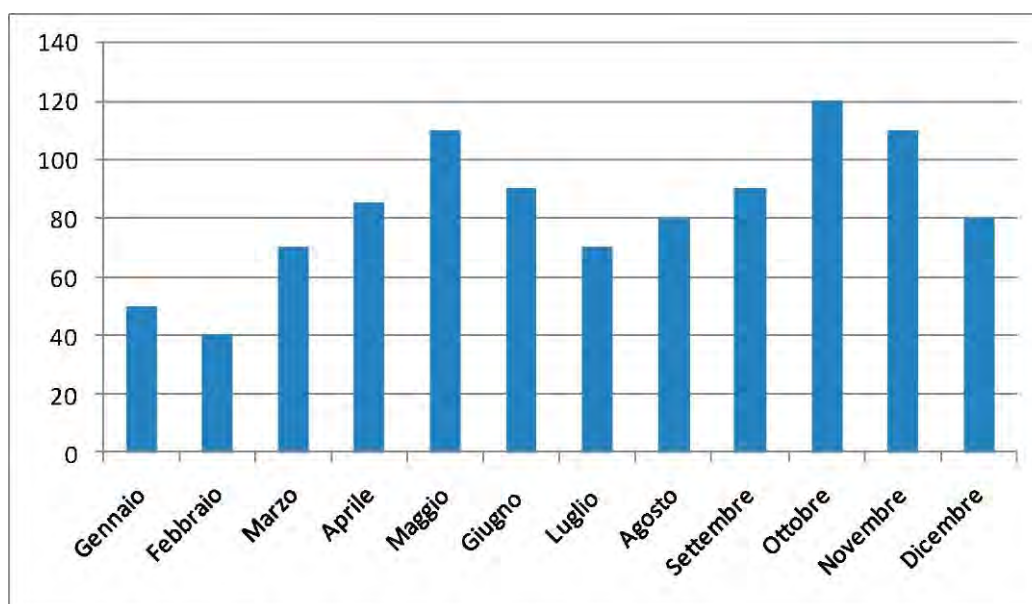


Figura 1.8 - Istogramma valori di precipitazione medi mensili (mm)

Il Comune di Milano presenta sensibili valori di umidità relativa nei mesi di ottobre, novembre e dicembre.

Milano	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Umidità relativa media	85	80	80	75	65	65	55	65	80	90	90	90

Figura 1.9 - Umidità media relativa

I valori maggiori di irradiazione diretta si registrano nel mese di luglio (16,5), mentre quelli di irradiazione diffusa nel mese di giugno (8,3)

Milano	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Hd (diffusa)	2,3	3,5	5,2	6,7	7,9	8,3	7,5	6,9	5,6	3,9	2,5	2,0
Hb (diretta)	1,5	3,2	6,5	9,8	12,1	13,9	16,5	12,5	8,4	4,5	1,9	1,3

Figura 1.10 - Indicazioni valori irradiazione diretta e diffusa mensile

Il vento spira con intensità maggiore in primavera da Nord (12,9), in estate da Nord-Est (10,0) in autunno da Nord (10,0) e in inverno da Nord e Nord-Est (10,7)

Km/h	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Velocità media stagionale
PRIMAVERA	12,9	12,3	9,9	20,0	9,7	9,3	8,6	10,1	10,6
ESTATE	9,5	10,0	9,4	8,8	8,7	7,6	7,3	8,4	8,9
AUTUNNO	10	9,5	9,9	9,4	7,2	6,9	6,8	8,1	9
INVERNO	10,7	10,7	8,2	7,6	7,1	6,9	7,0	8,4	9,3

Figura 1.11- indicazione valori di intensità e orientamento del vento stagionale

1.4 Analisi demografiche

Per un corretto approccio progettuale è importante capire quali sono le dinamiche e le caratteristiche della demografia del Comune di Milano.

Si è fatto riferimento ai dati forniti dal S.I.Ce (Sistema Informativo Censimenti) riferiti al censimento 2001.

Le proiezioni della popolazione e delle famiglie sono il risultato di rigorosi modelli statistici che consentono di tracciare alcuni possibili "scenari demografici" futuri, sulla base di tre elementi fondamentali:

- Caratteristiche attuali della popolazione.
- Linee di tendenza più recenti della fecondità, mortalità e migrazione.
- Ipotesi sulle possibili evoluzioni future di queste stesse linee di tendenza.

Da questa banca dati è possibile notare che nell'anno 2007 si stima in zona 4 una maggiore concentrazione di popolazione con età compresa tra i 40 e 64 anni, inoltre confrontando tra zone si nota che la maggior concentrazione di anziani risulta essere presente nelle zone 4,6,7 con un massimo in zona 8.

Zona	0-14	15-39	40-64	65 e +	totale
1	13696	27212	36109	20929	97946
2	17458	43296	49727	29888	140369
3	16812	38762	49102	32922	137598
4	18566	41432	51553	37105	148656
5	14590	34578	40950	27589	117707
6	17580	33858	49996	37857	144291
7	21955	44817	59254	40738	166764
8	22197	47126	61012	44959	175294
9	21830	50986	59902	37898	170616
MILANO	164684	367067	457605	309885	1299241

Figura 1.12- Popolazione stimata (base 2007)

Negli ultimi anni la zona 4 ha subito una notevole trasformazione: gli insediamenti industriali in completo disuso sono divenuti complessi prettamente residenziali nei quali si ipotizza una possibile inversione di tendenza rispetto ai dati rilevati e, di conseguenza, può essersi verificato uno "svecchiamento" della popolazione.

Capitolo 2

ANALISI DELL'AREA DI PROGETTO

Analizzando il tessuto urbano è possibile notare che l'area risulta vicina alla stazione ferroviaria di Porta Romana, alla fermata "Lodi" della metropolitana milanese e alle fermate di autobus e tram situate precisamente in Piazza Emilio Salgari.

Più problematico risulta il collegamento con l'esterno in quanto si evidenzia il solo accesso da via Cadolini, mentre gli altri lati del lotto confinano con altri edifici o, addirittura, con la fascia di rispetto ferroviaria.

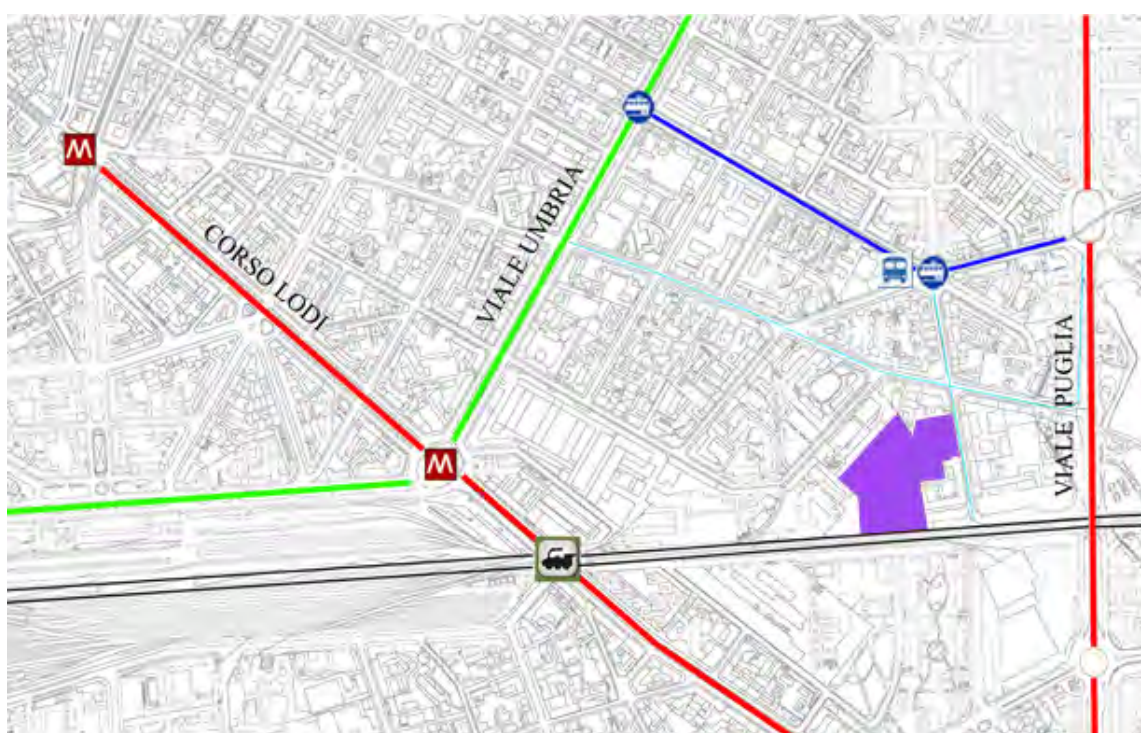


Figura 2.1 - Analisi viabilità

LEGENDA

- Viabilità Principale
- Viabilità Secondaria
- Viabilità di quartiere
- Terza Cerchia Muraria
- Linea Ferroviaria
- Stazione Fs Porta Romana
- Fermata Metropolitana
- Fermata Tram
- Fermata Autobus

Il lotto presenta un'estensione di poco più di 25000 mq di cui 10700 mq edificati. La parte costruita è quindi composta da 4 edifici la cui ultima destinazione d'uso è stata quella di uffici, 1 centrale termica e 1 capannone industriale. La loro descrizione verrà approfondita nei capitoli seguenti.

Al fine di rendere subito comprensibile lo studio dello stato di fatto si è deciso di catalogare gli edifici con dei codici. Si è deciso di dare all'edificio una lettera seguita da un numero che indica la porzione di fabbricato identificata.

Si è partiti dalla lettera A che identifica l'edificio principale fino alla lettera F che localizza un capannone industriale nel lato ovest del lotto.

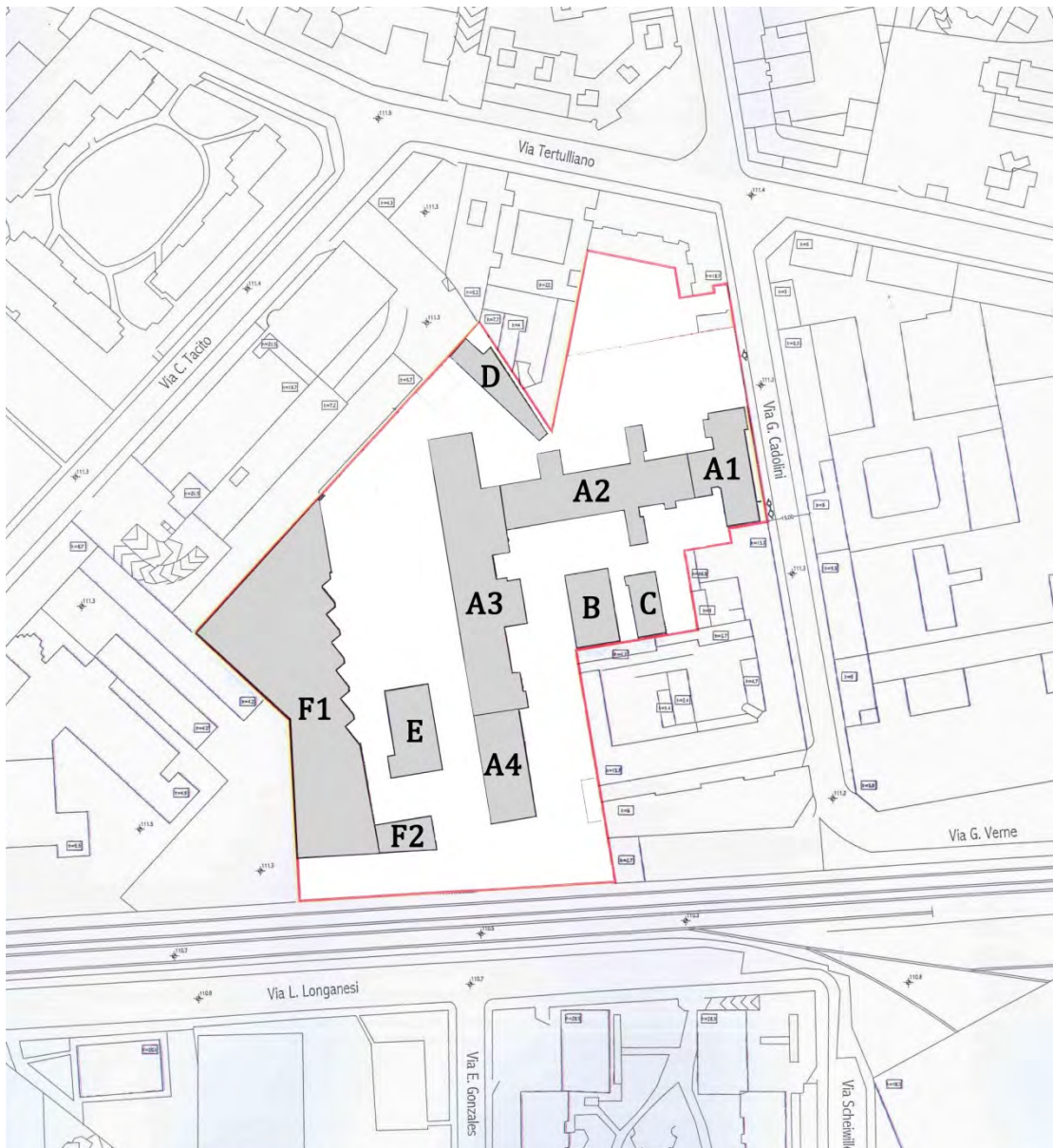


Figura 2.2 - Catalogazione fabbricati

2.1 Inquadramento e descrizione del contesto

La zona adiacente si presenta ricca di edifici ad uso abitativo, di recente costruzione, tutti con una forte presenza di verde, concorde con le ultime strategie del Comune per rendere più vivibile la città.

Più a est il territorio dimostra di avere ancora potenziale per espandersi in quanto contiene alcuni spazi non costruiti, utilizzati come piazzali per manifestazioni fieristiche. Rimangono comunque di forte presenza, in questa zona, le arterie di viabilità principale, la ferrovia e la zona industriale del mercato ortofrutticolo.

Nonostante l'alta densità abitativa si può notare quanto il settore commerciale sia poco presente in un'area che, ad una prima analisi, parrebbe dare grandi prospettive a qualsiasi piccolo imprenditore che voglia aprire una propria attività. In effetti queste considerazioni sono state fatte in passato dai cittadini milanesi ma la maggior parte delle azioni intraprese hanno avuto un successivo fallimento. Lo dimostrano gli svariati negozi chiusi, le serrande abbassate con insegne di fallimento o trasferimento in zone probabilmente più redditizie. Gli unici esercizi che rimangono in vita sono bar, tabacchi e negozi alimentari, piccoli minimarket che servono le famiglie del quartiere. Ma di famiglie nel quartiere ce ne sono tante, perché allora un impatto così negativo sul settore commerciale?

Milano è una città dalle due facce: da un lato il centro città e la zona di movida notturna, prosperose e attive nel settore; dall'altro la periferia, utilizzata solo per il ricovero delle persone, satura di traffico di giorno, spenta e desolata di sera.

Il problema sembra proprio essere questo, la maggior parte delle persone lavora tutto il giorno e quando esce dall'ufficio preferisce recarsi in centro o tuffarsi in un centro commerciale per la spesa. Questo si ripercuote quindi su tutto il settore di vendita e rende una zona viva solo a livello viabilistico, per portare i figli a scuola e per andare a lavorare. Un primo passo verso il miglioramento è stato fatto dal Comune obbligando tutte le nuove costruzioni ad avere un ampio parco pubblico che invogliasse gli abitanti a vivere almeno il verde e in qualche modo smuovere un po' la viabilità pedonale, indispensabile per i negozi.

Attraverso la riqualificazione dell'area ex Plasmon si vuole creare un polo attrattivo capace di incrementare l'afflusso di persone e riattivare così il ciclo commerciale dei quartieri limitrofi.



Figura 2.3 - Via Tertulliano ben rappresenta la condizione della zona adiacente all'area di progetto; sulla destra è ben visibile il cartello "affittasi" sulla saracinesca abbassata di un negozio. In fondo si nota un bar tavola calda. Immagine prelevata tramite Google Maps.

2.2 Analisi fotografica

E' seguita una rappresentazione fotografica dello stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico, ripresi da luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali è stato possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

In particolare, la rappresentazione dei prospetti e degli skylines è stata estesa anche agli edifici contermini, secondo le principali prospettive e visuali da cui l'intervento è visibile.

E' stata particolarmente curata l'indagine dei colori, dei materiali esistenti e prevalenti dalle zone più visibili, documentata con fotografie che sono servite per studiare soluzioni adatte al giusto inserimento del progetto sia nel contesto paesaggistico che nell'area di intervento.

L'analisi fotografica è servita anche per curare l'adeguatezza architettonica (forma, colore, materiali, tecniche costruttive, rapporto volumetrico con la preesistenza), del nuovo intervento con l'oggetto edilizio preesistente e con l'intorno, cercando criteri di continuità paesaggistica che contribuiscano a migliorare la qualità complessiva del contesto.

Per la visione di tale indagine si rimanda alle tavole in allegato.

2.3 Evoluzione storica del lotto

Dopo un'analisi dell'evoluzione urbanistica di Milano si è voluto analizzare l'edificio dal punto di vista storico per cercare spunti relativi alle nuove funzioni da inserire nel lotto e per un possibile utilizzo di determinati materiali.

Inizialmente si sono studiati i PRG storici presenti nel Portale Cartografico del Comune di Milano²⁶ i quali hanno rivelato che nel 1953 la fabbrica Plasmon in via Cadolini non era ancora stata edificata.

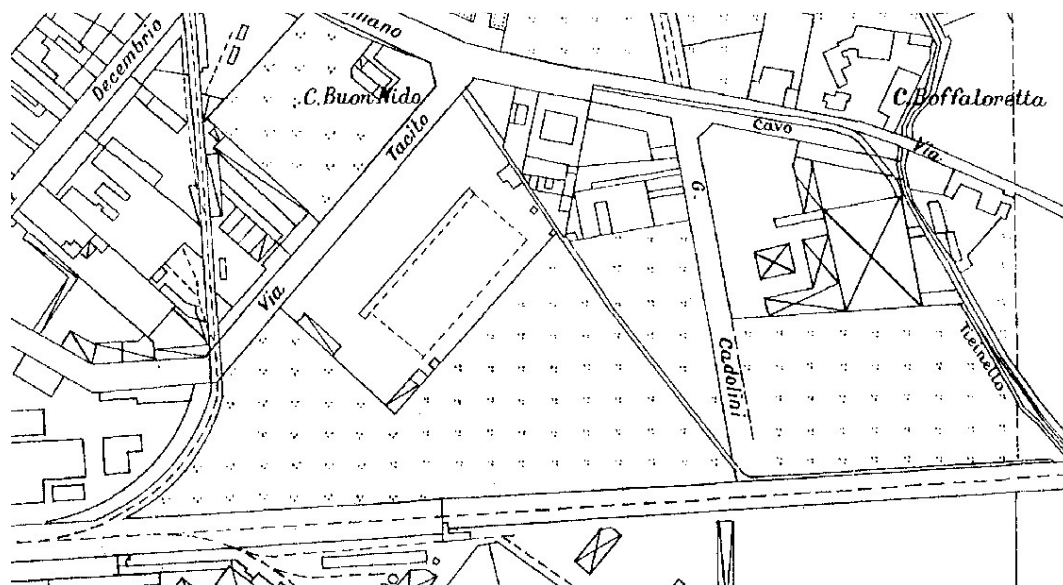


Figura 2.4 - Piano di ricostruzione del 1946: si può notare come il lotto sia ancora terreno agricolo.



Figura 2.5 - PRG 1953: consultando la legenda si evince che il terreno era destinato alla costruzione di piccole e medie industrie.

²⁶<http://www.comune.milano.it/sit2006>

E' seguita quindi un'indagine propriamente concentrata sulla storia del gruppo Plasmon e si è scoperto che la costruzione dello stabilimento è cominciata proprio nel 1953, dopo che la distruzione della vecchia fabbrica di via Archimede nel 1943 a causa dei bombardamenti aveva causato lo spostamento della produzione in sedi provvisorie esterne a Milano.

Nel 1956 il cantiere viene terminato e lo stabilimento si trasferisce definitivamente.

Questo viene documentato attraverso la Carta Tecnica Comunale del 1956 che evidenzia l'edificazione dei fabbricati A1 e A2.

Il blocco formato dai fabbricati A3 si presume si stato aggiunto in tempi successivi, nella seconda parte degli anni 50 poiché dal sopralluogo è emersa una diversità strutturale rispetto ai blocchi precedenti.



Figura 2.6 - Vecchia pubblicità promozionale. E' interessante notare, in alto, la rappresentazione di una sola parte dell'edificio principale di via Cadolini. <http://www.plasmon.it/tutto-su-plasmon/100-anni-di-storia>.

Una seconda fase di espansione del lotto ha portato alla realizzazione, tra la fine degli anni 50 e la metà degli anni 60, degli edifici A4, B,C,D,E,F; questo viene testimoniato dalla Carta Tecnica Comunale del 1965.

Approfondendo la ricerca²⁷ è stato possibile capire quali potevano essere le funzioni dei vari edifici e dei piani dell'intero lotto.

Infatti dal piccolo stabilimento eretto, grazie all'espansione economica e produttiva, la Plasmon si eleva in altezza aggiungendo piani all'edificio principale per far posto a più linee produttive, dalla fase di impastamento all'estrusione dell'impasto fino alla cottura.

²⁷G. Bastetti, Associazione culturale QUATTRO, giornale di informazione e cultura della Zona Vittoria Forlanini, articolo del mese di Marzo 2009, fonte : http://www.quattronet.it/104_marzo_09/104_plasmon.htm.

Successivamente l'azienda viene acquistata dal gruppo americano Heinz: viene installata una linea per la produzione di Omogeneizzati che già la Heinz aveva sul mercato americano e vengono introdotti nuovi prodotti.

Si partiva da materie prime fresche come carni, verdure e frutta che venivano prima processate come tali e poi inserite nelle formule studiate per la linea di piccoli pasti pronti in vasetti di vetro, pastorizzati o sterilizzati attraverso un'operazione tecnologica che prevedeva una cottura in corrente di vapore ad alta temperatura, disaerazione per eliminare l'aria incorporata, inflaconamento sotto vuoto e stabilizzazione finale, con un'accurata serie di controlli in linea e in laboratorio.

La produzione avveniva partendo dall'alto e la fase di controllo e di inscatolamento avveniva nei piani più bassi.

Erano presenti nell'area anche tutti i settori amministrativo, commerciale e di marketing i quali si trasferirono, in un secondo momento, prima in via Garibaldi ed infine nella sede attuale di via Ripamonti.

Tutto il settore produttivo fu infine portato a Latina e in altri siti produttivi dislocati nel resto d'Italia.



Figura 2.7 - Foto storica dell'ingresso di via Cadolini (fonte Associazione culturale QUATTRO, giornale di informazione e cultura della Zona Vittoria Forlanini).

Un sopralluogo ha permesso di constatare che dopo il trasferimento l'edificio principale è stato adibito ad uffici prima di essere definitivamente abbandonato e lasciato al degrado, stato in cui ad oggi tutta l'area si trova.

2.4 Analisi pieni e vuoti

Questa analisi viene realizzata indicando le aree edificate e mettendo in evidenza il vuoto urbano. Da questa analisi si può notare una parte a Nord con più alta densità abitativa, una a Sud con maggior presenza di vuoto, corrispondente alle recenti riqualificazioni delle aree industriali in residenziale ed infine una zona a est, in parte occupata dal parco Alessandrini, ma in parte non edificata.



Edificato
Non edificato

Figura 2.8 Analisi pieni e vuoti

2.5 Analisi del verde

Dall'analisi del verde urbano si denota, soprattutto per la parte più a sud del lotto, la volontà del comune di Milano di aumentare queste aree all'interno dei nuovi lotti edificati.

Si identifica una forte presenza di verde privato, tipico delle case di corte presenti a Nord, mentre il parco Alessandrini si identifica ad Est come grande parco pubblico dell'intera zona.

L'area di progetto risulta completamente cementificata nelle sue parti non costruite; l'analisi svolta servirà dunque da stimolo per progettare ampi spazi naturali tra gli edifici riqualificati.

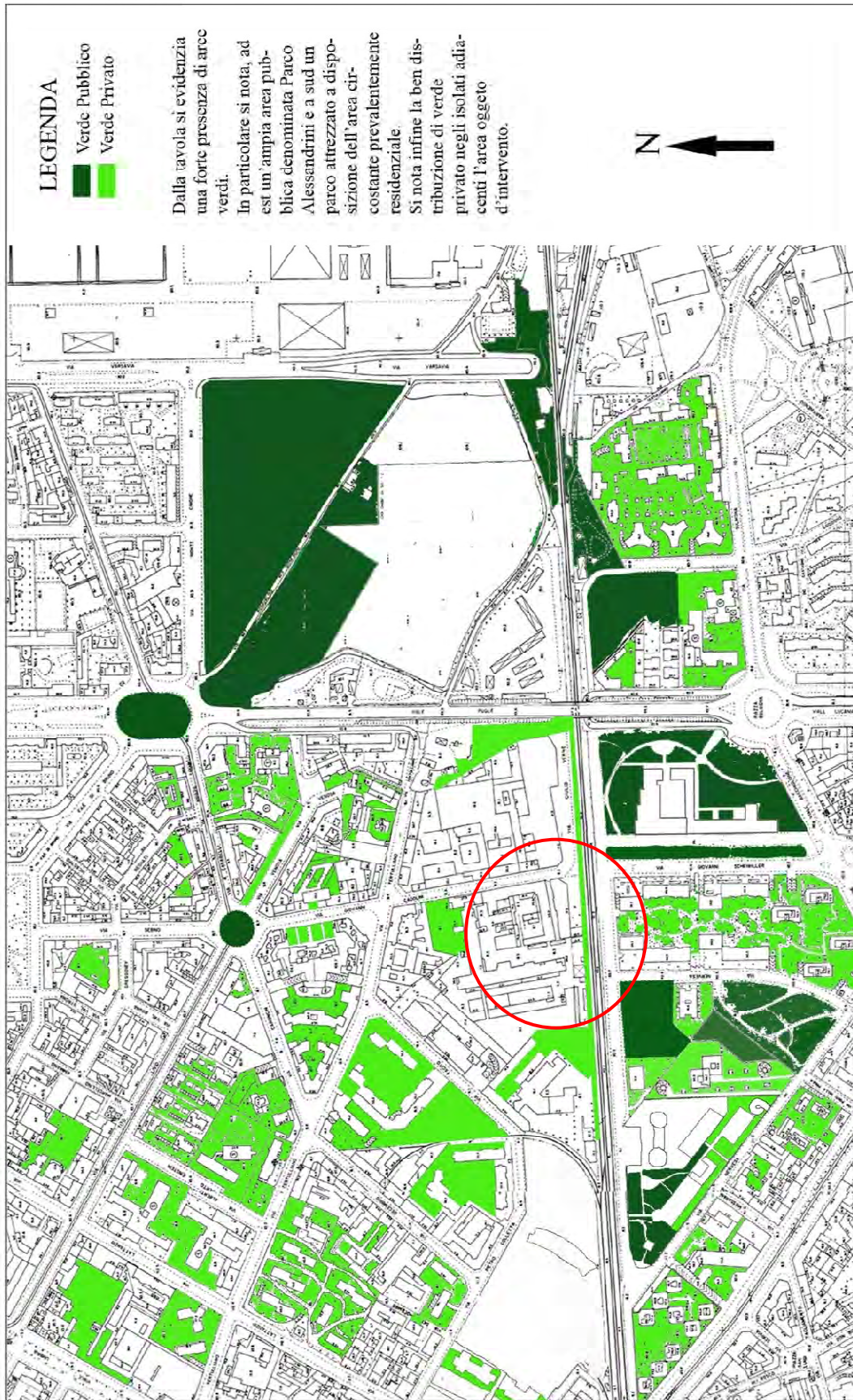


Figura 2.9 Analisi del verde

2.6 Analisi Forze Debolezze Opportunità e Minacce

Dall'analisi del contesto urbano è possibile determinare le forze e le debolezze presenti.

L'esame dei punti di forza è una leva per costruire valide idee di progetto.

Le debolezze sono fattori che sottraggono forza alle potenzialità dell'area. Tuttavia, una volta riconosciute, possono essere nascoste o limitate grazie ad un'attenta progettazione.

Per quanto riguarda l'area di progetto:

- Le *forze* sono la vicinanza alla viabilità principale, alla stazione di Porta Romana e le grandi metrature a disposizione. Questo perché le prime permettono un accesso più veloce al lotto da ogni parte della città e le seconde danno una maggiore libertà nella progettazione degli spazi.
- Le *debolezze* sono la lontananza dal centro storico e dai principali poli attrattivi, l'accesso da via Cadolini, l'unico oggi possibile e costituito da una strada chiusa ed infine la difficoltà di collegamento diretto della via d'ingresso con la viabilità principale. Questi fattori potrebbero limitare la permeabilità dell'area da parte dei cittadini. Sarà obiettivo della progettazione dunque aprire il più possibile il lotto alle aree adiacenti.

L'analisi successiva riguarda l'individuazione delle opportunità e delle minacce che le forze e le debolezze del progetto scaturiscono.

Le opportunità riflettono il potenziale che l'area possiede e che può essere sfruttato nelle strategie di progetto.

Le minacce sono degli effetti negativi che possono scaturire dopo la realizzazione dell'opera come eventi sfavorevoli e possono intaccare la buona riuscita del lavoro realizzato.

Nello studio in esame:

- Le *opportunità* riconosciute sono l'alta presenza di verde e di edifici residenziali, la vicinanza della stazione ferroviaria e la centralità del lotto rispetto alle università milanesi. Le prime permetterebbero un maggiore flusso di persone che già abitano la zona e la seconda permette di raggiungere tutte le strutture universitarie impiegando lo stesso tempo.
- Le *minacce* sono la ferrovia e l'isolamento dell'area in quanto la prima presenta un forte vincolo nella progettazione e la seconda non favorisce il movimento di persone, indispensabile per la vita del nuovo lotto.

2.7 Analisi dei vincoli

Consultando la carta litologica inserita nel PGT di Milano si nota che l'area di progetto risulta avere caratteristiche G2, terreno ghiaioso con sabbia debolmente limosa.

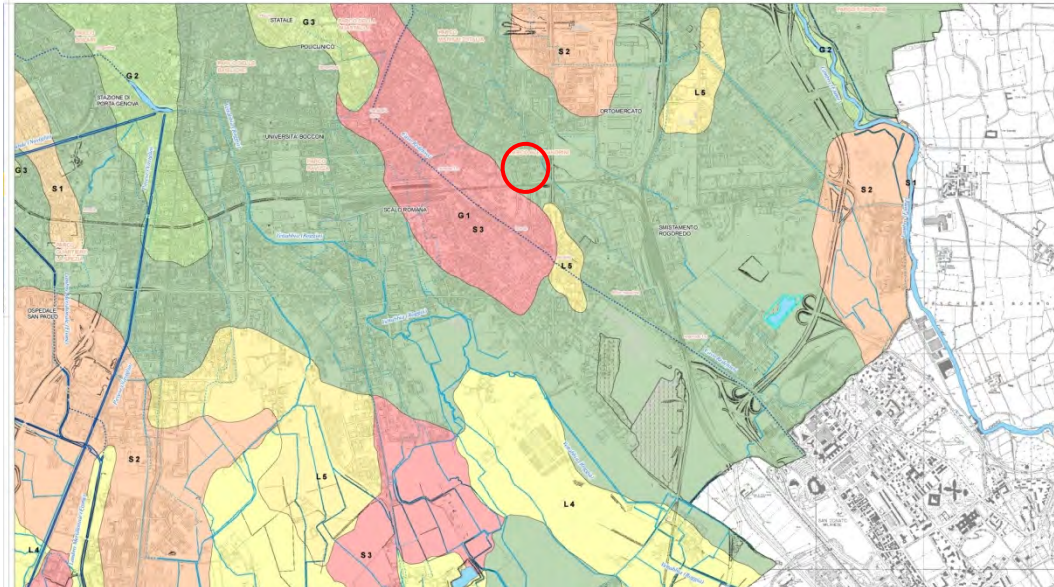


Figura 2.10 - Estratto PGT Milano, Carte litologica tavola ¼

Consultando la carta idrogeologica inserita nel PGT di Milano si nota che l'area di progetto non presenta vincoli idrogeologici

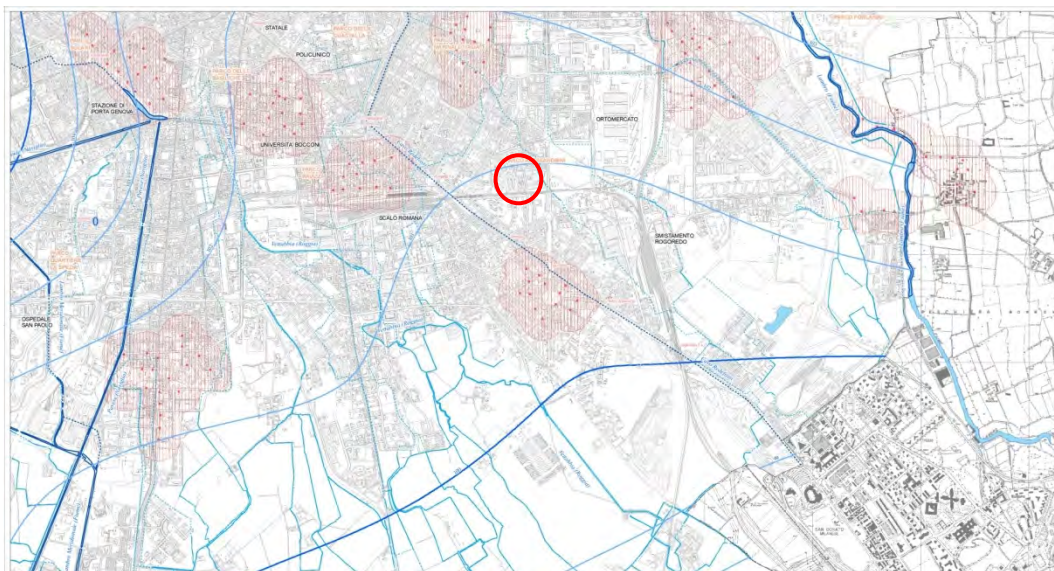


Figura 2.11 - Estratto PGT Milano, Carta idrogeologica tavola 3/4

Consultando la relazione illustrativa del PGT di Milano si può constatare che tutta l'area del Comune risulta essere in zona sismica 4, zona a bassa sismicità. La sismicità del territorio risulta inoltre legata alla sola presenza di attività neotettonica, cioè a movimenti tettonogenici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e gli ultimi 5,2 milioni di anni. Nella Carta neotettonica dell'Italia (Ambrosetti et al., 1987) il territorio del comune di Milano appartiene interamente ad un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene ed il Quaternario.

Il territorio di Milano viene definito a "bassa sismicità" e pertanto escluso dall'applicazione delle procedure di controllo previste dalla L.R. 46/85.

Un'ulteriore conferma viene inoltre fornita dall'*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* il quale conferma le considerazioni sopra riportate.

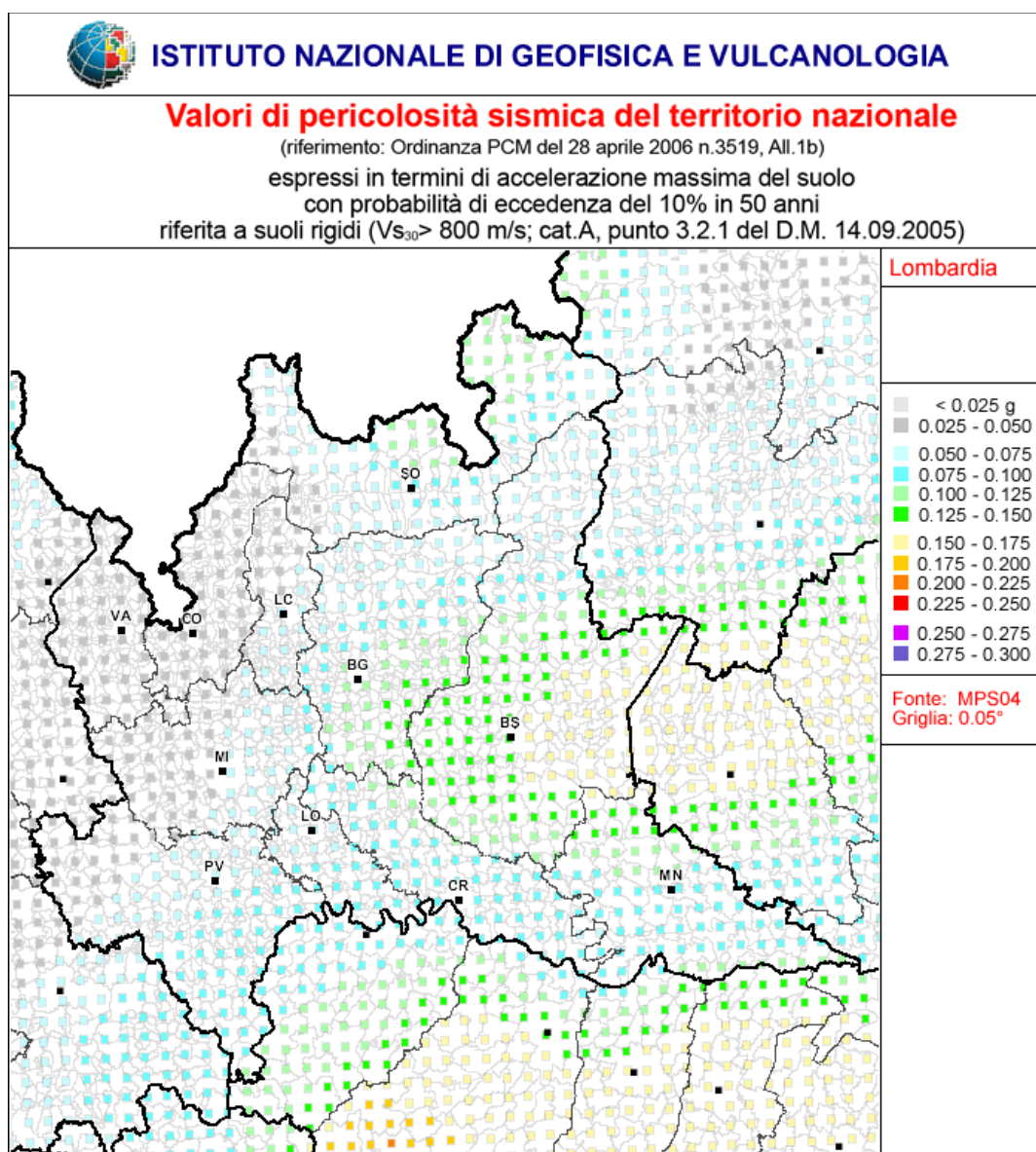


Figura 2.12 - Tavola sismica

Per quanto concerne i vincoli relativi alla tutela dei beni architettonici, alla qualità ed alla tutela del paesaggio, alla tutela dei beni storici e artistici è stata consultata la *direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee* (PaBAAC), la quale ha realizzato il SITAP, *Sistema informativo territoriale ambientale e paesaggistico* con l'obiettivo di catalogare, in un'unica banca dati, tutte le aree sottoposte a vincolo paesaggistico dichiarate di notevole interesse pubblico dalla legge n. 1497 del 1939 e dalla legge n. 431 del 1985 (oggi ricomprese nel decreto legislativo n.42 del 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio"). Si può notare dunque che l'area di progetto non è soggetta ad alcun tipo di vincolo paesaggistico.



Figura 2.13 - Stralcio di mappa del SITAP

2.8 Analisi dei poli attrattivi

Nell'analisi vengono localizzati i principali poli attrattivi della città di Milano. Sono stati riconosciuti in primo luogo il Duomo e il Castello Sforzesco i quali identificano anche la zona centrale della città mostrandone la distanza dal progetto.

In un secondo momento sono stati inseriti la Stazione Centrale, Lo stadio Meazza, il polo fieristico e per ultimo il mercato ortofrutticolo a causa della sua stretta vicinanza al lotto. E' stato importante anche rilevare il posizionamento delle università, concordi con l'analisi FDOM effettuata.

Nella tavola sono ben visibili anche le cerchie di Milano e la relativa posizione dell'area rispetto ad esse.

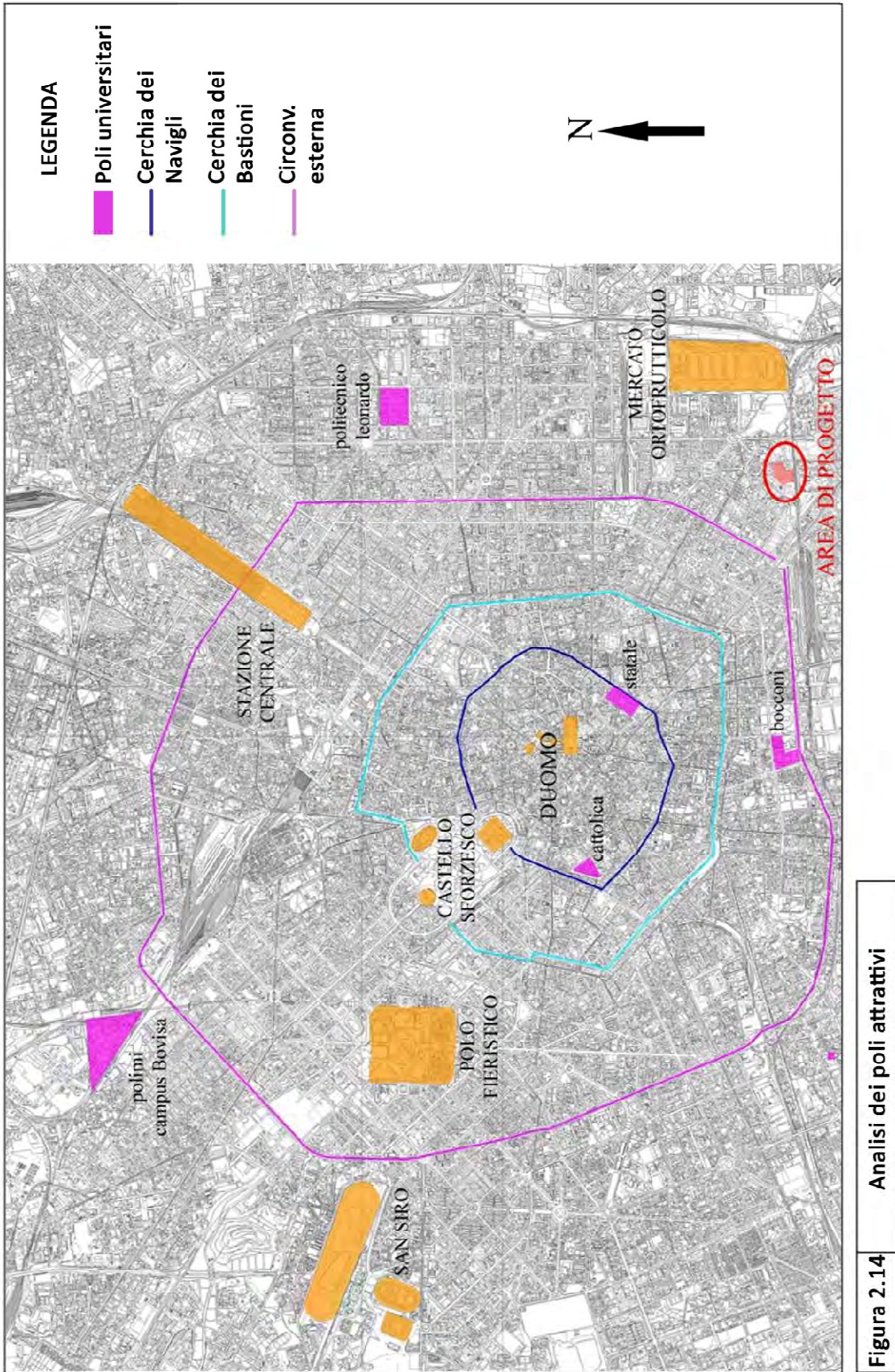


Figura 2.14 Analisi dei poli attrattivi

2.9 Catalogazione dei fabbricati esistenti

Dopo un'analisi conoscitiva generale e improntata maggiormente sulla conoscenza del contesto esterno all'area, si è voluto approfondire l'interno del lotto, andando ad effettuare la catalogazione dei fabbricati esistenti.

La conoscenza diretta dell'oggetto è cominciata con una serie di sopralluoghi in situ che hanno permesso un rilievo dettagliato dell'oggetto di recupero. Si sono analizzate le relazioni tra i vari edifici all'interno dell'area, nonché la loro conformazione, la struttura, gli interni, le tipologie di muratura, la pavimentazione, il soffitto, i serramenti interni ed esterni.

Un'accurata documentazione fotografica ha permesso di giungere ad una classificazione degli edifici con lo scopo di avere uno strumento di sintesi che permettesse una facile lettura e consultazione nella fase progettuale.

Non è stato possibile effettuare delle riprese frontali in quanto la vicinanza dei vari edifici e la loro notevole altezza non ne permetteva tale ripresa.

Di seguito vengono riportate le schede di catalogazione dei fabbricati identificati attraverso un codice, l'individuazione dell'edificio (fotografia e la localizzazione in pianta), l'anno di edificazione, la destinazione d'uso e i dati geometrici, nonché le tecnologie costruttive e la struttura.

SCHEDA DI LETTURA DELLE SCHEDE DI CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI	Cod: CFEa C: catalogazione F: fabbricati E: esistenti a: edificio a 1:fabbricato
---	---

Edificio: Indicazione del fabbricato in oggetto

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
Fotografia del fabbricato in oggetto	Localizzazione in pianta dell'edificio in oggetto

Anno di edificazione:	Indicazione dell'anno di edificazione dell'edificio
------------------------------	---

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
piano seminterrato				
piano rialzato				
1° piano	Indicazione delle destinazioni d'uso e dei metri quadri dei locali del fabbricato in oggetto suddivisi per piani			
2° piano				
3° piano				
4° piano				


Tecnologia costruttiva e struttura	Descrizione sintetica della costituzione dell'edificio: numero di piani e altezza complessiva
	CHIUSURE VERTICALI Descrizione della stratigrafia delle chiusure verticali dell'edificio in oggetto e dei relativi serramenti
	CHIUSURE ORIZZONTALI Descrizione della stratigrafia delle chiusure verticali e della copertura dell'edificio in oggetto
	PARTIZIONI VERTICALI Descrizione della stratigrafia delle partizioni verticali dell'edificio in oggetto
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Descrizione della stratigrafia delle partizioni orizzontali dell'edificio in oggetto e dei relativi serramenti

Note:

Descrizione di eventuali cambiamenti di destinazioni d'uso subiti negli anni dall'edificio in oggetto

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFEA1**

Edificio: Fabbricato A1

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: 1953-1956

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
piano seminterrato	894 mq legati alla produzione	894	3,9	3487
piano rialzato	292 mq produttivi 466 mq uffici	758	3,3	2502
1° piano	410 mq legati alla produzione 581 mq uffici	991	3,3	3270
2° piano	961 mq legati alla produzione	961	3,3	3172
3° piano	574 mq legati alla produzione 352 uffici	926	3,3	3056
4° piano	495 mq legati alla produzione 31 mq uffici	526	3,3	1736

Tecnologia costruttiva e struttura	Edificio costituito da quattro piani fuori terra, piano rialzato ad 1,7m di altezza dalla quota del terreno. Altezza complessiva di 19,36m
	CHIUSURE VERTICALI Mattoni pieni da rivestimento, posti in opera a faccia a vista; i serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Struttura a falde inclinate realizzata in latero-cemento e con manto di copertura realizzato in tegole di laterizio a innesto; la parte piana calpestabile è rivestita da conglomerato bituminoso.
	PARTIZIONI VERTICALI Tavolati in laterizio forato (tramezza 8x24x30cm) con strato di finitura in stabilitura a raso con intonaco a civile (spessore 0,5cm).
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:

L'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
 Piano rialzato: 86 mq convertiti a uffici
 3° piano: 121 mq convertiti a uffici
 4° piano: 31 mq convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFEA2**

Edificio: Fabbricato A2

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: 1953-1956

Destinazione d'uso	Dati geometrici:		
	Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
piano seminterrato	1334	3,90	5202
piano rialzato	1310	3,30	4323
1° piano	1310	3,30	4323
2° piano	1270	3,30	4191
3° piano	1273	3,30	4201
4° piano	1270	3,30	4191

Tecnologia costruttiva e struttura	Edificio costituito da quattro piani fuori terra, piano rialzato ad 1,7m di altezza dalla quota del terreno. Altezza complessiva di 19,36m
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato, con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Struttura a falde inclinate realizzata in latero-cemento e con manto di copertura in tegole di laterizio a innesto.
	PARTIZIONI VERTICALI Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile.
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:

l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
 Piano rialzato: 151 mq convertiti a uffici
 1° Piano: 350 mq circa convertiti a uffici
 2° Piano: 61 mq convertiti a uffici
 3° Piano: 32 mq convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFEA3**

Edificio **Fabbricato A3**

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: seconda metà anni '50

Destinazione d'uso	Dati geometrici:		
	Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
piano seminterrato	1556	3,90	6068
piano rialzato	1564	3,30	5161
1° piano	1612	3,30	5319
2° piano	1612	3,30	5319
3° piano	1612	3,30	5319
4° piano	1570	3,30	5181

Tecnologia costruttiva e struttura	Edificio costituito da quattro piani fuori terra, piano rialzato ad 1,7m di altezza dalla quota del terreno. Altezza complessiva di 19,36m
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Struttura a falde inclinate realizzata in latero-cemento, con manto di copertura realizzato in tegole di laterizio a innesto
	PARTIZIONI VERTICALI Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile.
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:
l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
1° Piano: 350 mq circa convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI Cod: CFEAA4

Edificio: Fabbricato A4

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: fine anni '50 inizio anni '60

Destinazione d'uso	Dati geometrici:		
	Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
piano seminterrato	1118	3,90	4360
piano rialzato	984	3,30	3247
1° piano	944	3,30	3115
2° piano	944	3,30	3115
3° piano	944	3,30	3115
4° piano	985	3,30	3250

Tecnologia costruttiva e struttura	Edificio costituito da quattro piani fuori terra, piano rialzato ad 1,7m di altezza dalla quota del terreno. Altezza complessiva di 19,36m
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento.
	PARTIZIONI VERTICALI Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile..
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:
l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
1° piano: 350 mq circa convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI	Cod: CFEB
---	------------------

Edificio: Fabbricato B

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione:	1953-1965
------------------------------	-----------

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
Piano terreno	Centrale termica	240	8,2	1968

Tecnologia costruttiva e struttura	L'edificio si sviluppa a tutta altezza partendo dal piano di campagna. Altezza complessiva di 8,2m
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato, con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento rivestito da conglomerato bituminoso.

Note:
Nell'edificio è presente una ciminiera alta circa 25m utilizzata per l'evacuazione dei fumi durante il ciclo di produzione di energia elettrica e di riscaldamento per il complesso industriale

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI Cod: CFEC

Edificio: Fabbricato C

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: 1953-1965

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumentria [mc]:
Piano seminterrato	206 mq uffici 4 mq legati alla produzione	210,87	3,90	822,39
Piano rialzato	198 mq uffici	198,63	3,30	655,50
1° piano	195 mq uffici 16 mq legati alla produzione	210,97	3,30	696,20
2° piano	125 mq uffici	125,40	3,30	413,80

Tecnologia costruttiva e struttura	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato, con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento rivestito da conglomerato bituminoso.

Note:
 l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
 Piano seminterrato: 206 mq convertiti a uffici
 Piano rialzato: 198 mq convertiti a uffici
 1°Piano: 195 mq convertiti a uffici
 2°Piano: 125 mq convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFED**

Edificio: Fabbricato D



Anno di edificazione: 1953-1965

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
Piano terreno	357 mq legati alla produzione	357	3,30	1178
1°Piano	352 mq uffici 36 mq legati alla produzione	388	3,30	1280

Destinazione d'uso	
Piano terreno	357 mq legati alla produzione
1°Piano	352 mq uffici, 36 mq legati alla produzione

Tecnologia costruttiva e struttura	<p>CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato, con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.</p>
	<p>CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento rivestito da conglomerato bituminoso.</p>
	<p>PARTIZIONI VERTICALI Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile. Divisori ufficio in telaio di alluminio, anima in cartone alveolare con rivestimento in lastre di formica.</p>
	<p>PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte). Pavimento galleggiante con struttura in materiale metallico e anima in materiale plastico. Controsoffittatura realizzata con struttura portante appesa all'intradosso della soletta e pannelli di tamponamento in cartongesso.</p>

Note:
l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
1°Piano: 352 mq convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI

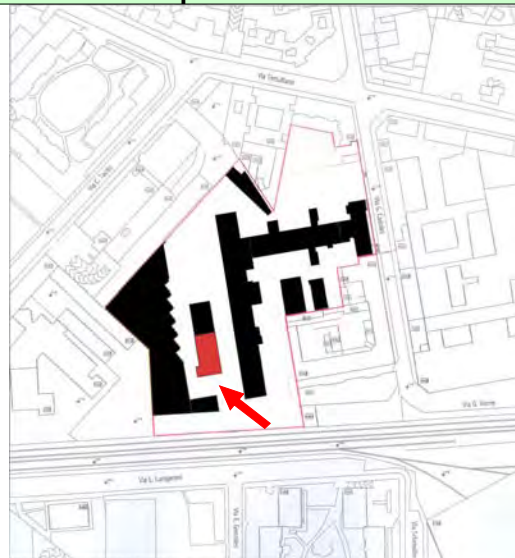
Cod: CFEF

Edificio: Fabbricato E

Rilievo fotografico



Localizzazione in pianta



Anno di edificazione:

1953-1965

Destinazione d'uso

Dati geometrici:

		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
Piano terreno	824 mq legati alla produzione 30 mq uffici	854	3,30	2818
1°Piano	854 mq legati alla produzione	854	3,30	2818
2°Piano	488 mq legati alla produzione	488	3,30	1611

Tecnologia costruttiva e struttura

Edificio costituito da tre piani fuori terra. Altezza complessiva di 10m circa.

CHIUSURE VERTICALI

Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.

CHIUSURE ORIZZONTALI

Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento rivestito da conglomerato bituminoso.

PARTIZIONI VERTICALI

Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile.

PARTIZIONI ORIZZONTALI

Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:

l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).

Piano terreno:30 mq convertiti a uffici

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFEF1**

Edificio: Fabbricato F1

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	


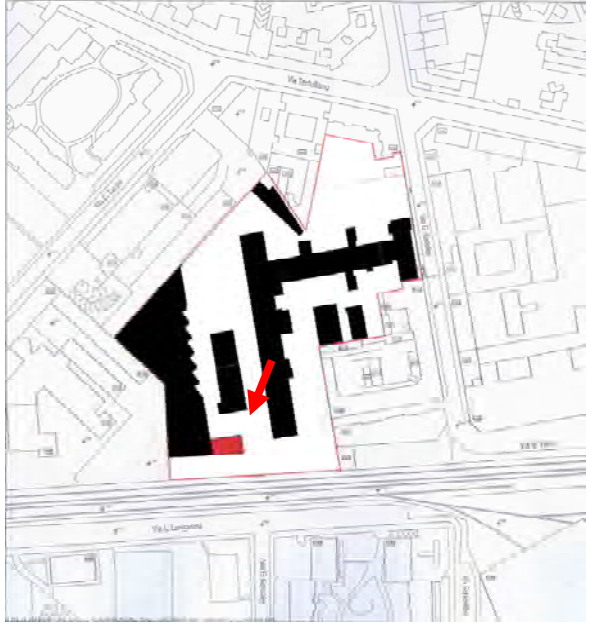
Anno di edificazione: 1953-1965

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
Piano rialzato	3680 mq legati alla produzione	3680	8,10	29808

Tecnologia costruttiva e struttura	Capannone industriale costituito da un piano unico che si sviluppa tutta altezza 11m, a partire da quota +1,44m		
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in acciaio con elementi di tamponamento per una parte in laterizio forato e strato di finitura in intonaco e per la restante parte in lamiera grecata in alluminio. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.		
	CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile con struttura di travi reticolari in acciaio e finitura esterna con pavimentazione calpestabile per esterni rivestita in conglomerato bituminoso.		

CATALOGAZIONE DEI FABBRICATI ESISTENTI **Cod: CFEF2**

Edificio: Fabbricato F2

Rilievo fotografico	Localizzazione in pianta
	

Anno di edificazione: 1953-1965

Destinazione d'uso		Dati geometrici:		
		Superficie lorda [mq]:	Altezza media[m]:	Volumetria [mc]:
Piano seminterrato	161 mq legati alla produzione		3,30	531
Piano terreno	209 mq uffici	209	3,30	690
1°Piano	209 mq uffici 7 mq legati alla produzione	216	3,30	713

Tecnologia costruttiva e struttura	Edificio costituito da 3 piani fuori terra, piano rialzato ad 1,44m di altezza dalla quota del terreno. Altezza complessiva di 11m.
	CHIUSURE VERTICALI Struttura portante realizzata in pilastri in cemento armato, con elementi di tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco. I serramenti sono realizzati in profili di alluminio con vetri trasparenti.
	CHIUSURE ORIZZONTALI Copertura piana calpestabile realizzata in latero-cemento rivestito da conglomerato bituminoso.
	PARTIZIONI VERTICALI Tavolati tamponamento in laterizio forato e strato di finitura in intonaco civile.
	PARTIZIONI ORIZZONTALI Solaio di latero-cemento, costituito da elementi strutturali in calcestruzzo armato paralleli ed equidistanti (travetti), intervallati da blocchi di laterizio aventi funzione di alleggerimento (pignatte).

Note:
 l'edificio ha subito un cambiamento di destinazione d'uso da produttivo a uffici (condono n°373 del 12-05-1994).
 Piano terreno: 209 mq convertiti a uffici
 1° piano: 209 mq convertiti a uffici

2.10 Rilievo geometrico dimensionale e materico

Il rilievo geometrico dimensionale e la sua restituzione grafica rappresentano la base dalla quale verranno elaborate le successive indagini e il vero e proprio progetto. Molto spesso vengono eseguite trilaterazioni rispetto ad edifici limitrofi o a punti di riferimento predefiniti; nel caso in oggetto si è partiti direttamente da carte catastali comunali non avendo la possibilità di accedere liberamente all'area.

Contemporaneamente sono stati rilevati i materiali con i quali gli edifici sono stati realizzati e sono stati tutti riportati in un'unica tavola per semplicità di lettura. Ogni materiale è stato associato ad un numero e ad una lettera creando una tabella di catalogazione dei sistemi e dei subsistemi in base al tipo di materiale.

Tutte le analisi di rilievo vengono riportate relativamente all'edificio catalogato con la lettera A in quanto è il principale ed è quello che accoglierà l'approfondimento di tesi.

Relativamente alla restituzione in pianta si è deciso di allegare all'elaborato di tesi un solo piano, considerato rappresentativo dell'intero edificio.

Per quanto riguarda lo stato di progetto invece si è deciso di approfondire, nei capitoli successivi, tutti i piani.

Per la restituzione grafica di tale indagine si rimanda alle tavole in allegato.

INDICE DIVISIONE SISTEMI E SUBSISTEMI

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	MATERIALE	
A. COPERTURA	A1. ORDITURA	CA cemento armato	1. abete 2. rovere 3. pino 4. granito 5. ardesia 6. rame 7. stagno 8. piombo 9. inox 10. alluminio 11. calce 12. malta cementizia 13. mattone pieno 14. mattone forato 15. PVC 16. malta di calce premiscolata 17. vetro semplice 18. guaina bituminosa	
		M metallica		
		LM latero cemento		
	A2. RIVESTIMENTO	LA laterizi		
		LN lastre naturali		
		LL lastre lamiera		
		GI guaina impermeabile		
	A3. DI SERVIZIO	PL pluviali		
		CG canali di gronda		
		SC scossaline		
		CM comignoli		
	B. MURATURA	B1. STRUTTURA		LA laterizi
				CA cemento armato
EL elementi lapidei				
LE elementi lignei				
MI mista				
B2. TAMPONAMENTO		LA laterizi		
		LE elementi lignei		
		PR lastre prefabbricate		
		PM profili metallici		
		CG cartongesso		
B3 FINITURA		IN intonaco		
		DV davanzale		
C. SERRAMENTI		C1. ORDITURA	LE lignea	
			M metallica	
	C2. CHIUSURA	VT vetro		

2.11 Rilievo tecnologico

Successivamente si è voluto rilevare con quali tecniche è stato realizzato l'edificio. Il problema del rilievo tecnologico è stato spesso costituito dall'impossibilità di vedere come sono state realizzate chiusure o partizioni; per avere certezze sarebbe stato necessario procedere con rilievi strumentali e/o demolizioni parziali. Non essendo stato possibile, si sono fatte ipotesi attendibili incrociando rilievi di dettaglio, come spessori di muri, con soluzioni tipiche desunte da manuali o da edifici simili.

Per la visione di tale rilievo si rimanda alle tavole in allegato.

2.12 Rilievo dello stato di degrado

Il degrado è un fenomeno definito patologico che denuncia uno “stato di sofferenza”; ogni subsistema tecnologico è destinato ad invecchiare, ma se l'invecchiamento avviene in tempi ravvicinati o se le cause esterne hanno indotto fenomeni di guasto o degrado, si deve procedere con interventi mirati e sicuramente differenti dalla normale manutenzione.

Dopo aver semplicemente “fotografato” la situazione dell'edificio A si è scelto di restituire graficamente solo il prospetto Est dei fabbricati A3 e A4 i quali sono risultati i più rappresentativi per questo tipo di analisi.

E' stata quindi elaborata la scheda del degrado macroscopico dei materiali, strumento di partenza per l'elaborazione della diagnosi.

L'insieme delle schede rappresenta in modo esaustivo i differenti tipi di degrado, ma non ha catalogato tutte le manifestazioni caratterizzate dallo stesso fenomeno; per questo tipo di indagine si è proceduto a realizzare una tavola prospettica con le cosiddette “mappature”.

Ogni tipo di anomalia è stata dunque riportata sul prospetto Est dei fabbricati A3, A4 mediante una simbologia la quale permette una restituzione chiara e semplice della mappatura.

Per la visione di tale rilievo si rimanda alle tavole in allegato.

SCHEDA DI LETTURA DELLE SCHEDE DI DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI	Cod: DMMe1 D: degrado M: macroscopico M: materiali A3: indicazione edificio 1: numero progressivo
---	--




Edificio: Indicazione del fabbricato in oggetto

Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica
Pianta	Fotografia

Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16 B3: Subsistema IN: Componente 16: Materiale	Patologia individuata
	●

Fase di degrado

 DEGRADO INIZIALE	 DEGRADO AVANZATO	 DEGRADO GRAVE
--	--	---

Diffusione della patologia





● DEGRADO PUNTUALE	° DEGRADO DIFFUSO
--------------------	-------------------

Descrizione della patologia

Effetti

Indagini diagnostiche

Risoluzione possibile della patologia:

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.1
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta		Localizzazione macroscopica
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.ZO.4		
		Patologie: P19 Mancanza Perdita di elementi tridimensionali
Descrizione della patologia		
Il pilastro presenta una mancanza di cordolo inferiore in materiale lapideo che è presente su tutto il fronte prospettico dell'edificio.		
Effetti		
Distacco di porzione dell'elemento di zoccolatura		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA3.2

Edificio: Fabbricato A3

Localizzazione in pianta **Localizzazione macroscopica**



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16		Patologie: P17 Lacuna Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.).
☹️	●	

Descrizione della patologia

Il pilastro presenta una perdita di continuità del suo strato superficiale. La lacuna è distinguibile poiché presenta una colorazione differente dovuta alla mancanza di tinteggiatura e parte di intonaco. La causa è sicuramente di tipo antropico.

Effetti




Distacco di porzione dell'intonaco

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Per eliminare la patologia occorre intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intero pilastro.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.3
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica	
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.ZO.4		
	o	Patologie: P18 Macchia Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia alla presenza di materiali estranei
Descrizione della patologia		
La finitura lapidea presenta un'alterazione cromatica dovuta alla decoesione dello strato di tinteggiatura della parete soprastante. La causa si attribuisce agli agenti atmosferici che con il passare del tempo hanno provocato la caduta del materiale sottoforma di polvere.		
Effetti		
Alterazione cromatica dell'elemento di zoccolatura		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA3.4

Edificio: Fabbricato A3

Localizzazione in pianta **Localizzazione macroscopica**



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16		Patologie: P3 Colatura Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerose ad andamento parallelo.
☹️	●	

Descrizione della patologia

La finitura esterna presenta una traccia verticale che altera la continuità cromatica della parete. La causa si attribuisce ad un malfunzionamento del sistema di deflusso dell'acqua piovana della tettoia in lamiera che protegge la porzione di muro interessata.

Effetti

Alterazione cromatica della parte di facciata interessata dal fenomeno di degrado.

Indagini diagnostiche





In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Non avendo riscontrato tracce di umidità sulla parete, per eliminare la patologia occorre tinteggiare nuovamente la porzione interessata, migliorando lo strato di tenuta all'acqua della pensilina.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.5
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta		Localizzazione macroscopica
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B1.CA.19		Patologie: P4 Colonizzazione biologica Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi (alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori).
	○	
Descrizione della patologia		
La struttura portante del ballatoio presenta un avanzato stato di colonizzazione biologica. La causa si attribuisce ad un malfunzionamento del sistema di deflusso dell'acqua piovana che dalla copertura non riesce ad arrivare a terra e invade la superficie calpestabile.		
Effetti		
Manifestazione di uno strato di colonizzazione biologica		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.6
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta		Localizzazione macroscopica
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B1.CA.19/B1.EL.20		Patologie: P19 Mancanza Perdita di elementi tridimensionali
		
Descrizione della patologia		
La scala presenta la mancanza di un elemento in CLS e di una parte della lastra di finitura. La causa è di tipo antropico.		
Effetti		
Distacco di porzione dell'elemento di scala		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia:		
Per eliminare la patologia occorre rimuovere la lastra di finitura, ripristinare la mancanza di CLS e posare un nuovo strato di finitura calpestabile.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.7
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica	
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.IN.16		Patologie: P17 Lacuna Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.).
		
Descrizione della patologia		
La muratura presenta una perdita di continuità del suo strato superficiale. La lacuna è distinguibile poiché presenta una colorazione differente dovuta alla mancanza di tinteggiatura e parte di intonaco. La causa è sicuramente di tipo antropico.		
Effetti		
Distacco di porzione dell'elemento di intonaco		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia:		
Per eliminare la patologia occorre intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera porzione di facciata.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.8
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica	
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.ZO.4		
	○	<p>Patologie: P18 Macchia</p> <p>Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale (concentrazione di pirite nei marmi) sia alla presenza di materiali estranei (acqua, prodotti di ossidazione di materiali metallici, sostanze organiche, vernici, microrganismi per esempio).</p>
Descrizione della patologia		
<p>La finitura lapidea presenta un'alterazione cromatica dovuta alla decoesione dello strato di tinteggiatura della parete soprastante.</p> <p>La causa si attribuisce agli agenti atmosferici che con il passare del tempo hanno provocato la caduta del materiale sottoforma di polvere.</p>		
Effetti		
Alterazione cromatica dell'elemento di cornice dell'apertura		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia:		
Per eliminare la patologia occorre lavare il materiale interessato. Per evitare il manifestarsi ripetuto della patologia bisognerebbe tinteggiare nuovamente la parete e cercare di creare un sistema di protezione della parete dagli agenti atmosferici.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA3.9

Edificio: Fabbricato A3

Localizzazione in pianta

Localizzazione macroscopica



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16



o

Patologie: **P1 Alterazione cromatica**

Variatione naturale, a carico dei componenti del materiale, dei parametri che definiscono il colore.

Descrizione della patologia

La finitura di tamponamento della muratura presenta un'incrostazione dovuta alla presenza di un cartello segnalatore in lamiera. Con il passare del tempo, tra il cartello e il substrato murario, si è creato un deposito stratiforme compatto che ha provocato un'alterazione dello strato superficiale della porzione di facciata.

Effetti

Alterazione cromatica della facciata dovuta alla presenza di segnaletica verticale.

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Per eliminare la patologia occorre rimuovere l'intonaco, intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA3.10
Edificio: Fabbricato A3		
Localizzazione in pianta		Localizzazione macroscopica
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.IN.16		
	○	Patologie: P25 Rigonfiamento intonaco Sollevamento superficiale localizzato del materiale di forma e consistenza variabili.
Descrizione della patologia		
L'intonaco della muratura esterna risulta puntualmente sollevato dallo strato di chiusura. Si nota un rigonfiamento rispetto alla planarità della facciata. Le cause sono da attribuire all'umidità ascendente presente nella struttura.		
Effetti		
Strato di intonaco staccato che determina un rigonfiamento in facciata		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia:		
Per eliminare la patologia occorre rimuovere l'intonaco, intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA3.11

Edificio: Fabbricato A3

Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica

Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16		Patologie: P18 Macchia Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale (concentrazione di pirite nei marmi) sia alla presenza di materiali estranei (acqua, prodotti di ossidazione di materiali metallici, sostanze organiche, vernici, microrganismi per esempio).
	o	

Descrizione della patologia

L'intonaco della muratura esterna risulta puntualmente macchiato a causa di una perdita della tubazione cui è in contatto. Si nota un'alterazione cromatica della zona interessata.

Effetti

Alterazione cromatica dell'elemento di facciata

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Per eliminare la patologia occorre rimuovere l'intonaco, eliminare la perdita, intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA4.12
Edificio: Fabbricato A4		
Localizzazione in pianta		Localizzazione macroscopica
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
B3.IN.16		Patologie: P17 Lacuna / P19 Mancanza Perdita di continuità di superfici, Perdita di elementi tridimensionali
		
Descrizione della patologia		
La porzione di muratura esterna risulta lacunosa di intonaco e puntualmente mancante di tamponamento. Le cause sono da attribuire ad una perdita di acqua dalla tubazione adiacente e la mancanza è dovuta all'intervento di riparazione antropico.		
Effetti		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia:		
Per eliminare la patologia occorre intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA4.13

Edificio: Fabbricato A4

Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica

Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

A1.CA		Patologie: P14 Fessurazione Discontinuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti.

Descrizione della patologia

La porzione di muratura portante risulta fessurata in corrispondenza del giunto di dilatazione a causa di una dissesto statico.

Effetti

Possibile distacco di porzione di cornicione

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Per eliminare la patologia occorre effettuare un'indagine relativa allo stato di carico della struttura e intervenire con l'ausilio di malte espansive per meglio connettere le due strutture.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA4.14

Edificio: Fabbricato A4

Localizzazione in pianta **Localizzazione macroscopica**



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16		Patologie: P17 Lacuna Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco, porzione di impasto o di rivestimento ceramico, tessere di mosaico, ecc.).
☹️	●	

Descrizione della patologia

Il pilastro presenta una perdita di continuità del suo strato superficiale. La lacuna è distinguibile poiché presenta una colorazione differente dovuta alla mancanza di tinteggiatura e parte di intonaco. La causa è sicuramente di tipo antropico.

Effetti

Distacco di porzione dell'intonaco

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia:

Per eliminare la patologia occorre intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intero pilastro.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA4.15

Edificio: Fabbricato A4

Localizzazione in pianta

Localizzazione macroscopica



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16



o

Patologie: **P1 Alterazione cromatica**

Variazione naturale, a carico dei componenti del materiale, dei parametri che definiscono il colore.

Descrizione della patologia

La finitura di tamponamento della muratura presenta un'incrostazione dovuta alla presenza di un cartello segnalatore in lamiera. Con il passare del tempo, tra il cartello e il substrato murario, si è creato un deposito stratiforme compatto che ha provocato un'alterazione dello strato superficiale della porzione di facciata.

Effetti

Alterazione cromatica della facciata dovuta alla presenza di segnaletica verticale.

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Ripristino stato originario:

Per eliminare la patologia occorre rimuovere l'intonaco, intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI		Cod: DMMA4.16
Edificio: Fabbricato A4		
Localizzazione in pianta	Localizzazione macroscopica	
		
Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:		
A3.SC.10		Patologie: P19 Mancanza Perdita di elementi tridimensionali
	○	
Descrizione della patologia		
La finitura di tamponamento della muratura presenta una mancanza di continuità sul fronte. Le cause sono dovute al crollo di parte della scossalina che ricopre la parte di copertura.		
Effetti		
Distacco di porzione dell'elemento scossalina		
Indagini diagnostiche		
In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno		
Risoluzione possibile della patologia		
Per eliminare la patologia occorre ripristinare la continuità della facciata installando la parte di scossalina mancante.		

DEGRADO MACROSCOPICO DEI MATERIALI Cod: DMMA4.17

Edificio: Fabbricato A4

Localizzazione in pianta



Localizzazione macroscopica



Indicazione materica-patologica per sistemi e sub sistemi:

B3.IN.16



○

Patologie: **P18 Macchia**

Variatione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale (concentrazione di pirite nei marmi) sia alla presenza di materiali estranei (acqua, prodotti di ossidazione di materiali metallici, sostanze organiche, vernici, microrganismi per esempio).

Descrizione della patologia

La finitura di tamponamento della muratura presenta un'incrostazione dovuta alla presenza di un cartello segnalatore in lamiera. Con il passare del tempo, tra il cartello e il substrato murario, si è creato un deposito stratiforme compatto che ha provocato un'alterazione dello strato superficiale della porzione di facciata.

Effetti

Alterazione cromatica della facciata

Indagini diagnostiche

In sito: rilevazione visiva per l'osservazione del fenomeno

Risoluzione possibile della patologia

Per eliminare la patologia occorre rimuovere l'intonaco, intonacare manualmente la lacuna e tinteggiare nuovamente l'intera facciata.

2.13 Albero degli errori

L'albero degli errori è una fase di prediagnosi che consente di evidenziare graficamente e in modo sistematico le relazioni logiche tra gli eventi indesiderati (anomalie, guasti, decadimenti prestazionali) e le possibili cause.

Viene sviluppato su livelli:

- I livello: viene definito dal grafico fisico o prestazionale.
- II livello: evidenzia le possibili condizioni che hanno determinato il superamento dello stato limite e che hanno portato al guasto (tipo di processo che ha portato al guasto e azioni che hanno portato al guasto).
- III livello: evidenzia i difetti.
- IV livello: evidenzia gli errori o cause primarie.

Dalla definizione di tutte le possibili cause che hanno portato al fenomeno di degrado seguirebbe la fase di diagnosi. La limitata possibilità di accesso all'area ha penalizzato questa fase concentrando il lavoro sulla redazione delle schede tecniche d'intervento.

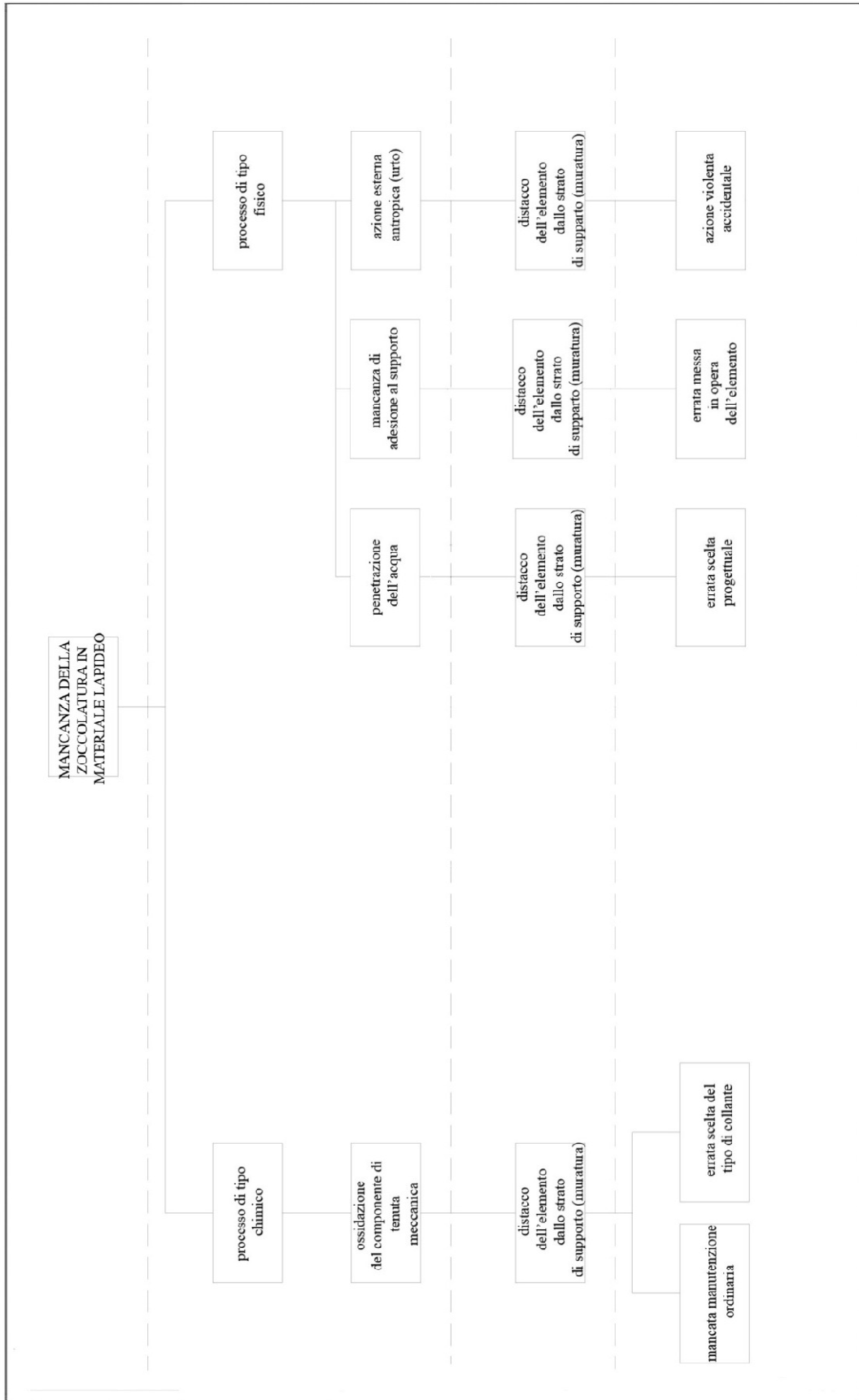


Figura 2.15 Albero degli errori



Figura 2.16 Albero degli errori

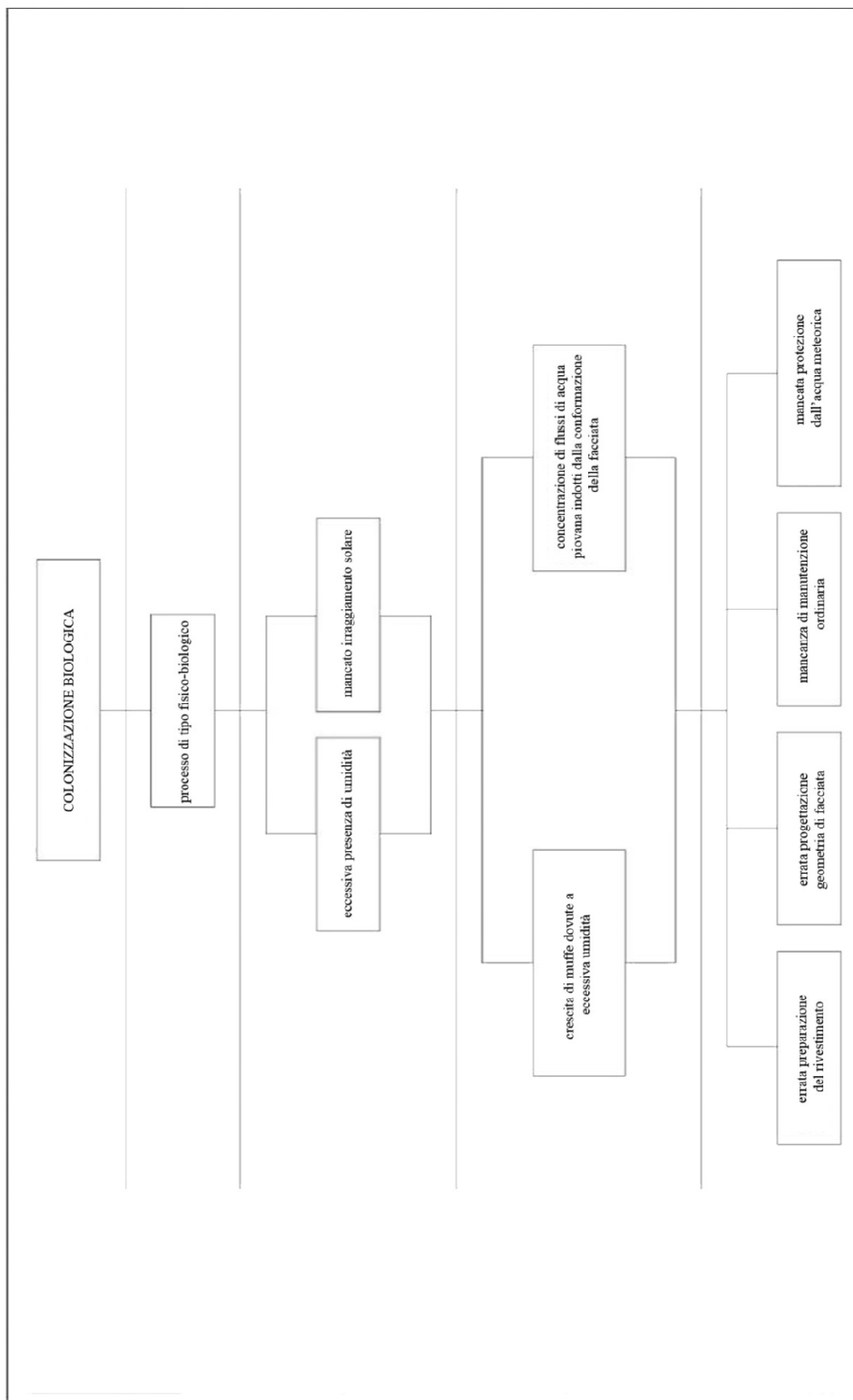


Figura 2.17 Albero degli errori

2.14 Schede tecniche d'intervento

Dopo aver individuato tutti le patologie presenti nella parte analizzata è stato possibile realizzare le schede tecniche di intervento. Esse analizzano la patologia singolarmente, individuandone le cause e descrivendone le soluzioni e le fasi di lavoro per eliminarla. Questa fase di analisi è molto importante non tanto per l'individuazione della metodologia di eliminazione, quanto per la conoscenza della causa della sua formazione. Infatti dall'analisi tecnologica, si è subito capito che tutte le facciate andranno coibentate e intonacate nuovamente perciò la maggior parte delle anomalie (macchie, alterazioni cromatiche, colature, distacchi d'intonaco..) verranno nascoste. Individuando la loro causa si può essere però certi che il problema non si manifesti nuovamente e che non causi dunque problemi strutturali, impiantistici o semplicemente estetici i quali richiederebbero evidentemente interventi più specifici. Vengono di seguito riportate le schede di intervento più significative allo scopo di non appesantire l'esposizione.

SCHEDA DI LETTURA DELLE SCHEDE TECNICHE DI INTERVENTO

SCHEDA TECNICA DEGLI INTERVENTI.	Cod: S.T.I.A3.1 S: Scheda T: tecnica I: interventi A3: indicazione edificio 1: numero progressivo
---	--

Edificio: Indicazione del fabbricato in oggetto	Rif. Scheda Degrado Macroscopico dei Materiali Cod: DMMA3.1 D: degrado M: macroscopico M: materiali A3: indicazione edificio 1: numero progressivo
--	---

Localizzazione in pianta	Individuazione in prospetto	Localizzazione macroscopica
Pianta	Prospetto	Fotografia

Localizzazione dell'intervento:

Sistema tecnologico interessato:

Tipo di patologia:
P4. Codice di Riferimento indice Patologie




Descrizione della patologia

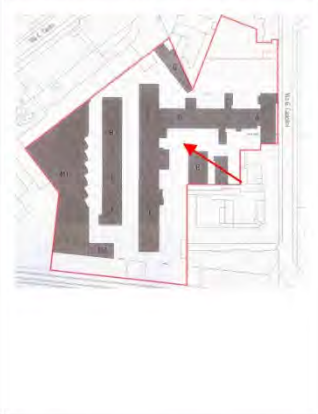


Cause della patologie:
C1.Codice di Riferimento indice cause




Risoluzione della patologia

Descrizione dell'intervento:

Fasi di Lavorazione:

SCHEDA TECNICA DEGLI INTERVENTI.		Cod: S.T.I.A3.1
Edificio: Fabbricato A3		Cod: DMMA3.1
Tecnica d'intervento: Risanamento zoccolatura di facciata		
Localizzazione in pianta	Individuazione in prospetto	Localizzazione Fotografica
		
Localizzazione dell'intervento: Zoccolatura di facciata		
Sistema tecnologico interessato: Finitura della struttura portante		
Tipo di patologia: P19. Mancanza		
Descrizione della patologia Il pilastro presenta una mancanza di cordolo inferiore in materiale lapideo che è presente su tutto il fronte prospettico dell'edificio.		
Cause della patologie: C7. Non avendo riscontrato altre patologie simili, si ritiene causa del degrado l'attività antropica.		
Risoluzione della patologia Per eliminare la patologia occorre posare un nuovo cordolo di materiale lapideo simile a quello presente su tutto il fronte inferiore dell'edificio. Tuttavia questa porzione di edificio verrà demolita come visibile nelle tavole di progetto.		

SCHEDA TECNICA DEGLI INTERVENTI.		Cod: S.T.I.A3.3
Edificio: Fabbricato A3		Cod: DMMA3.3
Tecnica d'intervento: Risanamento zoccolatura di facciata		
Localizzazione in pianta	Individuazione in prospetto	Localizzazione macroscopica
		
Localizzazione dell'intervento: Zoccolatura di facciata		
Sistema tecnologico interessato: Finitura della chiusura verticale opacaesterna		
Tipo di patologia: P18. Macchia		
Descrizione della patologia La finitura lapidea presenta un'alterazione cromatica dovuta alla decoesione dello strato di tinteggiatura della parete soprastante.		
Cause della patologie: C8. La causa si attribuisce agli agenti atmosferici che con il passare del tempo hanno provocato la disgregazione dei materiali sovrastanti , e il successivo deposito di detriti sulla superficie dell'elemento preso in esame.		
Risoluzione della patologia Per eliminare la patologia occorre procedere alla pulitura del materiale lapideo dopo. Per evitare il manifestarsi ripetuto della patologia bisognerebbe tinteggiare nuovamente la parete con apposita pittura più resistente agli agenti atmosferici o fornire un'adeguata protezione dai detriti alla stessa.		
Descrizione dell'intervento: Pulitura della zoccolatura e ritinteggiatura della superficie di facciata sovrastante.		
Fasi di Lavorazione:		
<ul style="list-style-type: none"> • Idropulitura ad alta pressione della superficie di facciata. • Ritinteggiatura della superficie di facciata sovrastante con apposita pitturazione a base minerale idrorepellente. • Pulitura dai detriti esterni, mediante lavaggio, leggera sabbiatura e spazzolatura del supporto, se necessario si interverrà con appositi trattamenti chimici. 		

SCHEDA TECNICA DEGLI INTERVENTI.		Cod: S.T.I.A3.5
Edificio: Fabbricato A3		Cod: DMMA3.5
Tecnica d'intervento: Risanamento zoccolatura di facciata		
Localizzazione in pianta	Individuazione in prospetto	Localizzazione macroscopica
		
Localizzazione dell'intervento: Zoccolatura di facciata		
Sistema tecnologico interessato: Partizione orizzontale esterna, ballatoio ingresso		
Tipo di patologia: P4. Colonizzazione biologica		
Descrizione della patologia La struttura portante del ballatoio presenta un avanzato stato di colonizzazione biologica.		
Cause della patologie: C1. La causa si attribuisce ad un malfunzionamento del sistema di deflusso dell'acqua piovana che dalla copertura non viene convogliata correttamente a terra e quindi invade la superficie calpestabile.		
Risoluzione della patologia Per eliminare la patologia occorre rimuovere la colonizzazione e progettare un adeguato sistema di deflusso dell'acqua piovana. Occorre inoltre verificare che il degrado non abbia influenzato l'integrità funzionale della struttura.		
Descrizione dell'intervento: Rimozione della colonizzazione biologica e adeguamento della canalizzazione per lo smaltimento delle acque meteoriche.		
Fasi di Lavorazione: <ul style="list-style-type: none"> • Verifica dello stato di conservazione della partizione. • Adeguamento studiato del sistema di convogliamento delle acque meteoriche. • Pulitura della colonizzazione biologica, mediante raschiatura e spazzolatura della superficie interessata. • Trattamento chimico ai fini di eliminare in profondità eventuali residui di colonizzazione biologica. • Se necessario ripristino della superficie della partizione con apposita rasatura con intonaco cementizio. 		

PARTE SECONDA

Progetto

Capitolo 3

PROGETTO DI RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE

L'elaborato di tesi è il risultato di un lungo processo progettuale, sviluppato durante gli ultimi anni di studio, che ha seguito diverse fasi.

Una prima fase di analisi e rivalutazione è stata effettuata durante il corso di *recupero e conservazione degli edifici* tenuto dalla prof.ssa Laura Malighetti, durante il quale si è presa coscienza delle caratteristiche che contraddistinguono l'area e i suoi dintorni, la storia e lo stato di fatto attraverso gli opportuni rilievi. A fine corso si è giunti a definire un'ipotesi di recupero globale dell'area con particolare attenzione alla parte residenziale ricavata negli edifici A3 e A4.

La seconda fase si è concretizzata nel *laboratorio di sintesi finale*, durante il quale si è resa necessaria un'analisi critica dell'elaborato, la quale ha evidenziato la necessità di concentrare il lavoro su due temi: l'organizzazione e lo studio dello spazio pubblico e lo sviluppo degli spazi dell'incubatore.

La terza fase è stata caratterizzata da un'indagine a tutto campo, effettuata consultando riviste del settore e svolgendo sopralluoghi nelle strutture già operanti nella realtà milanese e lombarda.

Ciò ha confermato l'effettiva utilità di alcuni servizi già pensati e ha favorito la nascita di nuove idee necessarie per infondere al progetto un carattere innovativo, indispensabile per gli incubatori di oggi.

3.1 Obiettivi e strategie di intervento

L'obiettivo primario del progetto è quello di creare un polo attrattivo.

Per questo motivo è stato inserito un incubatore d'impresa, attività in grado di portare una diversa tipologia di persone all'interno del progetto le quali, al di fuori dell'orario lavorativo, hanno la possibilità di sfruttare i servizi offerti dall'area.

Si è pensato dunque a due importanti settori: un centro sportivo e un'area commerciale.

A servizio dell'incubatore, vero e proprio soggetto del lavoro di tesi, sono stati affiancati un auditorium, un'area residenziale e un'area di servizi; il primo utile alle attività di formazione interna e all'organizzazione di congressi o eventi pubblici gestiti da terzi, la seconda suddivisa in una parte finalizzata ad ospitare studenti delle università milanesi e una invece a servizio dei lavoratori dell'incubatore, l'ultima finalizzata al completamento dei servizi offerti al lavoratore.

L'edificio A sarà quello principale nel quale troverà spazio l'azienda. Esso, ritagliandosi tutto il fronte d'ingresso (visto che l'unico accesso sarà proprio da questa strada) dovrà immancabilmente cambiare "pelle" diventando un edificio tecnologico e attrattivo.

Per meglio soddisfare le nuove esigenze del lotto si aprirà una direttrice pedonale che attraverserà i fabbricati fino a raggiungere il lato ferroviario il quale, tramite un sovrappasso, comunicherà direttamente con la stazione di porta Romana.

Questa direttrice è stata tracciata al fine di creare un vuoto nel quale troverà spazio una piazza, punto di aggregazione attorno al quale ruoteranno tutte le attività del lotto.



Figura 3.1 – Schema della distribuzione preliminare delle funzioni

3.2 Studio dello spazio pubblico

Prima di progettare gli edifici si è voluto analizzare e progettare lo spazio pubblico creato attraverso il tracciamento delle linee direttrici. Queste ultime infatti delineano una zona verde e una piazza.

La zona verde, attraversata da una delle linee, avrà a sua volta due volti: una parte, quella che affaccia sull'incubatore, caratterizzata esclusivamente da prato per permettere alla persona di osservare meglio la costruzione e il nuovo scenario che il progetto crea. L'altra parte è quella che porta verso il confine della proprietà, cioè agli edifici fuori progetto; questa parte verrà arricchita da alberi e da percorsi che condurranno il visitatore verso piccoli spazi con sedute frontali al fine di favorire la comunicazione reciproca.

La grande piazza che si è creata con le scelte effettuate è la parte che presenta maggiori difficoltà di progetto poiché si deve relazionare con gli edifici che la delimitano. Al suo interno trovano spazio un auditorium all'aperto, uno spazio verde riservato allo svago dei più piccoli e una serie di sedute ombreggiate dislocate lungo il percorso commerciale.

Questo aggregato di funzioni evita la creazione di spazi a tema sociale definito, le cosiddette piazze tematizzate: l'obiettivo non è quello di creare un nuovo canale per il traffico pedonale cittadino né tantomeno limitarsi ad essere solo un passaggio di persone sconosciute, anzi la nuova piazza deve diventare terreno di socializzazione e di incontro.

Il favorire quanto più possibile l'afflusso di più categorie di persone, durante tutta la giornata, determina un canale che attiva, anche fuori dal lotto, un passaggio di cittadini che entrano, escono, si spostano e favoriscono il settore commerciale del quartiere.

3.3 Polo sportivo e auditorium

Nello studio dell'intervento hanno trovato meno attenzione il polo sportivo e l'auditorium ricavati rispettivamente dal recupero dei fabbricati F1 e D. I due edifici sono collegati da una zona commerciale che si affaccia sulla parte destinata all'auditorium all'aperto.

Il polo sportivo ha al suo interno una zona adibita a palestra e una zona più a sud destinata ad ospitare una piscina coperta. La presenza di giovani studenti e lavoratori ha contribuito nella scelta di queste due specifiche funzioni che sono attualmente carenti nelle vicinanze.

L'auditorium si sviluppa su due piani ed è progettato con due differenti ingressi. Il primo, al piano terra, direttamente connesso con l'esterno e il secondo, collegato tramite una passerella all'incubatore e da esso quindi direttamente accessibile.

Al piano terra trova spazio anche un piccolo bar di libero accesso, anche ad auditorium chiuso, grazie al sistema di vetrate apribili che riprende il modello utilizzato nella zona cerniera.



Figura 3.2 – Vista 3D dell'auditorium



Figura 3.3 – Vista 3D del polo sportivo

3.4 Residenze

Le porzioni di edificio A3 e A4, adiacenti all'incubatore sono state adibite principalmente a residenze. E' stato dedicato il piano terra a spazi commerciali relazionandoli, come fatto per tutti gli edifici, allo spazio pubblico antistante, mentre per i piani più alti si è optato per l'uso residenziale.

In particolare si è diviso l'edificio verticalmente inserendo da un lato alloggi per studenti e dall'altro appartamenti destinati ai lavoratori dell'incubatore.

Per quanto riguarda la facciata è stata mantenuta il più possibile simile alla precedente, apportando solo minime modifiche in modo da conferire più importanza al prospetto dell'incubatore. Le modifiche hanno riguardato puntualmente degli aggetti e degli arretramenti di facciata che hanno creato un maggior movimento della stessa poiché risultava, per la sua grandezza, monolitica e molto ripetitiva.

Internamente si è sfruttata la regolarità dei pilastri creando sei tipologie di moduli abitativi per gli studenti e cinque per i lavoratori.

Per gli studenti si è voluto prediligere una tipologia di alloggio con una cucina comune al piano ad eccezione dei piani rialzato e sottotetto per i quali è previsto un angolo cottura per ogni modulo garantendo una risposta efficace per ogni richiesta di privacy. Relativamente alla parte riservata ai lavoratori dell'incubatore si è scelta una tipologia residenziale più simile ad un appartamento, in quanto cambiano le esigenze abitative richieste. E' stata progettata quindi una cucina open-space con soggiorno e una zona notte con bagno divisi dalla zona giorno.

Le due parti dell'edificio, non comunicanti tra loro, usufruiscono dello stesso spazio di parcheggio al piano interrato.



Figura 3.4 – Vista 3D residenze

3.5 Edificio cerniera

La parte residenziale e quella dell'incubatore sono collegati da un edificio di nuova costruzione al cui piano terra trova spazio l'ingresso dell'incubatore e dello spazio espositivo, mentre ai piani alti è stato progettato un ristorante e un lounge bar.

Questa zona progettuale ha una forte importanza poiché deve mantenere l'idea di unità originaria dei due edifici che hanno funzioni ed estetiche diverse e nello stesso tempo deve fungere da connessione con gli spazi pubblici a nord e il verde più riservato a sud.

Al piano terra si è voluto realizzare un ambiente altamente permeabile grazie all'utilizzo di vetrate mobili e di una pavimentazione continua tra interno ed esterno.

Il problema dell'irraggiamento solare è stato superato creando vetrate a "doppia pelle" con anteposta una struttura leggera di bries-soleil. Questo sistema è stato pensato come una vera e propria "coperta" che avvolge l'edificio e, nella stagione fredda sfrutta il calore solare per riscaldare, mentre in quella calda, attraverso i moti convettivi che all'interno di essa si generano, contribuisce a raffrescare l'ambiente interno.

Ai piani alti trovano spazio un ristorante e un lounge bar raggiungibili tramite una scala realizzata in materiale leggero che danno una piacevole visuale su tutta l'area di progetto.

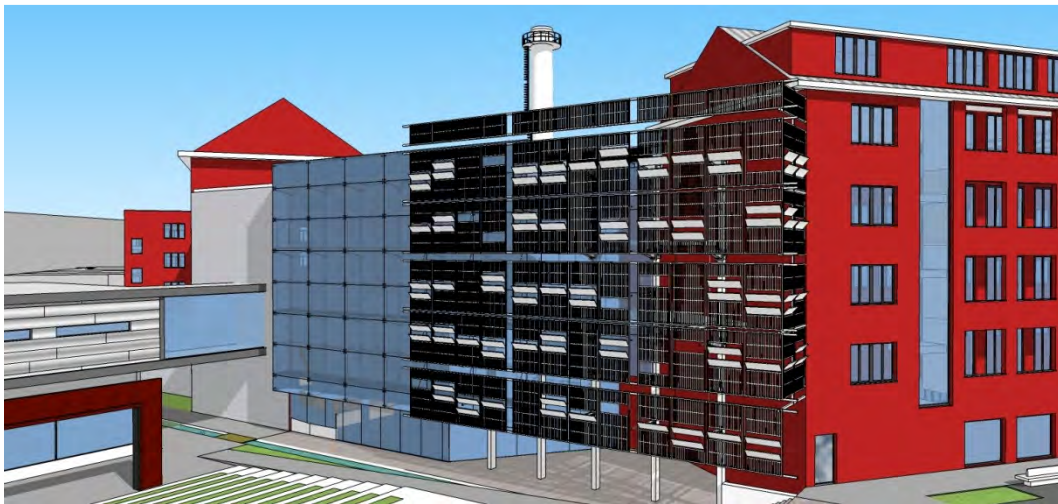


Figura 3.5 – Vista 3D edificio cerniera

3.6 Incubatore

Il primo lavoro effettuato sull'edificio destinato ad ospitare l'incubatore è stato lo studio di facciata, in particolare la progettazione del prospetto nord che affaccia sull'ingresso pedonale da via Cadolini.

L'obiettivo era quello di "aggiornare" la facciata, dargli un taglio tecnologico e innovativo, mantenendo comunque un richiamo allo stato di fatto, connotandone l'importanza che ha avuto nella storia del quartiere. In aggiunta la parte Nord è quella maggiormente esposta all'osservatore il quale, entrando nell'area se la trova proprio di fronte.

Per questi motivi, senza modificare l'orditura regolare dei pilastri, è stata creata una maglia sulla quale sono state disegnate aperture di diverse forme.



Figura 3.6 – Vista 3D incubatore



Figura 3.7 – Vista 3D incubatore

Ai piani rialzato e interrato è stato realizzato uno spazio espositivo; demolendo metà della soletta del piano rialzato si è ottenuto un unico volume open space creando degli affacci tra i vari livelli. Il visitatore che accede all'interno dell'edificio è naturalmente portato a seguire un percorso che dal piano rialzato lo porta all'interrato e, attraverso una serie di terrazzamenti lo riporta gradualmente al punto di partenza. Esternamente l'osservatore ha la percezione di questo percorso grazie alla progettazione di elementi in aggetto che creano finestre sulla zona esterna.



Tavola 3.8 – Indicazione percorsi piano terra e rialzato

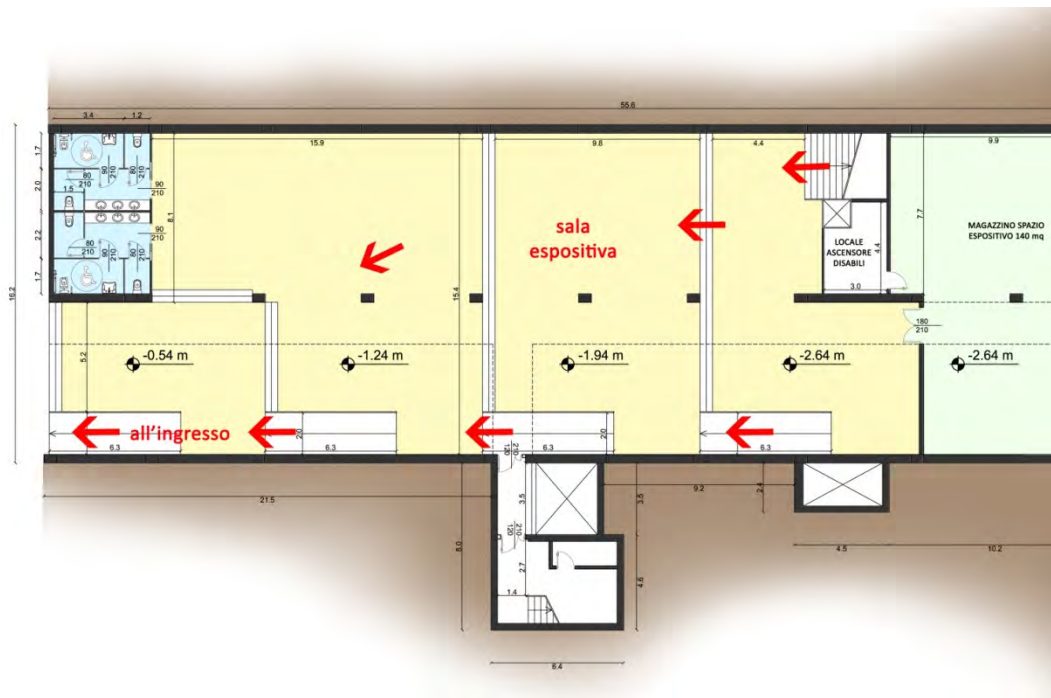


Tavola 3.9 – Indicazione percorsi piano seminterrato

Grazie alla facciata tecnologica e agli aggetti al piano rialzato l'osservatore che accede nell'area percepisce immediatamente il cambiamento di destinazione d'uso dell'edificio e ha interesse ad avvicinarsi per vedere cosa contiene.

La porzione di edificio che affaccia su via Cadolini, ai piani rialzato ed interrato, è stata invece destinata alla gestione dell'incubatore, inserendo uffici amministrativi, portineria di rappresentanza e di sorveglianza, ricezione merci e servizi generali.

Ai piani alti l'edificio è destinato ad ospitare gli uffici delle aziende. Gli interni sono stati progettati in modo da conferire massima flessibilità nella destinazione d'uso. L'utilizzo di pareti mobili, che possono nascondersi tra un pilastro e l'altro, ben risponde alle esigenze di mutabilità di spazi dovuti alle differenti richieste delle singole imprese.

L'interno di ogni piano si fonderà quindi su un corridoio fisso di distribuzione che permetterà l'accesso alle scale, alle uscite di sicurezza e ai servizi igienici e su una porzione mutabile che permetterà la creazione delle unità uffici.

Capitolo 4

PROGETTAZIONE DELL'INCUBATORE

4.1 Obiettivi di un incubatore

L'incubatore è un'azienda che raccoglie delle idee imprenditoriali ad alto potenziale di ritorno economico, ma non ancora pronte per essere finanziate.

Le probabilità che un'idea si trasformi in successo sono molto basse, ma vale comunque la pena sperimentare, poiché in caso di successo, i benefici che trarranno l'imprenditore e la società guida saranno molto alti.

Un team composto da managers qualificati accompagna l'imprenditore nella realizzazione dell'idea.

Negli incubatori lavorano managers con elevate competenze in strategia aziendale, marketing, finanza e contabilità direzionale.

L'obiettivo di un incubatore è quello di far nascere e crescere imprese ad alto tasso di sviluppo.

Si analizzano le idee di business per vagliarne la fattibilità tecnica, economica e finanziaria. Se le idee supereranno questo primo esame, l'incubatore si impegnerà a seguire le successive fasi di sviluppo dell'azienda per accelerare (da qui anche il nome di "acceleratori") il più possibile la crescita dell'impresa.

Gli incubatori, mettendo a disposizione degli imprenditori l'esperienza e la preparazione dei loro team di consulenti, consentono alle aziende di portare la propria attività sul mercato in modo efficace e soprattutto veloce.

Da un lato dunque chiunque ritiene di avere un'idea imprenditoriale vincente, attraverso e grazie agli incubatori, può avvicinarsi, senza grandi complicazioni, ai potenziali finanziatori. Dall'altro la struttura svolge una funzione selettiva delle idee, semplificando il lavoro di chi concede finanziamenti.

Gli incubatori offrono alle imprese di nuova costituzione anche una collocazione vantaggiosa in termini di costi di insediamento fornendo uno spazio fisico che le nuove imprese possono utilizzare per un determinato periodo di tempo.

4.2 Tipologie di incubatori

Esistono due differenti tipologie di strutture: quelle pubbliche, che fanno riferimento esclusivamente a bandi di concorso della camera di commercio che ne garantisce il sostentamento e la selezione d'accesso e quelle private, le quali sfruttano il proprio team per ricercare e promuovere bandi pubblici ma che gestiscono al proprio interno la selezione d'ingresso delle imprese.

Gli incubatori differiscono dai parchi scientifici tecnologici per il loro essere dedicati solo alle aziende all'inizio della loro attività. Centri di ricerca e parchi, dall'altro lato, tendono ad essere grandi progetti che ospitano in affitto dalle grandi società, enti governativi o laboratori universitari, fino alle imprese di piccole dimensioni.

Nel corso degli anni si è verificata la tendenza ad affiancare ai programmi di incubazione le offerte dei parchi scientifici tecnologici, soprattutto per un'esigenza di auto-sostentamento economico.

4.3 Analisi critica sulle strutture esistenti

Delineate le caratteristiche principali del progetto preliminare (cap.3) si è deciso di effettuare l'analisi a tutto campo valutando, in maniera critica, le strutture già esistenti, sia dal punto di vista architettonico di utilizzo degli spazi, sia dal punto di vista economico-gestionale.

Fondamentali per questa fase si sono rivelate le indagini sul posto svolte grazie alla collaborazione degli incubatori di Lomazzo (ComoNext), Bergamo (Bergamo Formazione) e Sesto San Giovanni (Lib di Milano Metropoli e Bic la Fucina). L'opportunità di poter entrare in contatto diretto con la realtà di un incubatore d'impresa ha permesso di acquisire l'oggettività necessaria per poter effettuare una critica costruttiva al progetto fino a quel momento realizzato.

Passeggiando all'interno delle strutture è stato possibile venire a contatto con i giovani imprenditori e con loro capire gli aspetti positivi e negativi dell'ambiente in cui lavorano.

LIB LABORATORIO INNOVAZIONE BREDA

Di proprietà di Milano Metropoli, agenzia di sviluppo d'impresa, l'incubatore LIB è una delle strutture di incubazione più grandi del milanese. I suoi 4500 mq (realizzati grazie alla riqualificazione della ex mensa Breda di Sesto San Giovanni) ospitano *Start up*, (imprese di recente formazione, tipicamente innovative o impegnate nel settore hi-tech, che hanno bisogno di spazi e servizi mirati per crescere), *Spin off* (nuove imprese nate da società pre-esistenti oppure da attività di ricerca degli atenei universitari, che cercano un ambiente adeguato per il loro sviluppo), *Ex-manager* e professionisti che vogliono dar vita ad una nuova attività imprenditoriale facendo leva sulla propria esperienza, competenze e professionalità, ma anche *Società*, di più di tre anni di vita, che necessitano di spazi e servizi di accompagnamento avanzati per consolidare il proprio business.

La società mette a disposizione:

Spazi ad uso privato "chiavi in mano"

Moduli ad uso ufficio (da 35 a 80mq) cablati in fibra ottica e climatizzati, che le aziende possono arredare a loro piacimento. Le imprese possono scegliere tra moduli di differente grandezza per 4, 5, 6, 8, 10 postazioni di lavoro.

Postazioni di lavoro pensate per consulenti e professionisti che cercano un contesto di lavoro dinamico e, soprattutto, una sede di rappresentanza di prestigio a costi accessibili. Queste postazioni di lavoro si trovano all'interno di uno spazio condiviso, accessibile 7 giorni su 7 e compreso di connettività. Prevedono, come per le aziende, l'utilizzo di servizi logistici centralizzati e di spazi comuni attrezzati.

Spazi comuni e servizi logistici garantiti, sale per riunioni, convegni, formazione. Le aziende possono utilizzare numerosi spazi condivisi per lo svolgimento di incontri, presentazioni e convegni: varie sale per riunioni di lavoro, ubicate ad ogni piano dell'immobile. Una sala per conferenze, ubicata al piano terra.

Aule informatiche a prezzo convenzionato. E' possibile accedere al Centro di Teleformazione Proxima, ubicato all'interno del LIB, che consta di aule attrezzate per corsi di formazione e presentazioni di prodotti informatici.

L'Incubatore contribuisce a creare, inoltre, una vera e propria comunità di imprese e favorisce la nascita di partnership commerciali o imprenditoriali tra le aziende. La presenza nello stesso luogo facilita il contatto e le relazioni tra imprenditori e aziende che stanno vivendo la medesima esperienza e che operano in settori spesso con interessanti interazioni.

Il LIB è supportato da due enti, "BIC La Fucina" e "Quarto Laboratorio", enti che promuovono la nascita e lo sviluppo d'impresa fornendo consulenze, pianificazioni, studi di fattibilità e promozione per le aziende che operano nell'incubatore.



Figura 4.1 – Vista esterna struttura del LIB Milano



Figura 4.2 – Vista ingresso del LIB Milano

COMONEXT

Il Parco Scientifico Tecnologico ComoNExT (**N**uove **E**nergie per il **T**erritorio), gestito operativamente dalla società ComoNExT Scpa, è un'iniziativa della Camera di Commerci di Como che rientra nei progetti di sviluppo sociale e di rilancio competitivo dell'economia del territorio.

Nel PST ComoNExT trovano la collocazione ideale per la propria crescita sia imprese high tech affermate, supportate al meglio nell'insediare sezioni produttive o laboratori di ricerca, sia aziende innovative emergenti, che possono usufruire delle condizioni agevolate e del supporto tecnico e logistico offerti dall'incubatore d'impresa, oltre ad un ambiente in particolare fermento. L'area del Parco, a pochi chilometri da Milano e prossima ai maggiori centri di ricerca e alle università scientifiche più prestigiose, è centrale rispetto alle dinamiche economico finanziarie e di mercato italiane, europee e globali. E' favorito dalla posizione nodale relativamente ai trasporti e alle vie di comunicazione. La vicinanza a Milano e al Lago di Como collocano il PST ComoNExT in una posizione unica, anche relativamente alle attività di tipo creativo, culturali e di svago.

I servizi offerti sono:

- Spazi personalizzabili.
- Area di parcheggio comune.
- Servizio di pulizia per le parti comuni e di manutenzione degli spazi verdi di pertinenza.
- Reception e gestione della posta in arrivo.
- Manutenzione ordinaria e straordinaria delle parti comuni e degli uffici.
- Assicurazione RC + incendio relativa al fabbricato.
- Vigilanza delle parti comuni.
- Predisposizione della rete informatica e rete telefonica.
- Sale riunioni fino a 100 posti.
- Sala server climatizzata comune.
- Predisposizione per impianti di piccoli laboratori.
- Predisposizione accessi e spazi per piccole produzioni.
- Raccolta e smaltimento rifiuti.
- Telefonia e rete con possibilità di collegamento a rete a banda larga.
- Riscaldamento e climatizzazione autonoma degli spazi privati.
- Pulizia e vigilanza degli spazi privati.
- Accesso facilitato al mondo della ricerca pubblica e privata (convenzioni e collaborazioni con università e centri di ricerca).
- Ufficio di problem solving.
- Organizzazione di convegni e seminari tematici, matching tecnologici.
- Networking di informazioni (newsletter, web).
- Concorsi a premio per le idee più innovative.
- Supporto alla protezione intellettuale di un'idea innovativa, all'analisi e alla valorizzazione brevettuale.
- Strutturazione di idee innovative (studio di fattibilità tecnico economico, business plan).

- Supporto alla realizzazione di un'idea innovativa (project management, ricerca partner per il progetto, supporto alla progettazione, prototipazione e certificazione e test di laboratorio).
- Supporto alla commercializzazione ed internazionalizzazione (creazione immagine e brand, canali di commercializzazione, strategia di marketing).
- Monitoraggio, segnalazione e primo supporto per la ricerca profilata di finanza agevolata.
- Supporto alla ricerca di finanza agevolata e di finanziamenti a credito di finanza a compartecipazione.
- Attivazione di Tesi di Laurea e Dottorati di ricerca per le imprese insediate.
- Servizi legali, amministrativi, contabili e di selezione e gestione del personale.
- Servizi di formazione tecnica e manageriale.
- Tutoring di nuova impresa.
- Premi per l'innovazione.
- Supporto a collaborazioni e contratti commerciali con imprese consolidate.
- Supporto alla creazione di partnership con imprese consolidate.

ComoNext trae il suo sostentamento al 50% dall'affitto degli spazi alle aziende e al 50% dall'affitto di servizi ad alto contenuto tecnologico (importante in tutta Italia per il suo laboratorio di realtà virtuale).



Figura 4.3 – Vista esterna struttura ComoNext



Figura 4.4 – Vista interna struttura ComoNext

BERGAMO FORMAZIONE

L'Incubatore d'Impresa si trova a Brembate di Sopra all'interno del Centro Formativo per la Creazione di Impresa di Bergamo Formazione.

Il Centro è stato realizzato grazie al recupero architettonico, voluto dalla Camera di Commercio di Bergamo, di un'area industriale storica e risulta così strutturato: ambienti destinati all'utilizzo diretto da parte delle imprese selezionate, con postazioni di lavoro in open space attrezzate e arredate uso ufficio; ambienti comuni a disposizione di tutti i partecipanti, quali aula formazione, sala riunioni, salette incontri, area break e spazi espositivi a disposizione delle iniziative selezionate.

La struttura è molto piccola ma ben rappresenta lo spirito di incubazione imprenditoriale. I lavoratori non hanno l'obbligo di costituzione d'impresa. Questo significa che l'aspirante imprenditore, in possesso della sola idea, viene guidato nella fase preliminare di valutazione del mercato. L'attività di studio preliminare comporta un notevole abbassamento del tasso di mortalità delle imprese incubate. Il 70% delle società costituite continuano tutt'oggi la loro attività.

L'accesso alla struttura avviene solo tramite bando pubblico proposto dalla camera di commercio e comporta una collaborazione di dodici mesi con eventuali rinnovi per i due anni successivi. Non offrendo servizio di affitto di spazi, al termine del periodo di incubazione, il lavoratore deve necessariamente rendersi autonomo aprendo una propria sede.



Figura 4.5 – Vista esterna della struttura di Bergamo Formazione

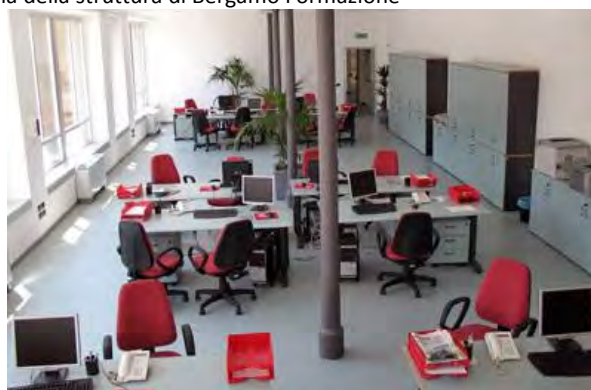


Figura 4.6 – Vista interna della struttura di Bergamo Formazione

EUROIMPRESA

Con sede a Legnano (Mi), denominata anche "Agenzia di sviluppo dell'Alto Milanese", è una società senza scopo di lucro che si autofinanzia con i propri progetti e con i servizi di assistenza che mette a disposizione di imprese ed operatori locali.

La forza di questo incubatore è di avere personale altamente qualificato in grado di studiare il territorio e il tessuto economico fornendo al nuovo imprenditore una solida base da cui partire per la definizione di strategie integrate di intervento pubblico e privato. Inoltre gli stessi permettono il costante monitoraggio delle opportunità di crescita di ogni azienda, garantendo un costante contatto con Amministrazioni Locali ed Enti pubblici per la costruzione di interventi di sviluppo locale ed iniziative progettuali finanziate.

Euroimpresa svolge un'importante funzione anche per ciò che riguarda il rapporto con l'Europa. Essa infatti semplifica, rende accessibili e più comprensibili le opportunità di finanziamento che vengono dalla Commissione Europea. Gli esperti di Euroimpresa conoscendo approfonditamente i vari programmi di finanziamento e le attività che questi finanziano sono in grado di individuare e raccogliere dal tessuto locale i temi e le progettualità che possono essere coerenti con le finalità dei programmi europei e che possono candidarsi a ricevere un finanziamento. Inoltre sono in grado di individuare partners stranieri interessati e capaci di costruire progetti di interesse comune.

Una volta verificato l'interesse comune a sviluppare un progetto e la sussistenza dei requisiti di ammissibilità dei vari soggetti, Euroimpresa mette in campo le competenze specifiche nella stesura dell'idea. In caso di approvazione del progetto, Euroimpresa ha le competenze per seguirne la gestione in tutte le sue fasi, compresa la sua rendicontazione tecnica e finanziaria presso le Autorità di Controllo.

La società non si rivolge ad un settore lavorativo specifico ma è in grado di dare consulenza ad ogni ambito imprenditoriale.



Figura 4.7 – Rappresentazione grafica della mission di Euroimpresa

INCUBATORE DEL POLITECNICO DI MILANO

Il Politecnico di Milano è stato tra i primi atenei italiani a comprendere l'importanza del sostegno all'imprenditorialità per promuovere la ricerca all'interno dell'università. Nel 2000, nel neocostituito Campus Bovisa, avvia l'Acceleratore d'Impresa, con il contributo di importanti strutture pubbliche e private, tra le quali fondamentale il Comune di Milano.

L'intenzione è quella di promuovere e valorizzare competenze e risultati della ricerca universitaria traducendoli in attività di business, intercettare e sostenere il desiderio di fare impresa tra studenti, laureati, dottorandi e dottori di ricerca, incentivare l'imprenditorialità tecnologica.

L'Acceleratore d'Impresa del Politecnico di Milano ospita 23 aziende in incubazione (dati marzo 2011) suddivise in start-up e spin-off e operanti, principalmente, nei settori: ICT (tecnologie dell'informazione e della comunicazione), Bioingegneria, Clean Technologies e Design e Servizi Innovativi.

Il punto forza di questo incubatore rispetto agli altri riguarda l'appartenenza all'università; questo favorisce di lavorare su progetti di ricerca con i Dipartimenti del Politecnico di Milano, collaborare direttamente con i laboratori del Politecnico di Milano e relazionarsi con università e incubatori esteri.

VEGAPARK VENEZIA

E' un parco scientifico tecnologico quindi il suo operato è volto all'attività di scouting, promozione e sviluppo di iniziative di ricerca scientifica per facilitare il trasferimento di conoscenze a favore della crescita tecnologica e della competitività delle imprese. Opera nei settori di innovazione tecnologica quali nanotecnologie, tecnologie per la comunicazione e informazione, green economy.

Un servizio interessante, rispetto ai classici offerti dagli altri parchi, viene dato riservando apposite aree al "coworking" che permette ai singoli lavoratori di condividere un unico spazio di lavoro pur non facendo parte della stessa azienda. Questo permette lo scambio di informazioni, il confronto e la tessitura di nuovi rapporti lavorativi che facilitano la nascita di idee innovative.

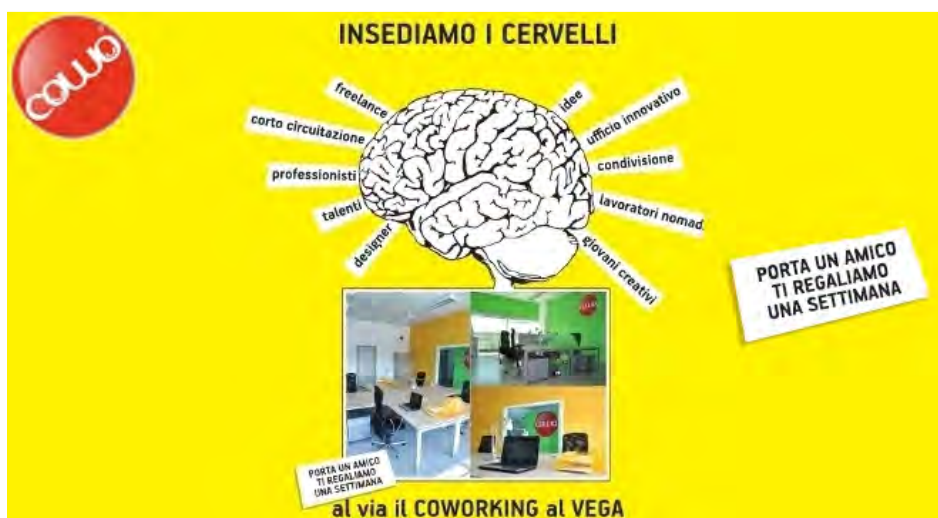


Figura 4.8 – Locanda di comunicazione Vegapark Venezia

HAT FACTORY SAN FRANCISCO

E' il primo esempio di coworking nel mondo. Una ex fabbrica di cappelli ora adibita a ufficio condiviso. Fondata da un programmatore informatico che voleva incrociare in un'unica soluzione i vantaggi della libera professione con quelli del lavoro d'ufficio. Egli ha affittato quattro grandi stanze della vecchia fabbrica condividendo lo spazio con altri liberi professionisti. L'esempio pian piano si è esteso negli Stati Uniti, poi nel resto del mondo.

I vantaggi del coworking non sono solo quelli economici dovuti alla condivisione del canone d'affitto e delle spese d'utenza, ma sono soprattutto relazionali grazie alla possibilità di entrare in contatto con professionalità di vario tipo all'interno di un ambiente stimolante e diversificato.



Figura 4.9 – Vista dell'interno di Hat Factory a San Francisco, esempio del vero spirito del Coworking

THE HUB

The Hub è una rete internazionale di 30 spazi che raccoglie oltre 5.000 imprenditori. Nato a Londra nel 2005, il network si estende ormai sui 5 continenti, tariffe dai 20 ai 790 euro al mese.



Figura 4.10 – Vista interna di Hub Milano, una delle 30 sedi di The Hub

COWO

Attivo dall'aprile 2008 raccoglie 64 uffici presenti in Italia fondati da Massimo Carraro. L'idea è quella del coworking, inserire in un unico spazio lavoratori dei più disparati settori che non vogliono un ufficio fisso ma preferiscono lavorare in un ambiente libero e sempre a contatto con persone diverse.

La partecipazione ha un costo di 200 euro + iva al mese tutto compreso (wi-fi, portineria, pulizia, riscaldamento, bollette, etc...) anche se ognuno si porta il suo pc e il cellulare. Oltre alle postazioni singole, possono esistere uffici chiusi (da 2, 4 e 6 persone) e un'ampia sala riunioni. In più, per chi, proprietario di uno spazio, desidera affiliarsi a CoWo è necessario pagare una quota annua di 250 euro e rispondere ad alcuni requisiti che tagliano fuori semplici soluzioni di subaffitto. In cambio si ottengono consulenze legali, uso del marchio e visibilità sul sito web.

INDY HALL PHILADELPHIA

Fondato da Alex Hillman è il maggior centro per coworking di Philadelphia. Egli afferma come la sua struttura riguardi “la personale scelta di lavorare accanto ad altre persone anziché in isolamento”. La sua idea è quella di fornire solo strumenti base per l'ufficio (scrivanie, sedie, energia, internet, sale riunioni, bagni) e lasciare che siano le persone che frequentano il suo ambiente a decidere cosa è importante per loro e offre l'opportunità di rendere proprio lo spazio.



Figura 4.11 – Vista interna dell'Indy Hall di Philadelphia



Figura 4.12 – Vista interna dell'Indy Hall di Philadelphia

POLI DI COMPETITIVITA' IN FRANCIA²⁸

Negli ultimi anni la Francia ha potenziato i fattori chiave della sua competitività, prima fra tutti la capacità di innovazione delle imprese. Per svilupparla, dal 2005 le imprese hanno creato 71 poli di attività in tutti i settori di eccellenza dell'economia francese. Insieme al credito d'imposta più alto d'Europa, le opportunità offerte dai poli e i finanziamenti accordati loro fanno della Francia un paese estremamente attraente per le imprese che intendono sviluppare progetti di ricerca e sviluppo (R&S).

Un'impresa che partecipa ad un progetto di R&S in un polo può:

- Trovare le competenze e i talenti di cui necessita ;
- Partecipare a progetti di ricerca;
- Inserirsi in una rete reattiva di imprese, di ricercatori e di clienti attenti alle sue aspettative e stabilire partnership per il futuro;
- Usufruire di piattaforme di innovazione e di servizi dedicati di prima qualità ;
- Usufruire di aiuti molto vantaggiosi (aiuti diretti, esenzioni e crediti d'imposta).

I poli di competitività consentono a imprese, istituti di formazione e laboratori di ricerca di sviluppare collaborazioni e sinergie su progetti di R&S innovativi.

I poli sviluppano tre tipi di progetti collaborativi:

- progetti di R&S, fulcro della loro attività;
- progetti di piattaforme di innovazione, infrastrutture di punta destinate a favorire l'innovazione delle imprese mettendo in atto mezzi e servizi condivisi;
- progetti al di fuori di R&S (formazione, investimenti immobiliari, vigilanza e intelligence economica, promozione del territorio, sviluppo a livello internazionale...), altrettanti complementi indispensabili per la competitività delle imprese del polo e per lo sviluppo economico dei territori.

Infine, i poli possono basarsi su reti pubbliche di ricerca:

- Le Reti tematiche di ricerca avanzata (RTRA), che riuniscono intorno a un nocciolo duro di unità di ricerca geograficamente vicine una massa critica di ricercatori di altissimo livello impegnati in un obiettivo scientifico comune;
- Gli Istituti Carnot, che forniscono a strutture di ricerca che collaborano validamente con imprese mezzi finanziari supplementari per sviluppare e professionalizzare i propri rapporti con le stesse.

Un esempio su tutti è la ricostruzione del primo Aerodromo di Montaudran a Toulouse come futuro centro della AEROSPACE VALLEY, un progetto che punta a consolidare il centro dell'Industria Aerospaziale europea a Toulouse, come fulcro per produzione, ricerca e istruzione. L'Aerodromo di Montaudran é di grande significato storico per l'Industria Aerospaziale Francese in quanto culla dei servizi Aeropostali, una delle pioniere del mondo nell'industria aerospaziale.

Il progetto conta su 193,700 mq di uffici, strutture di ricerca e aree per il tempo libero e il commercio. L'università è stata disegnata come una serie di edifici ad alta efficienza energetica con atri, facciate ombreggiate e tetti-giardino con pannelli solari.

²⁸www.competitivite.gouv.fr

Fra questi edifici, la sede centrale per ONERA, l'Istituto di Ricerca Aerospaziale Francese, è stato disegnato come una torre di 28 piani che diverrà punto di riferimento per l'intera Aerospace Valley.



Figura 4.13 – Render di progetto Aerospace Valley di Toulouse

SYSTEM@TIC PARIS-REGION

Polo che raccoglie cinque differenti gruppi tematici, che vanno dai trasporti alle telecomunicazioni e ultimamente anche uno dedicato esclusivamente al Free & Open Source Software.

“L'idea è quella di federare laboratori di ricerca, piccole e medie imprese (PMI) e grandi imprese con l'obiettivo di costituire un ecosistema sostenibile, in grado di mettere a frutto i progetti di ricerca pre-competitiva attivati dai finanziamenti pubblici”²⁹.

Vengono selezionati dei lavori e in ognuno di essi il ruolo delle PMI è determinante, come dimostra lo “sbilanciamento” dei finanziamenti a favore dei soggetti più piccoli (59% PMI, 26% laboratori, 15% grandi imprese).

Ciò che stupisce per efficienza ed efficacia è il processo di valutazione dei progetti, che in meno di sei mesi è stato in grado di far vagliare ed approvare le proposte passando per il gruppo di lavoro FOSS, il polo di competitività, gli organismi regionali fino al Ministero dell'Industria. Un iter in grado di massimizzare le probabilità di successo degli investimenti, proprio perché sottoposti al vaglio di soggetti con prospettive e punti di vista diversi.

L'area parigina raccoglie oltre il 50% delle iniziative di Ricerca e Sviluppo francese, una presenza significativa di open source e un numero rilevante di centri di ricerca ed università, nonché una notevole concentrazione del budget dell'intera nazione.

²⁹Roberto di Cosmo, professore all'università di Parigi e rappresentante di alcune imprese inserite nel progetto. Intervista di Roberto Galoppini in Mi piace la Francia, piccolo reportage della capitale europea, Logiciel Libre.

ATTIVITA' DI INCUBAZIONE IN USA³⁰

Il termine "incubatore" nasce proprio negli Stati Uniti per riferirsi ad organi creati appositamente per sostenere lo sviluppo imprenditoriale in aree geografiche depresse, attraverso interventi di sostegno alle nuove imprese.

Il primo incubatore statunitense è nato a Batavia, nei pressi di New York, nel 1959, quando l'azienda locale, produttrice di attrezzature militari, fu posta in liquidazione lasciando 2.000 lavoratori disoccupati. Un imprenditore locale, Charles Mancuso, acquistò l'edificio ormai in disuso, uno stabilimento da un milione di "piedi" quadrati di superficie, lo ristrutturò con l'obiettivo di affittarne gli spazi a imprenditori e piccole aziende della zona.

Nonostante esistano differenti tipologie oggi presenti si è voluto porre l'attenzione maggiore sugli incubatori profit oriented, che, per quanto rappresentino solamente il 30% dell'attività di incubazione, risultano essere i più attivi e prolifici nel contesto appena considerato.

E' possibile identificare quattro modelli di incubatori for profit:

- ci sono società che si limitano ad "ospitare" sia le start up, sia le imprese già avviate, presso i propri spazi concessi in affitto per brevi periodi di tempo. In tal caso vengono forniti solo limitati servizi ed attrezzature comuni, ma non la consulenza per il business specifico (sono definiti in gergo "gli affittacamere");
- altre società si sono invece trasformate, passando da un'attività puramente commerciale, quale quella vista precedentemente, ad un'attività più operativa ed orientata ai servizi. Innanzitutto perché sono le stesse start up a domandare maggiori servizi e consulenza specifica per sostenere il loro business, secondariamente gli stessi incubatori hanno compreso che offrendo un valore aggiunto avrebbero potuto mantenere i loro spazi costantemente occupati da aziende di successo;
- una terza categoria si è sviluppata da attività locali orientate allo sviluppo dell'ambito geografico in cui erano inserite che, al di là della natura "sociale", dimostrano l'intenzione di realizzare profitti dalle iniziative considerate. Questo modello di incubatore for profit ha forti relazioni con organizzazioni pubbliche quali i college e le università, la camera di commercio, gli Small Business Development Center ed altre entità locali, alle quali fornisce servizi e consulenza;
- l'ultima categoria riguarda, infine, le società create da Business Angel, da venture capitalist, o da gruppi economici privati interessati ad investire in start up operanti in business emergenti o che intendono sviluppare spin off di aziende già esistenti.

Accanto agli incubatori for profit, altre tipologie di "programmi" perseguono differenti obiettivi: come la commercializzazione di nuove tecnologie prodotte all'interno delle più prestigiose università, la diversificazione delle economie locali, l'assistenza alla piccola imprenditoria o lo sviluppo delle aree depresse e dell'occupazione.

Tra le attività for profit, un'ulteriore modalità di diversificazione è riconducibile ai modelli di ricavo:

³⁰Incubatori privati: realtà internazionale e modello italiano: collana Capitale di Rischio e impresa, Quaderno 10, studio compiuto dall'Associazione Italiana Investitori Istituzionali nel Capitale di Rischio

- modelli equity oriented, che richiedono quote di partecipazione azionaria in cambio di servizi offerti, e che si propongono di guadagnare attraverso l'eventuale capital gain proveniente da successiva cessione delle azioni;
 - modelli fee based, che, più vicini all'attività di consulenza, richiedono il pagamento di commissioni in cambio dei servizi offerti;
 - modelli misti, che contemplano entrambe le modalità di ricavo.
- E' interessante analizzare i principali servizi e le modalità con cui viene erogata la consulenza alle aziende ospitate all'interno delle strutture in questione.

SERVIZI OFFERTI IN INCUBATORI % SUL TOTALE DEGLI INCUBATORI

Assistenza allo start up 96%
Marketing 89%
Contabilità e Finanza 77%
Servizi legali 47%
Assistenza alla brevettazione 37%
Assistenza al reperimento di prestiti commerciali 77%
Sviluppo del management team 44%
Programmi di tutoraggio 42%
Collegamento con partner finanziari/strategici 58%
Sviluppo di attività connesse 63%
Sviluppo di nuovi prodotti 41%
Sviluppo di sistemi informativi 25%
Assistenza alla produzione 37%
Assistenza alla attività di design 23%
Attività di Networking 86%
Commercializzazione della tecnologia 40%
Collegamento con Centri di formazione 76%
Assistenza legislative/regolamentare 31%
Assistenza all'esportazione 42%
Programmi di formazione imprenditoriali 49%

SERVIZI MATERIALI OFFERTI

Conference Room 92%
Attrezzatura tecnica 45%
Condivisione servizi amministrativi 88%
Video conferenza 19%

Secondo recenti studi i migliori incubatori non forniscono solamente le infrastrutture, i servizi di base e i finanziamenti, ma un network di importanti relazioni d'affari estremamente sviluppato, capace di accompagnare le start up fino a sbaragliare le concorrenti sul mercato.

Si tratta del modello del "Networked Incubator", capace di promuovere partnership tra i team delle start up e altre aziende internet-oriented di successo, così da facilitare il flusso di conoscenze e di talenti tra le stesse aziende.

Grazie a questi incubatori le start up possono accedere ad un sistema che permette loro di ottenere risorse e partner molto più rapidamente, consentendo alle stesse di affermarsi sul mercato prima dei loro concorrenti.

Grazie a questa combinazione la struttura del Networked Incubator assume il ruolo di nuovo modello organizzativo, nato appositamente per creare valore e profitto nelle aziende della New Economy.

LA GERMANIA³¹

In Germania c'è una rete di circa 400 Centri d'incubazione di Innovazione e Tecnologia. Tali centri si concentrano principalmente sulla conoscenza e sull'innovazione d'impresa attraverso l'incoraggiamento alla creazione di start-up e condizioni di sviluppo.

Dal punto di vista economico, i centri di innovazione sono per lo più visti come strumenti per lo sviluppo economico regionale e locale, consentendo lo sviluppo e la ricostruzione di piccole e medie imprese in aree che stanno attraversando cambiamenti strutturali sottostanti.

Dal punto di vista politico, la creazione di nuovi posti di lavoro e la salvaguardia dell'occupazione sono i più importanti risultati dei centri di innovazione. I prodotti delle imprese innovative che spesso crescono rapidamente e vengono efficacemente piazzati sul mercato contribuiscono al prodotto nazionale lordo in modo notevole.

Dalla prospettiva di ricerca delle università tedesche e degli istituti di ricerca, il trasferimento personalizzato di conoscenze attraverso i promotori di imprese è riconosciuto come un valido modo di fare uso di risultati ed esiti scientifici. In Germania, molti progetti stanno promuovendo la nascita di imprese al fine di facilitare il trasferimento delle conoscenze dalle aree di ricerca ai mercati e, pertanto, incoraggiare la cooperazione tra università e centri di innovazione.

Negli ultimi decenni, il numero di centri di innovazione e di incubazione, così come il numero di imprese clienti, è aumentato continuamente. Solo il 6% delle società clienti ha dovuto dichiarare fallimento. Al confronto, il 50% di tutte le nuove imprese fondate in Germania non sopravvivono i primi cinque anni.

Secondo l'associazione tedesca di Innovation Center (ADT e.V.) i principali obiettivi di sviluppo futuro sono i seguenti:

- Stretto collegamento in rete con istituti di ricerca altamente produttivo
- L'efficienza economica.

³¹Report incubatori d'impresa, polo scientifico tecnologico avanzato all'interno dell'area ex Sgl Carbon, a cura del Parco Scientifico e Tecnologico delle Marche.

4.4 Modifiche al progetto preliminare

Dopo aver compreso il funzionamento di alcuni incubatori oggi presenti sul territorio e aver raccolto informazioni anche in campo internazionale, si è deciso di riprendere la progettazione. Questa fase ha permesso di migliorare il progetto preliminare andando a cogliere le carenze dello stesso e parallelamente individuando gli aspetti innovativi di ogni singola struttura analizzata.

Si è deciso quindi di suddividere l'edificio in livelli dedicando ad ogni piano una precisa fase di vita delle aziende. Il primo livello è rappresentato dai piani seminterrato e rialzato dove trovano collocazione uno spazio espositivo e gli uffici di gestione della struttura. L'imprenditore che vuole avviare un'attività ha qui la possibilità di presentare la propria idea ed essere affiancato nelle prime fasi di valutazione e sviluppo.

Nel secondo livello, situato al primo piano, si trovano delle postazioni di lavoro open-space utili principalmente agli imprenditori appena ammessi ai quali serve principalmente una scrivania e una connessione internet/telefono. Non è da escludere che un'azienda già avviata decida di continuare ad operare in questo tipo di spazio, poiché è facilitato nell'interscambio di idee e collaborazioni con i lavoratori vicini.

Il terzo livello rappresenta il cuore della struttura e infatti è stato posto al centro della suddivisione. In questo piano, il secondo, è presente un lounge bar che offre ai lavoratori l'opportunità di una piacevole pausa caffè e contemporaneamente, anche grazie all'apertura al pubblico, favorisce lo scambio di idee e conoscenze tra le persone. Una parte di questo livello, a disposizione del solo incubatore, è stata riservata al co-working, un ambiente open-space con postazioni libere di lavoro.

L'ultimo livello, rappresentato dai piani terzo e quarto, è riservato alle aziende che hanno deciso di insediarsi nella struttura e di sfruttarne tutte le sue potenzialità pagando un affitto per i servizi offerti. L'ultimo livello coincide dunque con l'ultima fase del percorso di incubazione.

Al terzo piano trova spazio un ristorante aperto al pubblico, utile ai lavoratori di giorno e alla vita del quartiere la sera.

Di seguito verranno descritti con più precisioni i livelli progettati. Per la loro visione si rimanda alle tavole allegate.

PRIMO LIVELLO

Il primo livello, come già anticipato, raccoglie tutte funzioni presenti nel piano seminterrato e rialzato dell'edificio.

L'ingresso avviene nell'edificio cerniera che, come nel progetto preliminare, funge da filtro tra la piazza e l'incubatore anche grazie alle sue vetrate apribili. Queste permettono anche l'accesso ad una zona interna alla struttura che conduce direttamente ad un edificio adibito ad asilo e baby parking. Questo servizio viene ritenuto importante per la struttura perché consente agli imprenditori di poter conciliare il lavoro e la famiglia, portando il proprio figlio in un luogo vicino alla propria attività.

Il visitatore che entra nella struttura trova subito una zona centrale di reception ed è naturalmente portato a seguire un percorso che gli permetterà di visitare la zona espositiva andando dapprima al piano rialzato e infine a quello seminterrato, prima di ritornare all'ingresso.

Il lavoratore invece può decidere, passando comunque dalla zona espositiva, di percorrere una passerella veloce che lo porta direttamente verso la portineria di rappresentanza e quindi verso il corpo scale.

Passata la portineria di rappresentanza, entrando tramite badge, si può accedere anche agli uffici amministrativi, visibili al piano seminterrato grazie ad uno scasso della soletta del piano rialzato, nonché alle sale di consulenza dove saranno presenti settimanalmente gli incaricati rappresentanti degli uffici postali, bancari e della camera di commercio. Questo servizio vuole essere garantito per fornire alle aziende un servizio completo al fine di ridurre il più possibile perdite di tempo per spostamenti dal proprio ufficio.

La zona espositiva è ampiamente visibile dall'esterno grazie a dei "cubotti" che escono in aggetto alla facciata nord e nelle cui pareti si nascondono partizioni mobili le quali, opportunamente movimentate, creano delle sale riunioni usufruibili dalle aziende interne o affittabili a terzi. La movimentazione di queste pareti permette di mantenere l'apertura degli aggetti che offrono così, durante la riunione, un suggestivo scorcio sul verde e mettono anche in vista, per il visitatore esterno di passaggio, quello che succede nella struttura.

Al piano interrato trovano spazio, di fianco agli uffici gestionali, delle cantine a disposizione delle singole aziende, un locale server condizionato e due sale magazzino.

SECONDO LIVELLO

Il secondo livello, corrispondente con il primo piano, è costituito da un'ampia zona dedicata a postazioni singole open-space. E' stato riscontrato, visitando gli incubatori, che quest'area è di fondamentale importanza per le aziende in fase di start-up. Infatti l'imprenditore che sta avviando la propria attività nella maggior parte dei casi, essendo spesso l'unico rappresentante, ha bisogno semplicemente di una scrivania e di un collegamento telefonico, permettendo di restare economicamente nel budget di finanziamento. Solamente in un secondo momento, con l'ingrandirsi della società, potrebbe essere necessario richiedere un ufficio privato e ci si trasferirà dunque ai piani più alti.

Tuttavia può succedere che, per la natura del lavoro svolto, il lavoratore continui a sfruttare questo spazio o magari decida di affittare uffici in condivisione con altre aziende conosciute all'interno della struttura e da cui è nata una collaborazione.

Quest'ultimo tipo di soluzione può essere realizzata proprio in questo livello dove è stata dedicata una zona con uffici chiusi da pareti modulabili e perfettamente flessibili alle esigenze delle aziende incubate.

Da questo piano è possibile anche accedere, direttamente tramite un collegamento diretto in quota, all'auditorium posto a nord dell'area di progetto.

TERZO LIVELLO

Al secondo piano trova spazio il terzo livello dove è presente un lounge bar, elemento che ben rappresenta il vero spirito di un incubatore d'impresa, concetto tenuto molto in considerazione soprattutto all'estero. Questo servizio è presente solo in questo livello proprio per favorire il passaggio di tutte le persone che vogliono fare una pausa di lavoro uscendo dal proprio ufficio. In tutti gli incubatori visitati si è avuta testimonianza di come "le migliori idee e collaborazioni tra le aziende sono nate proprio davanti ad un caffè". Per questo si è deciso di aprire la zona al pubblico, creando un accesso direttamente dall'ingresso al piano terra nell'edificio cerniera.

Si sono realizzate postazioni di relax e di lavoro, nonché classiche sedute da bar, in modo da offrire al lavoratore la possibilità di scegliere, nello stesso luogo, il tipo di ambiente per lui migliore.

Con lo stesso obiettivo, nello stesso piano, è stata realizzata una zona di co-working, ovvero postazioni open space simili a quelle del secondo livello ma di più libero accesso poiché non assegnate, accessibile ai soli lavoratori.

QUARTO LIVELLO

L'ultimo livello, corrispondente con gli ultimi due piani dell'edificio, è riservato alle aziende insediate, ovvero imprenditori che hanno raggiunto una propria autonomia e si sono ingranditi e vogliono continuare ad usufruire dei servizi a loro offerti nella struttura. Possono qui insediarsi anche aziende già avviate le quali vedono nell'incubatore un potenziale per poter migliorare le condizioni di lavoro e di vita dell'impresa.

In questi piani sono stati dunque progettati uffici chiusi, dedicati a singole imprese. La particolarità di questi spazi è la modulabilità. Si deve rispondere ad un'esigenza di spazi che evolve nel tempo poiché le aziende si possono ingrandire, possono diminuire i propri dipendenti, possono richiedere spazi per brevi periodi e non devono necessariamente traslocare dalla propria posizione ogni volta nasca una necessità differente. Grazie ad un sistema di pareti mobili è possibile creare differenti scenari lavorativi avvicinandosi maggiormente alle richieste degli imprenditori. Queste pareti, quando non vengono utilizzate, si nasconderanno perfettamente tra l'orditura dei pilastri mantenendo regolare la disposizione degli uffici.

In questo livello è presente anche un ristorante, indispensabile per fornire un servizio completo alle aziende.

Il ristorante rimane aperto al pubblico per favorire l'utilizzo di tutta l'area di progetto per l'intera giornata. La posizione alta del locale permetterà agli ospiti di godere di un ottimo panorama sulla piazza e scorgere particolari notturni di Milano.

4.5 Progetto tecnologico

In ambito di recupero, il progetto tecnologico si è identificata in più fasi.

In prima battuta sono state studiate le soluzioni tecnologiche dello stato di fatto e verificate le prestazioni che le contraddistinguono; alla luce di quanto emerso da questa prima indagine, è stato dunque possibile andare a confrontare le caratteristiche emerse con le esigenze prestazionali per la nuova funzione che ospiterà l'edificio e stabilire, infine, le tipologie di intervento da intraprendere per il raggiungimento delle prestazioni ricercate.

Di seguito vengono presentati i particolari tecnologici dello stato di progetto e, per ciascuno, la descrizione dell'intervento di integrazione previsto.

Per meglio descrivere le scelte effettuate relativamente ai nodi tecnologici sono state elaborate tre sezioni in punti strategici degli edifici incubatore e cerniera.

Di seguito verranno descritti i nodi studiati. Per la visione delle tavole corrispondenti si rimanda alle tavole in allegato.

La Tavola 4.10 descrive il nodo 1-A ossia il particolare muro contro terra/chiusura verticale contro terra. Si è deciso di mantenere il primo strato esistente composto da un solaio contro terra areato realizzato con muricci e tavelloni con sovrapposta una cappa collaborante in calcestruzzo e rete elettrosaldata. Al di sopra si è pensato di posare un pavimento a pannelli radianti costituito da uno spesso strato di isolante calpestabile in polistirene estruso, un massetto alleggerito con annegati i tubi di riscaldamento e infine un una pavimentazione costituita da uno strato di resina. Quest'ultimo materiale, economicamente vantaggioso, è stato scelto per l'alta resistenza all'usura e per la facilità di pulizia, oltre che per una facile e veloce manutenzione dopo la sua posa; queste sono caratteristiche indispensabili per un ambiente pubblico.

La chiusura verticale mantiene i due strati esterni, la guaina bollata e la chiusura in cemento armato, alla quale si è deciso di appoggiare internamente uno strato di isolamento termico in polistirene estruso e una finitura in intonaco al civile che verrà alla fine pitturata.

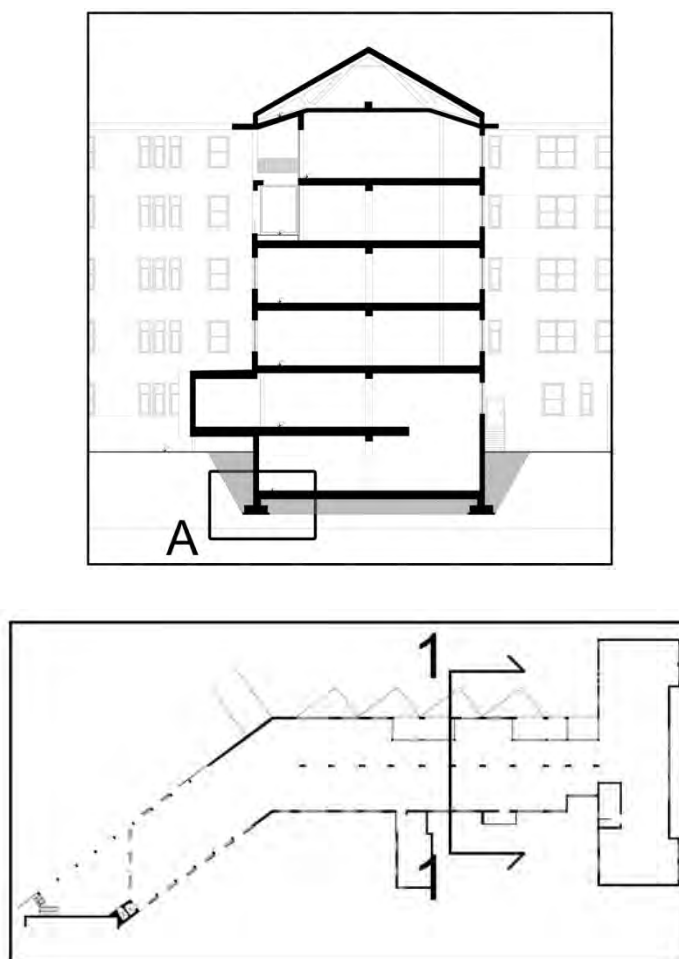


Figura 4.14 - Riferimenti del nodo 1-A in pianta e sezione

La Tavola 4.11 è riferita al nodo 1-B che descrive l'attacco dell'oggetto in Alucobond con la struttura esistente. Si è deciso di collegare una trave in acciaio alla trave principale in calcestruzzo del solaio del piano rialzato tramite un piastra angolare bullonata. Sopra la trave in acciaio verrà posata una lamiera grecata che ospiterà un getto collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata. Tale massetto proseguirà quello esistente della soletta interna dell'edificio incubatore. Al di sopra il progetto prevede la posa del pacchetto di riscaldamento a pannelli radianti utilizzando, rispetto alla stratigrafia contro terra (ved. Tav.4.1), uno spessore di isolante inferiore.

Internamente, al di sotto del pacchetto di pannelli radianti, è stata conservata la situazione dello stato di fatto costituita da un massetto di pendenza con rete elettrosaldata, pignatte (sezionate sul lato lungo) e uno strato di intonaco.

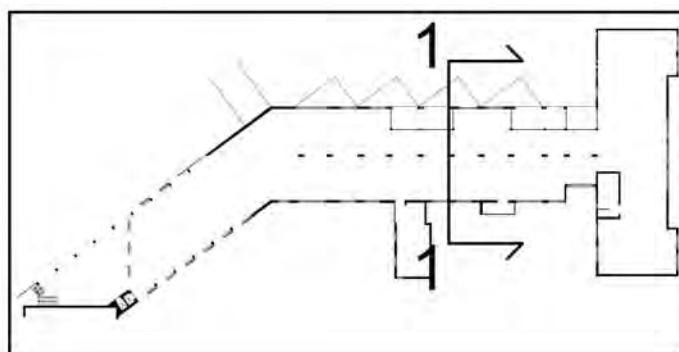
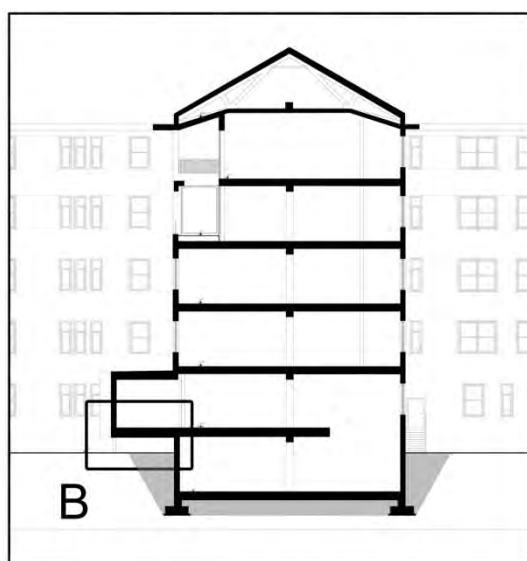


Figura 4.15 - Riferimenti del nodo 1-B in pianta e sezione

La Tavola 4.12 illustra l'attacco superiore dell'aggetto alla trave principale della soletta del piano primo esistente (nodo 1-C). Viene realizzato collegando tramite una piastra bullonata una trave in acciaio alla trave in calcestruzzo già realizzata. Sopra la nuova trave viene appoggiata una lamiera grecata annegata in un getto collaborante realizzato con pendenza per lo scolo dell'acqua. Nel getto verranno fissati gli elementi che sorreggono la finitura esterna di lamiera. Viene descritta in questa tavola anche la chiusura verticale che utilizza Alucobond come rivestimento esterno. Internamente trovano spazio gli elementi di fissaggio della lamiera montati su pannelli di fibrocemento, due strati di isolamento termico in polistirene estruso e una finitura in pannelli di gesso rivestiti.

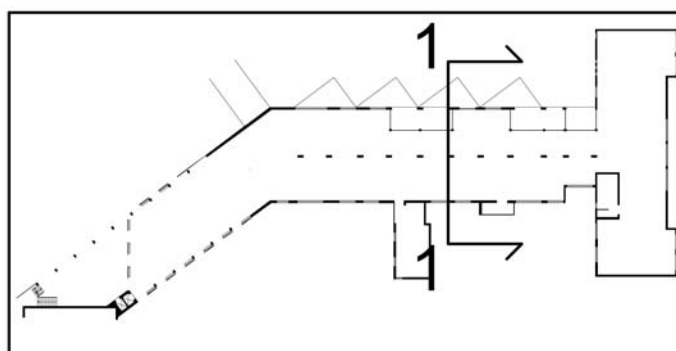
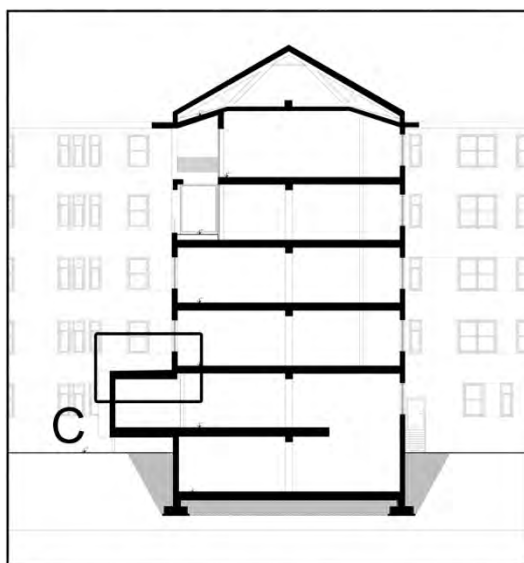


Figura 4.16 - Riferimenti del nodo 1-C in pianta e sezione

La Tavola 4.13 descrive il nodo 1-D relativo alla loggia in doppia altezza realizzata per movimentare la facciata e fornire uno spazio aperto in ogni piano dell'edificio. Per mantenere la continuità di isolamento termico si può notare che si è scelto di rivestire la trave principale esistente con uno strato di isolamento termico in polistirene estruso su cui verrà applicato uno strato di intonaco per esterni.

In questa tavola è possibile notare il particolare relativo al davanzale su cui verrà fissato il parapetto in acciaio. È importante mantenere una continuità nella guaina impermeabilizzante e nell'isolamento al fine di evitare infiltrazioni d'acqua e la formazione di ponti termici.

La trave principale superiore, che rimarrà a vista, verrà ricoperta da una guaina impermeabile e da una scossalina in lamiera al fine di evitare la formazione di agenti patogeni che potrebbero compromettere la resistenza strutturale nonché l'estetica dell'elemento.

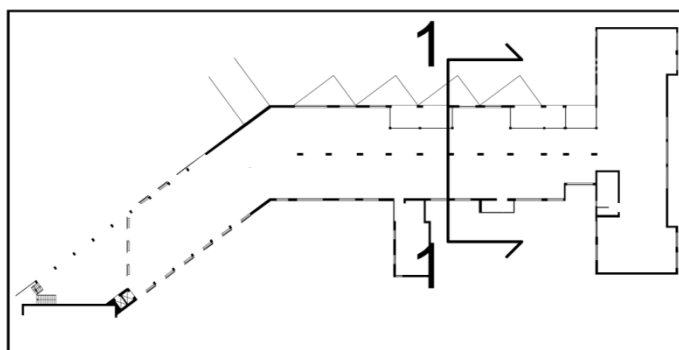
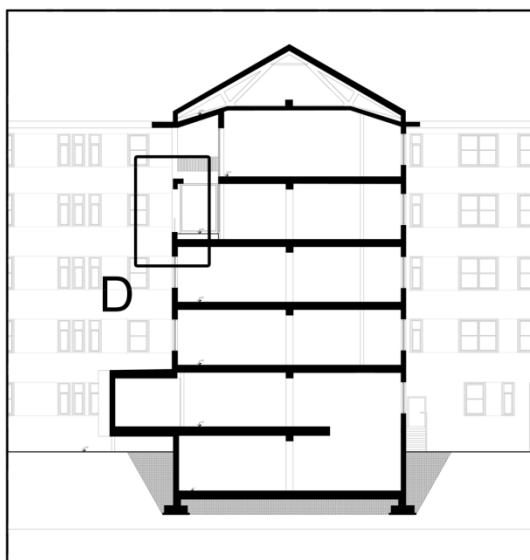


Figura 4.17 - Riferimenti del nodo 1-D in pianta e sezione

La Tavola 4.14 descrive il nodo 1-E di gronda presente in copertura nell'edificio incubatore. Al fine di evitare ponti termici è possibile notare la scelta progettuale di coprire "a cappotto" la struttura con un isolante termico. La protezione all'acqua verrà garantita nel punto più sporgente da una scossalina in lamiera sulla quale verrà fissato un parapetto in acciaio, punto vita tutt'oggi presente. Si nota anche la stratigrafia della copertura costituita da pannelli in alluminio marca Riverclack applicati sulla sistema in laterizi esistente. L'isolamento termico è stato posto nella struttura interna in quanto si è deciso di lasciare il piano sottotetto non abitabile dunque classificato "freddo". Verranno fissati quindi, all'estradosso e all'intradosso del solaio dell'ultimo piano, due strati di polistirene estruso che permetteranno di rientrare nei parametri legislativi di isolamento.

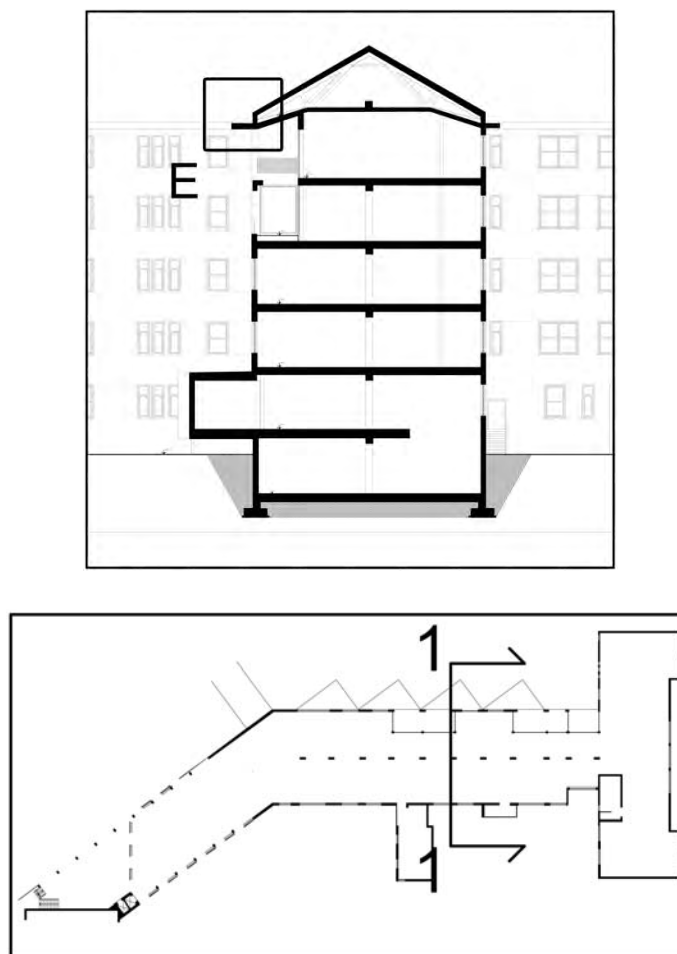


Figura 4.18 Riferimenti del nodo 1-E in pianta e sezione

La Tavola 4.15 descrive il nodo 1.F tra la nuova chiusura verticale e la soletta esistente dell'ultimo piano dell'edificio. È possibile notare la continuità di isolamento termico e la volontà di mantenere freddo il piano sottotetto dell'edificio. Come per la tavola precedente (ved. Tav.4.5) si applicherà sopra la soletta esistente uno strato di polistirene estruso e all'intradosso verrà realizzato un sistema di controsoffittatura.

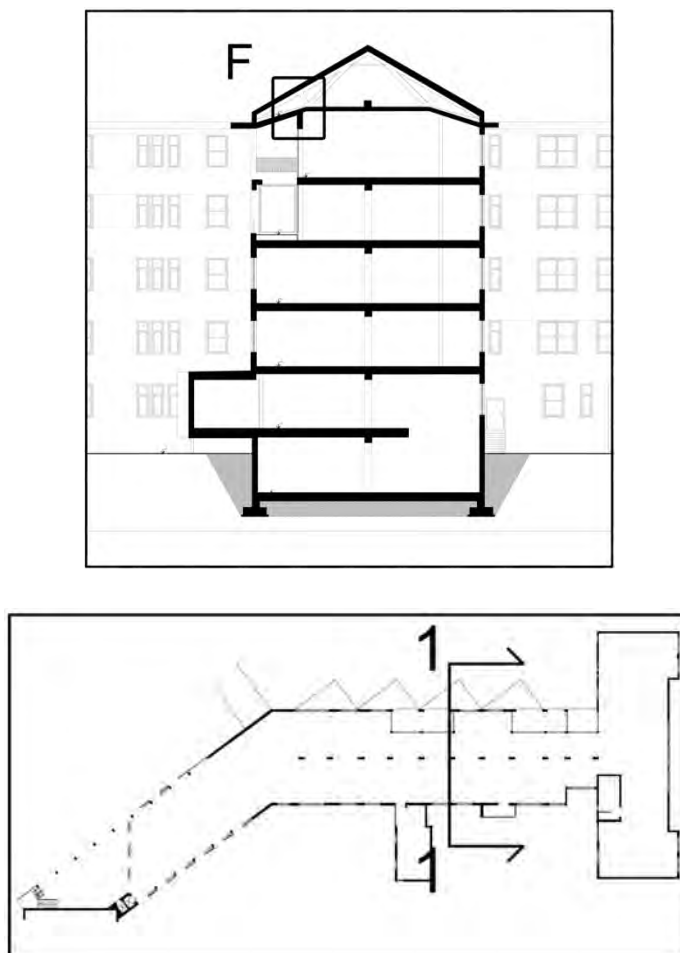


Figura 4.19 Riferimenti del nodo 1-F in pianta e sezione

Di seguito vengono riportate le stratigrafie e i calcoli effettuati³² relativamente allo studio delle condizioni termo-igrometriche delle strutture isolate e la verifica delle prestazioni dei pacchetti realizzati. Vengono riportate in prima battuta anche le analisi delle più significative stratigrafie dello stato di fatto per dimostrare la loro inadeguatezza nelle prestazioni.

Le verifiche sono state condotte avvalendosi del software a distribuzione gratuita di casa Celenit. In particolare sono stati usati Celenit Jvap per la verifica di Glaser³³ e Celenit Jtempest per il calcolo della trasmittanza³⁴ e dello sfasamento dell'onda termica³⁵.

³² Nello sviluppo del progetto sono state in particolare considerate le seguenti norme:

UNI 10349:1994 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici".

UNI EN ISO 13788:2003 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo".

UNI 10351:1994 "Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore".

UNI 10355:1994 "Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo."

UNI EN ISO 6946:2008 "Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo".

³³ F.M. Butera, *Architettura e ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, ed. Etaslibri, 1995, Verifica di Glaser: procedimento di calcolo e verifica della formazione di condensa all'interno del pacchetto tecnologico studiato. Il problema della condensazione del vapor d'acqua, sia che avvenga sulle superfici delle strutture, sia che avvenga all'interno delle stesse, rappresenta un rischio sotto un duplice aspetto: quello legato alla conservazione delle strutture e quello legato alla salubrità degli ambienti.

³⁴ F.M. Butera, *Architettura e ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, ed. Etaslibri, 1995, Trasmittanza termica: capacità isolante di uno o più elementi. La trasmittanza misura la quantità di calore che nell'unità di tempo attraversa un elemento della superficie di 1 m² in presenza di una differenza di temperatura di 1 K tra l'interno e l'esterno.

³⁵ Sfasamento dell'onda termica: Definisce la differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa. Il valore ottimale dello sfasamento è di 12-13 ore. È importante avere uno sfasamento di almeno 8 ore e non minore di 10 ore nelle zone geografiche con climi estivi più impegnativi. Con tali valori di sfasamento infatti, il calore entrerà nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi di aria. Il suo valore, comunemente sconosciuto e trascurato nella progettazione convenzionale, è di grande influenza soprattutto nel determinare il comfort termico estivo e quindi ha notevoli ripercussioni anche sul risparmio energetico.

- **Chiusura verticale semplice**

Questa tipologia di parete caratterizza tutto l'edificio A ed è costituita da una doppia parete in laterizio con intonaco all'esterno e all'interno.

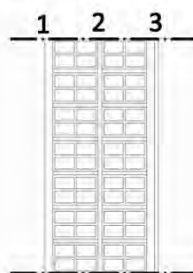
Composizione struttura "Chiusura verticale semplice Nord"

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m²K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,02	0,0222	20,00	0,40
2	MUR	Blocchi arg.esp.forati 25 cm.rif.1.2.13	0,25	0,76	15,00	3,75
3	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
		Superficie interna		0,13		

Proprietà principali della struttura

Disegno struttura

Nome struttura	Chiusura verticale semplice Nord
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	3
Spessore totale	0,29 m
Resistenza termica totale	0,9808 m²K/W
Trasmittanza termica totale	1,0196 W/(m²K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m²K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m²K)



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Tabella 1 - Calcolo dei fattori di temperatura.

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima accettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 0,9808 m²K/W

Le verifiche effettuate mostrano una resistenza termica dell'elemento inaccettabile ai fini del benessere termico dell'edificio.

È stata dunque pensata una soluzione tecnologica adatta ed è stata verificata.

Composizione struttura "Chiusura verticale semplice Nord"

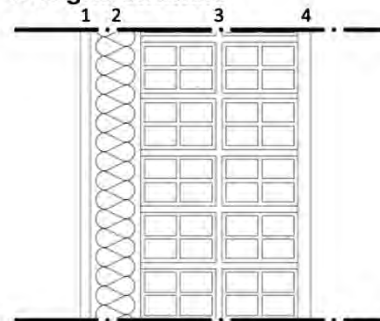
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,02	0,0222	20,00	0,40
2	ISO	Polistirene estruso	0,08	2,25	50,00	4,00
3	MUR	Blocchi arg.esp.forati 25 cm.rif.1.2.13	0,25	0,76	15,00	3,75
4	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
		Superficie interna		0,13		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Chiusura verticale semplice Nord
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	4
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	3,2308 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,3095 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima accettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 3,2308 m²K/W

È possibile notare che il pacchetto ipotizzato risulta VERIFICATO relativamente alla richiesta minima di resistenza termica. Viene indicato Gennaio come mese critico perciò di seguito verrà riportato il grafico dell'andamento della temperatura e delle pressioni solamente per questo mese.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

Mese
Ottobre
Novembre
Dicembre
Gennaio
Febbraio
Marzo
Aprile
Maggio
Giugno
Luglio
Agosto
Settembre

	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua o superiore al limite

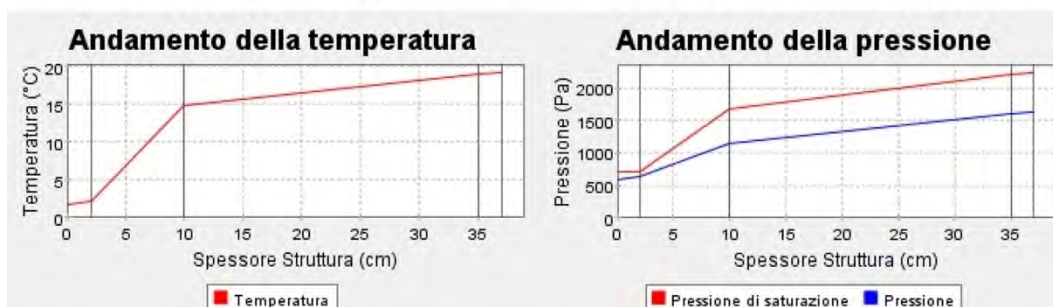
Legenda

Note

Condensa non presente



Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Dai calcoli effettuati NON RISULTA CONDENSA all'interno degli strati. Questo viene ben evidenziato nel grafico delle pressioni dove si può notare che la pressione di saturazione si mantiene sempre superiore alla pressione di vapore. Non formandosi condensa non è necessaria la membrana al vapore.

Profilo delle pressioni

Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Press. Interna
Ottobre	1605,45	1609,75	2101,28	2294,69	2302,25
	1412,00	1422,72	1529,97	1630,50	1635,87
Novembre	1075,85	1081,96	1883,28	2252,41	2267,44
	958,00	990,47	1315,20	1619,63	1635,87
Dicembre	774,17	780,56	1725,93	2219,62	2240,37
	671,00	717,22	1179,43	1612,76	1635,87
Gennaio	701,59	707,94	1682,26	2210,14	2232,53
	590,00	640,10	1141,11	1610,82	1635,87
Febbraio	835,76	842,15	1760,93	2227,10	2246,55
	645,00	692,47	1167,13	1612,13	1635,87
Marzo	1173,58	1179,47	1928,00	2261,36	2274,82
	943,00	976,19	1308,10	1619,27	1635,87
Aprile	1605,45	1609,75	2101,28	2294,69	2302,25
	1183,00	1185,65	1412,17	1624,54	1635,87
Maggio	2053,25	2055,12	2251,97	2322,08	2324,76
	1326,00	1340,84	1489,28	1628,44	1635,87
Giugno	2735,25	2732,28	2446,05	2355,47	2352,13
	1840,00	1830,22	1732,43	1640,76	1635,87
Luglio	3172,88	3166,26	2555,12	2373,41	2366,80
	1736,00	1731,20	1683,23	1638,26	1635,87
Agosto	2991,00	2985,95	2510,99	2366,22	2360,92
	2012,00	1993,98	1813,80	1644,88	1635,87
Settembre	2394,71	2394,31	2353,45	2339,79	2339,28
	1921,00	1907,34	1770,75	1642,70	1635,87

	Press. Saturazione (Pa)
	Pressione (Pa)
	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua

Legenda.

La tabella riporta i dati ben rappresentati nel grafico delle pressioni. È stato utilizzato il colore verde per indicare che la pressione di vapore è inferiore alla pressione di saturazione indicata in bianco.

Jtempest

Composizione struttura "Chiusura verticale semplice Nord"

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Resistenza [m²K/W]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Cal. spec. [J/kgK]</i>
		Superficie esterna		0,0741		
	INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per	0,02	0,0222	1800,00	836,80
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,25	35,00	5857,6001
	MUR	Blocchi arg.esp.forati 25 cm.rif.1.2.13	0,25	0,76	700,00	896,5727
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Chiusura verticale semplice Nord
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	4
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	3,2599 m²K/W
Trasmittanza termica totale	0,3068 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m²K)
Attenuazione	0,223
Sfasamento	10 h 59'

Vengono di seguito calcolate le temperature esterne, interne e del pacchetto tecnologico preso in considerazione.

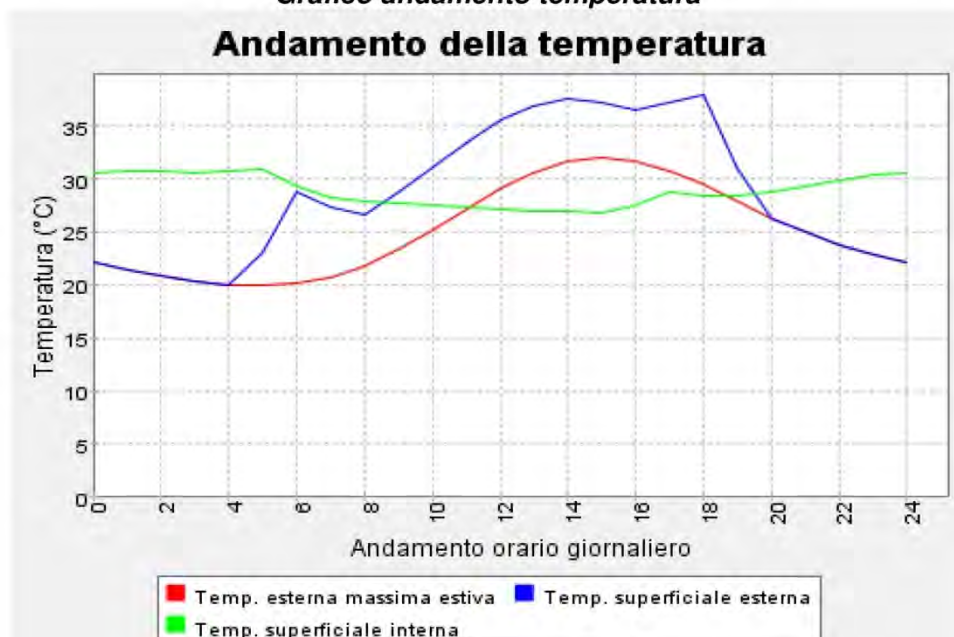
Viene indicato dal programma un valore di sfasamento superiore al valore minimo di 8h e vicino ai valori considerati ottimali per garantire un adeguato confort termico.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	30,5895
1	21,46	0	21,46	30,7243
2	20,86	0	20,86	30,6757
3	20,38	0	20,38	30,4864
4	20,02	0	20,02	30,6757
5	19,9	71	23,0556	30,8274
6	20,14	192	28,6733	29,2799
7	20,74	147	27,2733	28,2281
8	21,82	109	26,6644	27,9337
9	23,38	120	28,7133	27,6661
10	25,18	133	31,0911	27,4519
11	27,22	141	33,4867	27,2913
12	29,14	144	35,54	27,1575
13	30,58	141	36,8467	27,0237
14	31,54	133	37,4511	26,9166
15	31,9	120	37,2333	26,8363
16	31,54	109	36,3844	27,5134
17	30,7	147	37,2333	28,7664
18	29,38	192	37,9133	28,4542
19	27,82	71	30,9756	28,3183
20	26,26	0	26,26	28,7753
21	24,94	0	24,94	29,3057
22	23,74	0	23,74	29,84
23	22,78	0	22,78	30,298

Grafico andamento temperatura



La tabella mostra come la temperatura superficiale interna si mantenga pressoché costante comportando un miglioramento, rispetto al confronto con la stratigrafia dello stato di fatto, del confort termico interno.

Composizione struttura "Chiusura verticale semplice Sud"

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per	0,02	0,0222	1800,00	836,80
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,25	35,00	5857,6001
	MUR	Blocchi arg.esp.forati 25 cm.rif.1.2.13	0,25	0,76	700,00	896,5727
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

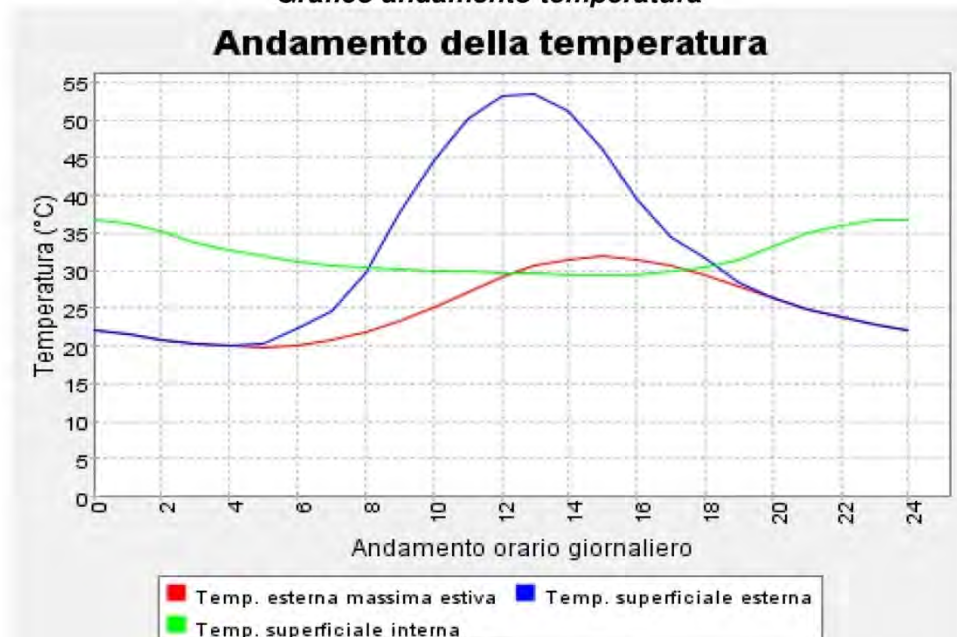
Nome struttura	Chiusura verticale semplice
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	4
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	3,2599 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,3068 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m ² K)
Attenuazione	0,223
Sfasamento	10 h 59'

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	36,8422
1	21,46	0	21,46	36,303
2	20,86	0	20,86	35,2135
3	20,38	0	20,38	33,7057
4	20,02	0	20,02	32,6162
5	19,9	11	20,3889	31,9649
6	20,14	50	22,3622	31,2304
7	20,74	86	24,5622	30,7734
8	21,82	177	29,6867	30,479
9	23,38	321	37,6467	30,2113
10	25,18	439	44,6911	29,9972
11	27,22	515	50,1089	29,8366
12	29,14	541	53,1844	29,7027
13	30,58	515	53,4689	29,5689
14	31,54	439	51,0511	29,4619
15	31,9	321	46,1667	29,3816
16	31,54	177	39,4067	29,4638
17	30,7	86	34,5222	29,904
18	29,38	50	31,6022	30,3947
19	27,82	11	28,3089	31,5377
20	26,26	0	26,26	33,3131
21	24,94	0	24,94	34,8844
22	23,74	0	23,74	36,0928
23	22,78	0	22,78	36,7788

Grafico andamento temperatura



La parete a sud è quella che, soprattutto nel periodo estivo, risente maggiormente del carico solare che la irraggia. Il grafico mostra che, nonostante questo fattore sfavorevole, il pacchetto mantiene pressoché costante la sua temperatura durante l'arco della giornata. È possibile notare infine che la parete ha un picco di temperatura verso la 22esima e 24esima ora della giornata, nel momento quindi dove si può ottenere il massimo smaltimento del calore immagazzinato

Composizione struttura "Parete alucobond "

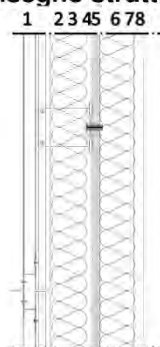
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	MET	Alluminio	0,002	0,00	2000000,00	4000,0002
2	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	0,01
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	0,01
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,19	1,00	0,025
3	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	50,00	4,00
4	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
5	FBR	Fibrocemento	0,02	0,0778	251,80	5,036
6	ISL	ISO polist.estruso 5cm	0,05	1,35	50,00	2,50
7	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
8	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
		Superficie interna		0,13		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Parete alucobond
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	10
Spessore totale	0,2174 m
Resistenza termica totale	4,2194 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,237 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima acc ettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 4,2194 m²K/W

La resistenza termica del pacchetto ipotizzato risulta VERIFICATA.

Questo pacchetto si riferisce alle pareti di chiusura verticale degli oggetti posti nella zona espositiva. Per la loro realizzazione sono state seguite le indicazioni fornite dal costruttore della finitura esterna in lamiera³⁶.

³⁶ Alucobond, Alucore, 3A Composites GmbH - Filiale Italia, Piazzale Biancamano, 8 - Milano.

Profilo delle pressioni

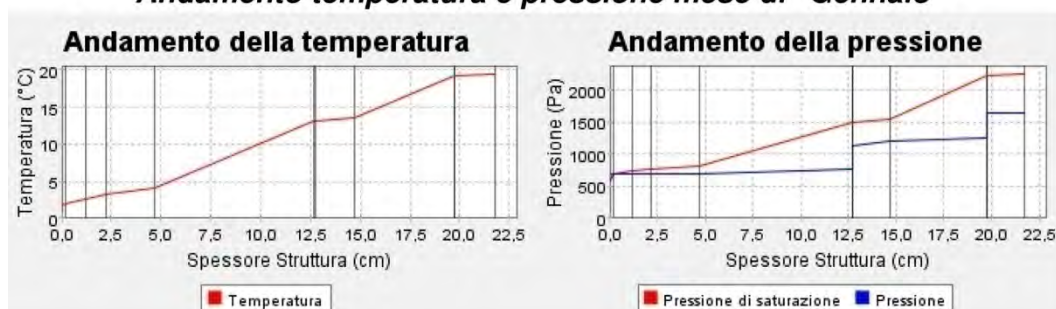
Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1603,64	1603,64	1625,96	1648,55	1677,57	2029,33	2029,61
	1412,00	1603,64	1603,64	1603,65	1603,66	1605,75	1618,79
Novembre	1073,28	1073,28	1105,13	1137,81	1180,41	1753,53	1754,01
	958,00	1073,28	1073,37	1073,47	1073,69	1110,12	1337,77
Dicembre	771,49	771,49	804,93	839,65	885,52	1560,18	1560,79
	671,00	771,49	771,63	771,77	772,12	828,08	1177,86
Gennaio	698,93	698,93	732,18	766,82	812,77	1507,43	1508,07
	590,00	698,93	699,06	699,23	699,61	760,28	1139,41
Febbraio	833,08	833,08	866,49	901,08	946,64	1602,75	1603,33
	645,00	833,08	833,21	833,34	833,66	885,64	1210,49
Marzo	1171,10	1171,11	1201,75	1233,10	1273,84	1809,38	1809,82
	943,00	1171,11	1171,18	1171,26	1171,45	1201,54	1389,80
Aprile	1603,64	1603,64	1625,96	1648,55	1677,57	2029,33	2029,61
	1163,00	1603,64	1603,64	1603,65	1603,66	1605,75	1618,79
Maggio	2052,47	2052,47	2062,13	2071,83	2084,17	2224,94	2225,05
	1326,00	2052,47	2052,40	2052,33	2052,16	2025,19	1856,61
Giugno	2736,50	2736,50	2721,19	2705,95	2686,76	2482,44	2482,30
	1840,00	2736,50	2721,19	2705,95	2686,76	2482,44	2115,87
Luglio	3175,67	3175,67	3141,55	3107,75	3065,40	2629,73	2629,44
	1736,00	1637,39	1637,39	1637,39	1637,39	1637,29	1636,67
Agosto	2993,14	2993,14	2967,06	2941,19	2908,70	2569,92	2569,69
	2012,00	1641,59	1641,59	1641,59	1641,58	1641,21	1638,90
Settembre	2394,88	2394,88	2392,78	2390,68	2388,03	2358,84	2358,82
	1921,00	1640,20	1640,20	1640,20	1640,20	1639,92	1638,16

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Sono stati rappresentati in giallo i valori critici del profilo delle pressioni; nel primo strato, corrispondente alla chiusura in lamiera, è possibile avere condensa. Il programma ha evidenziato altre criticità presenti in corrispondenza degli isolanti termici. Si è risolto il problema applicando nella parte interna dell'isolante una barriera al vapore fornita dalla stessa Celenit realizzatore del programma.

Profilo delle pressioni

Tabella risultati

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Press. Interna
Ottobre	2043,80	2304,23	2304,53	2310,34
	1621,42	1622,72	1635,76	1635,87
Novembre	1779,28	2271,37	2271,97	2283,56
	1383,63	1406,39	1634,04	1635,87
Dicembre	1592,73	2245,80	2246,64	2262,68
	1248,31	1283,29	1633,07	1635,87
Gennaio	1541,66	2238,39	2239,30	2256,62
	1215,78	1253,70	1632,83	1635,87
Febbraio	1633,89	2251,64	2252,42	2267,45
	1275,93	1308,42	1633,27	1635,87
Marzo	1832,99	2278,34	2278,88	2289,25
	1427,49	1446,29	1634,36	1635,87
Aprile	2043,80	2304,23	2304,53	2310,34
	1621,42	1622,72	1635,76	1635,87
Maggio	2230,42	2325,45	2325,56	2327,61
	1822,65	1805,79	1637,21	1635,87
Giugno	2474,99	2351,26	2351,12	2348,56
	2042,02	2005,37	1638,80	1635,87
Luglio	2614,39	2365,09	2364,82	2359,78
	1636,55	1636,49	1635,87	1635,87
Agosto	2557,83	2359,55	2359,33	2355,29
	1638,43	1638,20	1635,88	1635,87
Settembre	2357,74	2339,15	2339,13	2338,73
	1637,81	1637,63	1635,88	1635,87

	Press. Saturazione (Pa)
	Pressione (Pa)
	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua

Legenda.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

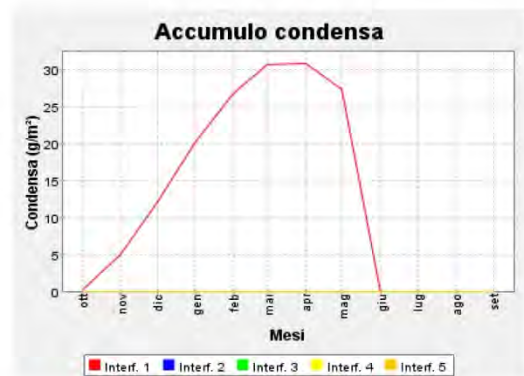
Mese	Interf. Fluss	Cond	Data	Interf. Fluss	Cond	Data	Interf. Fluss	Cond	Data	Interf. Fluss	Cond	Data	Interf. Fluss	Cond	Data
Ottobre	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	4,71	4,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	7,24	12,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennaio	7,85	20,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febbraio	6,71	26,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	3,87	30,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	0,21	30,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	-3,59	27,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	-793,8	0	29	-789,9	0	0	-398,0	0	0	-27,41	0	0	-7,68	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua o superiore al limite

Legenda

Note

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m³)



La tabella mostra i valori di accumulo di condensa nel punto critico del pacchetto tecnologico. I calcoli effettuati hanno mostrato che i valori si mantengono tutti al di sotto di un valore limite di condensa perciò è possibile considerare il pacchetto VERIFICATO.

Jtempest
Composizione struttura "Parete alucobond Nord"

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Resistenza [m²K/W]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Cal. spec. [J/kgK]</i>
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,16	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	35,00	5857,6001
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	725,00	2100,3679
	FBR	Fibrocemento	0,02	0,0778	1450,00	1029,264
	ISL	ISO polist. estruso da 5cm	0,05	1,35	35,00	5857,6001
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	725,00	2100,3679
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Parete alucobondNord
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	10
Spessore totale	0,2174 m
Resistenza termica totale	4,2185 m²K/W
Trasmittanza termica totale	0,2371 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m²K)
Attenuazione	0,2627
Sfasamento	9 h 7'
Attenuazione	0,2428
Sfasamento	9 h 29'

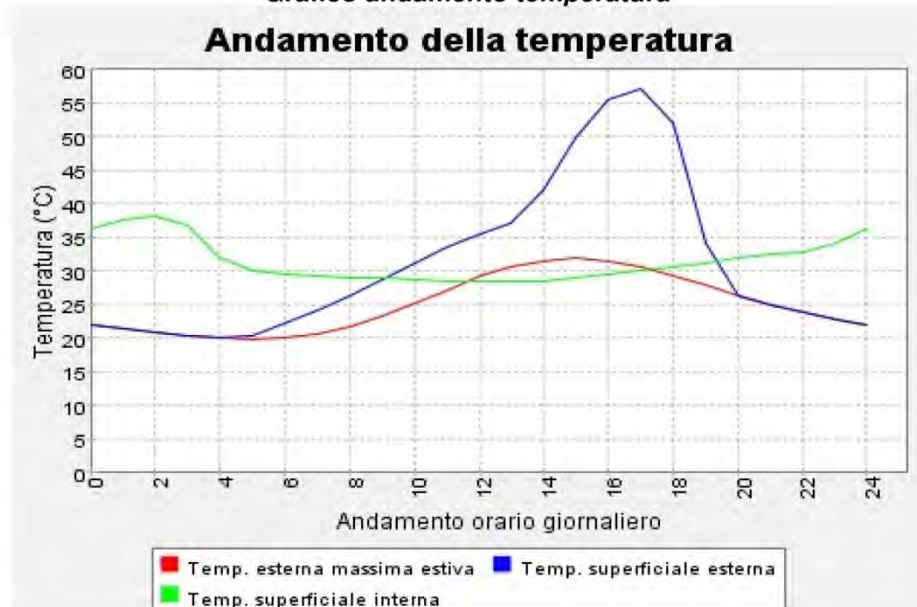
Il valore di sfasamento risulta superiore al valore limite fornito dalla normativa e quindi conforme ai livelli di confort termico richiesti.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	36,183
1	21,46	0	21,46	37,653
2	20,86	0	20,86	38,1212
3	20,38	0	20,38	36,7936
4	20,02	0	20,02	32,0872
5	19,9	11	20,3889	30,0078
6	20,14	50	22,3622	29,661
7	20,74	79	24,2511	29,3458
8	21,82	102	26,3533	29,0936
9	23,38	120	28,7133	28,9045
10	25,18	133	31,0911	28,7468
11	27,22	141	33,4867	28,5892
12	29,14	144	35,54	28,4631
13	30,58	146	37,0689	28,3686
14	31,54	234	41,94	28,4655
15	31,9	402	49,7667	28,9839
16	31,54	536	55,3622	29,4801
17	30,7	595	57,1444	30,0323
18	29,38	511	52,0911	30,6523
19	27,82	143	34,1756	31,2769
20	26,26	0	26,26	31,9063
21	24,94	0	24,94	32,4457
22	23,74	0	23,74	32,8473
23	22,78	0	22,78	34,1269

Grafico andamento temperatura



È importante notare come l'accumulo di calore nel pacchetto tecnologico avvenga nelle tarde ore della giornata, momento in cui è possibile ottenere il massimo smaltimento del calore immagazzinato.

Jtempest
Composizione struttura "Parete alucobond Nord"

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Resistenza [m²K/W]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Cal. spec. [J/kgK]</i>
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,16	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	35,00	5857,6001
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	725,00	2100,3679
	FBR	Fibrocemento	0,02	0,0778	1450,00	1029,264
	ISL	ISO polist. estruso da 5cm	0,05	1,35	35,00	5857,6001
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	725,00	2100,3679
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Parete alucobondNord
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	10
Spessore totale	0,2174 m
Resistenza termica totale	4,2185 m²K/W
Trasmittanza termica totale	0,2371 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m²K)
Attenuazione	0,2627
Sfasamento	9 h 7'
Attenuazione	0,2428
Sfasamento	9 h 29'

Il pacchetto mostra la soluzione adottata per la pavimentazione degli aggetti presenti al piano rialzato dell'edificio incubatore.

Dai calcoli effettuati la soluzione risulta essere pienamente conforme agli standard richiesti.

Profilo delle pressioni

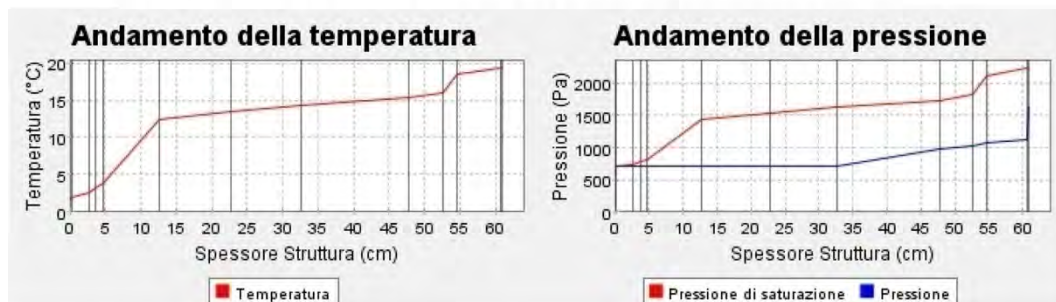
Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1603,30	1603,30	1629,98	1651,32	1672,91	2002,15	2039,73
	1412,00	1603,30	1603,32	1603,33	1603,34	1603,34	1603,43
Novembre	1072,80	1072,80	1110,92	1141,84	1173,52	1705,60	1772,01
	958,00	1072,80	1073,18	1073,33	1073,49	1073,49	1075,00
Dicembre	770,99	770,99	811,05	843,97	878,06	1500,06	1583,53
	671,00	770,99	771,57	771,80	772,03	772,03	774,36
Gennaio	698,43	698,43	738,28	771,14	805,29	1444,36	1531,98
	590,00	698,43	699,07	699,32	699,57	699,57	702,09
Febbraio	832,58	832,58	872,60	905,38	939,24	1545,14	1625,09
	645,00	832,58	833,12	833,34	833,55	833,55	835,71
Marzo	1170,64	1170,64	1207,31	1236,97	1267,27	1765,35	1826,33
	943,00	1170,64	1170,96	1171,08	1171,21	1171,21	1172,46
Aprile	1603,30	1603,30	1629,98	1651,32	1672,91	2002,15	2039,73
	1163,00	1603,30	1603,32	1603,33	1603,34	1603,34	1603,43
Maggio	2052,32	2052,32	2063,86	2073,01	2082,20	2214,59	2228,88
	1326,00	2052,32	2052,04	2051,93	2051,81	2051,81	2050,69
Giugno	2736,73	2736,73	2718,46	2704,10	2689,82	2496,60	2477,08
	1840,00	2736,73	2603,33	2549,97	2496,60	2496,60	2477,08
Luglio	3176,20	3176,19	3135,48	3103,66	3072,12	2659,02	2618,69
	1736,00	1636,79	1636,79	1636,79	1636,79	1636,79	1636,78
Agosto	2993,54	2993,53	2962,42	2938,05	2913,86	2592,98	2561,22
	2012,00	1639,33	1639,32	1639,32	1639,32	1639,32	1639,31
Settembre	2394,92	2394,91	2392,41	2390,43	2388,45	2360,92	2358,05
	1921,00	1638,49	1638,49	1638,49	1638,49	1638,49	1638,48

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



I dati riportano una criticità nella finitura esterna della soluzione stratigrafica. Una seconda fase di analisi permetterà di capire se la condensa che si può formare può compromettere la prestazione e la salubrità della struttura.

Profilo delle pressioni

Tabella risultati

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Press. Interna
Ottobre	2077,92	2123,61	2153,52	2264,26	2302,27	2304,18
	1803,52	1612,72	1614,47	1616,23	1618,33	1635,87
Novembre	1840,68	1924,38	1980,06	2192,40	2267,47	2271,28
	1076,52	1235,68	1266,00	1296,32	1332,70	1635,87
Dicembre	1671,04	1779,31	1852,30	2137,26	2240,41	2245,68
	776,69	1021,17	1067,74	1114,31	1170,19	1635,87
Gennaio	1624,22	1738,85	1816,43	2121,41	2232,58	2238,27
	704,62	969,61	1020,08	1070,56	1131,12	1635,87
Febbraio	1708,65	1811,68	1880,93	2149,79	2246,59	2251,53
	837,88	1064,95	1108,20	1151,45	1203,35	1635,87
Marzo	1889,14	1965,40	2015,97	2207,54	2274,85	2278,26
	1173,71	1305,22	1330,27	1355,32	1385,38	1635,87
Aprile	2077,92	2123,61	2153,52	2264,26	2302,27	2304,18
	1603,52	1612,72	1614,47	1616,23	1618,33	1635,87
Maggio	2243,25	2260,24	2271,25	2311,28	2324,76	2325,44
	2049,57	1931,85	1909,43	1887,00	1860,10	1635,87
Giugno	2457,69	2435,07	2420,59	2369,08	2352,12	2351,28
	2457,69	2223,84	2179,30	2134,75	2081,30	1635,87
Luglio	2578,90	2532,80	2503,47	2400,33	2366,79	2365,12
	1636,78	1636,52	1636,47	1636,42	1636,36	1635,87
Agosto	2529,80	2493,30	2470,02	2387,79	2360,91	2359,58
	1639,30	1638,33	1638,14	1637,95	1637,73	1635,87
Settembre	2355,18	2351,82	2349,65	2341,87	2339,28	2339,15
	1638,47	1637,73	1637,59	1637,45	1637,28	1635,87

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

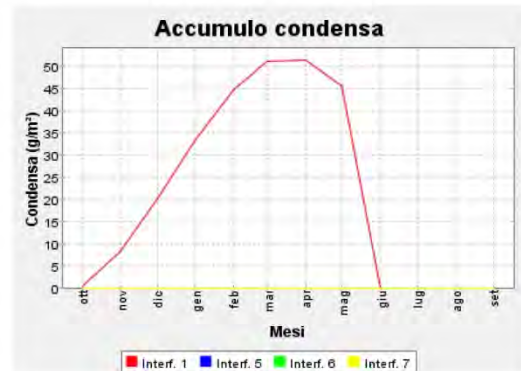
Mese	Interf. 1 Flusso	Conden	Data	Interf. 5 Flusso	Conden	Data	Interf. 6 Flusso	Conden	Data	Interf. 7 Flusso	Conden	Data
Ottobre	0,43	0,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	7,84	8,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	12,06	20,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennaio	13,07	33,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febbraio	11,19	44,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	6,46	51,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	0,4	51,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	-5,91	45,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	-2766,42	0	30	-101,28	0	0	-100,59	0	0	-11,63	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua o superiore al limite

Legenda

Note

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)



L'approfondimento relativo all'accumulo di condensa superficiale permette di definire VERIFICATO il pacchetto studiato in quanto si ipotizza una condensa inferiore al valore limite prefissato dalla normativa.

Jtempest

Composizione struttura "Chiusura orizzontale inferiore alucobond"

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
1	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
2	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
3	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	35,00	5857,6001
4	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
5	CLS	CLS generico – densità 1400 kg/m ³	0,15	0,2586	1400,00	836,80
6	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m ³	0,05	0,1667	800,00	836,80
7	ISL	ISO polist. estruso da 2cm	0,02	0,60	35,00	5857,6001
8	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m ³	0,06	0,20	800,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Chiusura orizzontale inferiore alucobond
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	11
Spessore totale	0,607 m
Resistenza termica totale	4,3644 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2291 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0471
Sfasamento	14 h 19'

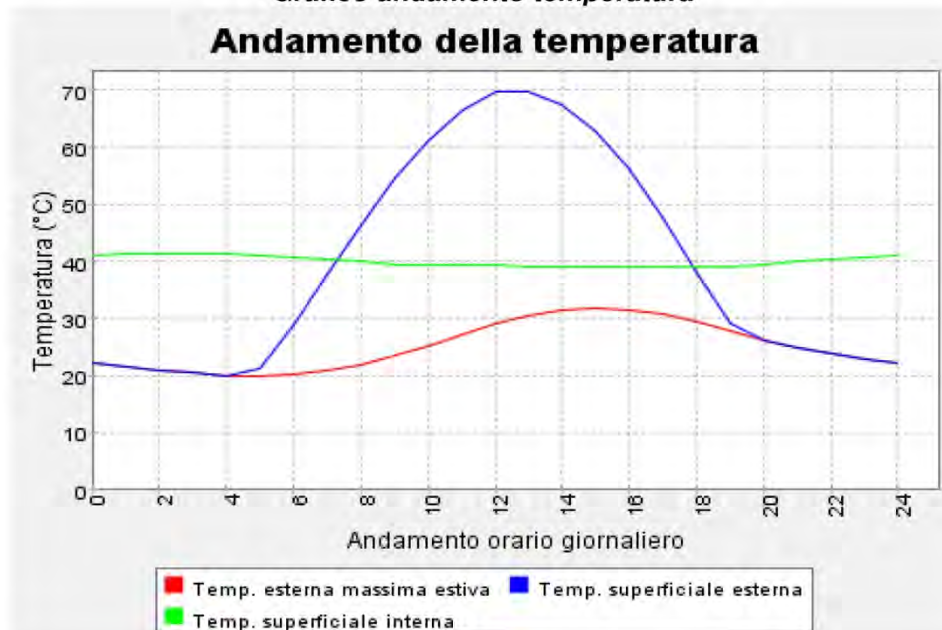
Si nota un ampio valore di sfasamento, utile al mantenimento di un alto livello di confort termico all'interno della zona espositiva dell'incubatore.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	40,9743
1	21,46	0	21,46	41,2187
2	20,86	0	20,86	41,3676
3	20,38	0	20,38	41,3768
4	20,02	0	20,02	41,2735
5	19,9	30	21,2333	41,0562
6	20,14	198	28,94	40,7339
7	20,74	381	37,6733	40,3368
8	21,82	552	46,3533	39,8919
9	23,38	698	54,4022	39,4672
10	25,18	810	61,18	39,331
11	27,22	881	66,3756	39,2689
12	29,14	909	69,54	39,2124
13	30,58	881	69,7356	39,1673
14	31,54	810	67,54	39,1334
15	31,9	698	62,9222	39,1052
16	31,54	552	56,0733	39,0769
17	30,7	381	47,6333	39,0543
18	29,38	198	38,18	39,0374
19	27,82	30	29,1533	39,0945
20	26,26	0	26,26	39,4571
21	24,94	0	24,94	39,8681
22	23,74	0	23,74	40,2766
23	22,78	0	22,78	40,6553

Grafico andamento temperatura



Dal grafico si evince una temperatura pressoché costante del pacchetto tecnologico studiato. Questo favorisce l'ottimo scambio di calore con l'esterno aumentando il confort all'interno della struttura.

Composizione struttura "Chiusura orizzontale alucobond"

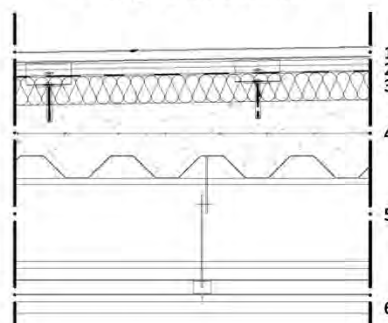
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	MET	Alluminio	0,002	0,00	2000000,00	4000,0002
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,19	1,00	0,025
2	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	0,01
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	0,01
3	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	0,00	0,00
4	CLS	CLS generico – densità 1400 kg/m ³	0,15	0,2586	70,00	10,50
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
5	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 50	0,05	0,21	1,00	0,05
6	VAR	Cartongesso in lastre	0,15	0,7143	8,00	1,20
		Superficie interna		0,17		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Chiusura orizzontale
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Pavimenti, solai su porticati o cantinati
Numero strati	10
Spessore totale	0,677 m
Resistenza termica totale	4,4229 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2261 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,38 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,33 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima accettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 4,4229 m²K/W

La stratigrafia presentata si riferisce alla copertura degli aggetti in Alucobond presenti al piano rialzato dell'edificio incubatore.

I calcoli effettuati mostrano che la soluzione studiata ben rispetta i minimi richiesti di resistenza termica.

Profilo delle pressioni

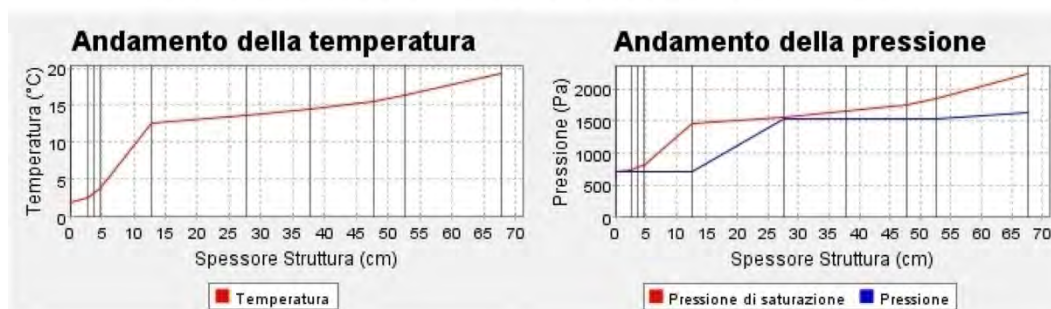
Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1603,37	1603,37	1630,37	1651,97	1673,82	2007,44	2052,30
	1412,00	1603,37	1603,43	1603,46	1603,49	1603,49	1631,94
Novembre	1072,90	1072,90	1111,47	1142,78	1174,87	1714,86	1794,49
	958,00	1072,90	1074,07	1074,54	1075,01	1075,01	1567,81
Dicembre	771,08	771,08	811,64	844,97	879,51	1511,64	1612,04
	671,00	771,08	772,89	773,61	774,33	774,33	1531,33
Gennaio	698,53	698,53	738,87	772,15	806,74	1456,49	1561,99
	590,00	698,53	700,48	701,27	702,05	702,05	1522,56
Febbraio	832,67	832,68	873,18	906,38	940,68	1556,24	1652,35
	645,00	832,68	834,35	835,02	835,69	835,69	1538,77
Marzo	1170,73	1170,73	1207,84	1237,87	1268,55	1773,87	1846,92
	943,00	1170,73	1171,70	1172,09	1172,48	1172,48	1579,64
Aprile	1603,37	1603,37	1630,37	1651,97	1673,82	2007,44	2052,30
	1163,00	1603,37	1603,43	1603,46	1603,49	1603,49	1631,94
Maggio	2052,35	2052,35	2064,02	2073,28	2082,58	2216,61	2233,63
	1326,00	2052,35	2051,48	2051,13	2050,79	2050,79	1686,21
Giugno	2736,69	2736,69	2718,20	2703,67	2689,22	2493,83	2470,65
	1840,00	2736,69	2601,77	2547,80	2493,83	2493,83	1739,97
Luglio	3176,09	3176,09	3134,90	3102,71	3070,80	2653,28	2605,46
	1736,00	1636,17	1636,16	1636,16	1636,16	1636,16	1635,90
Agosto	2993,46	2993,46	2961,97	2937,32	2912,85	2588,46	2550,78
	2012,00	1636,99	1636,99	1636,99	1636,99	1636,99	1636,00
Settembre	2394,91	2394,91	2392,37	2390,37	2388,37	2360,51	2357,10
	1921,00	1636,72	1636,72	1636,72	1636,72	1636,72	1635,97

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



È stata evidenziata in colore giallo una possibile formazione di condensa nel primo strato del pacchetto studiato. Si andrà dunque a calcolare la quantità che potrà formarsi in modo da comprendere se essa può compromettere le prestazioni dell'edificio.

Profilo delle pressioni

Tabella risultati

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Press. Interna
Ottobre	2091,15	2130,65	2168,95	2303,80
	1632,21	1632,48	1632,61	1635,87
Novembre	1864,76	1937,42	2009,09	2270,52
	1572,51	1577,20	1579,55	1635,87
Dicembre	1702,01	1796,34	1890,64	2244,62
	1538,54	1545,75	1549,35	1635,87
Gennaio	1656,95	1756,93	1857,27	2237,12
	1530,37	1538,19	1542,09	1635,87
Febbraio	1738,16	1827,85	1917,23	2250,53
	1545,47	1552,17	1555,51	1635,87
Marzo	1911,12	1977,26	2042,26	2277,57
	1583,52	1587,39	1589,33	1635,87
Aprile	2091,15	2130,65	2168,95	2303,80
	1632,21	1632,48	1632,61	1635,87
Maggio	2248,19	2262,84	2276,90	2325,30
	1682,74	1679,27	1677,53	1635,87
Giugno	2451,08	2431,64	2413,21	2351,45
	1732,79	1725,61	1722,02	1635,87
Luglio	2565,38	2525,83	2488,58	2365,46
	1635,90	1635,90	1635,90	1635,87
Agosto	2519,11	2487,78	2458,19	2359,84
	1635,99	1635,98	1635,98	1635,87
Settembre	2354,20	2351,31	2348,54	2339,18
	1635,96	1635,95	1635,95	1635,87

Tabella 1 - Profilo delle pressioni all'interno della struttura.

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

Mese	Interf. 1 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine	Interf. 5 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine
Ottobre	1,38	1,38	0	0	0	0
Novembre	24,32	25,7	0	0	0	0
Dicembre	37,36	63,06	0	0	0	0
Gennaio	40,5	103,55	0	0	0	0
Febbraio	34,69	138,24	0	0	0	0
Marzo	20,07	158,31	0	0	0	0
Aprile	1,35	159,66	0	0	0	0
Maggio	-18,09	141,57	0	0	0	0
Giugno	-2797,82	0	29	-37,3	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0

	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua o superiore al limite

Legenda

Note

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)



La criticità mostrata nella prima fase di analisi della condensazione superficiale si è dimostrata contenuta. Infatti il quantitativo di condensa che può formarsi all'interno del pacchetto tecnologico preso in considerazione risulta essere inferiore al limite fornito dalla normativa di riferimento.

Jtempest

Composizione struttura "Chiusura orizzontale superiore alucobond"

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0,025	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0,01	0,15	1,00	1004,16
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	35,00	5857,6001
	CLS	CLS generico – densità 1400 kg/m ³	0,15	0,2586	1400,00	836,80
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 50	0,05	0,18	1,00	1004,16
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Chiusura orizzontale superiore alucobond
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	10
Spessore totale	0,542 m
Resistenza termica totale	3,6492 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,274 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0929
Sfasamento	10 h 29'

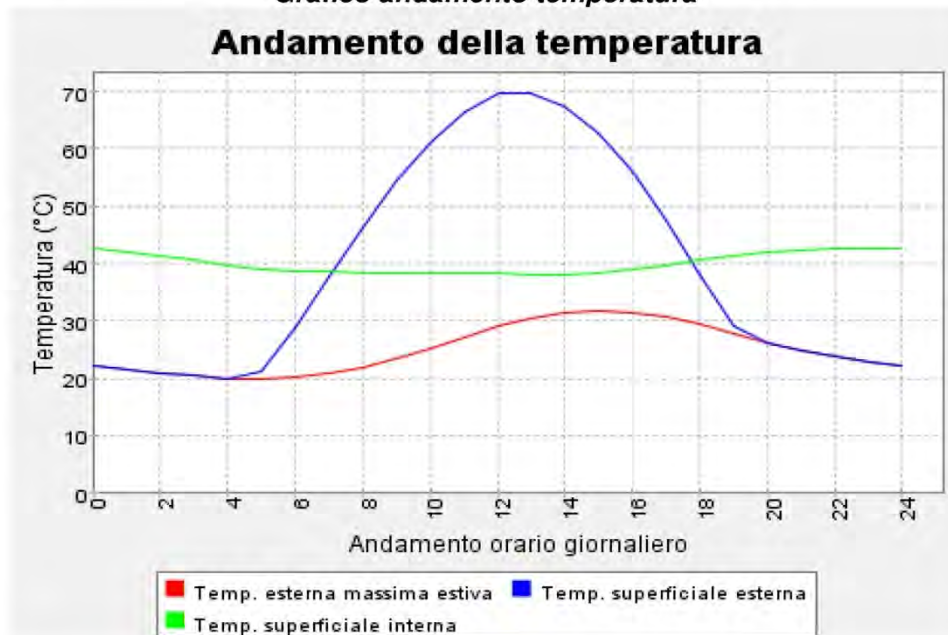
Lo sfasamento calcolato per questa soluzione stratigrafica risulta essere superiore al limite richiesto e vicino a standard ottimali di prestazione.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	42,5382
1	21,46	0	21,46	42,109
2	20,86	0	20,86	41,4725
3	20,38	0	20,38	40,6881
4	20,02	0	20,02	39,8095
5	19,9	30	21,2333	38,9706
6	20,14	198	28,94	38,7017
7	20,74	381	37,6733	38,579
8	21,82	552	46,3533	38,4675
9	23,38	698	54,4022	38,3783
10	25,18	810	61,18	38,3113
11	27,22	881	66,3756	38,2556
12	29,14	909	69,54	38,1998
13	30,58	881	69,7356	38,1552
14	31,54	810	67,54	38,1218
15	31,9	698	62,9222	38,2345
16	31,54	552	56,0733	38,9508
17	30,7	381	47,6333	39,7624
18	29,38	198	38,18	40,5691
19	27,82	30	29,1533	41,3172
20	26,26	0	26,26	41,9471
21	24,94	0	24,94	42,43
22	23,74	0	23,74	42,7241
23	22,78	0	22,78	42,7423

Grafico andamento temperatura



Il grafico ben evidenzia l'ottimo comportamento del pacchetto tecnologico. Infatti è possibile notare che la temperatura superficiale interna rimane pressoché costante per tutto l'arco della giornata garantendo un ottimale confort termico.

Composizione struttura "Copertura"

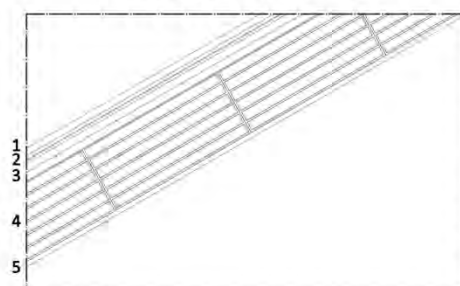
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	MET	Alluminio	0,002	0,00	2000000,00	4000,0002
2	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,11	1,00	0,10
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,11	1,00	0,10
3	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m ³	0,05	0,1667	40,00	2,00
4	MUR	Blocchi arg.esp.forati 20 cm.rif.1.2.12	0,20	0,46	10,00	2,00
5	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
		Superficie interna		0,10		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Copertura
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	6
Spessore totale	0,472 m
Resistenza termica totale	1,0152 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,985 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,30 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima acc ettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 1,0152 m²K/W

La resistenza termica del pacchetto studiato per la copertura risulta essere NON VERIFICATA. Tuttavia è stato pensato di lasciare il sottotetto non abitabile perciò il calcolo per il confort termico dei locali abitabili verrà effettuato successivamente inserendo nel pacchetto anche la soluzione stratigrafica relativa alla soletta dell'ultimo piano dell'edificio. Questo studio viene effettuato per evidenziare la presenza o meno di condensazione superficiale.

Profilo delle pressioni

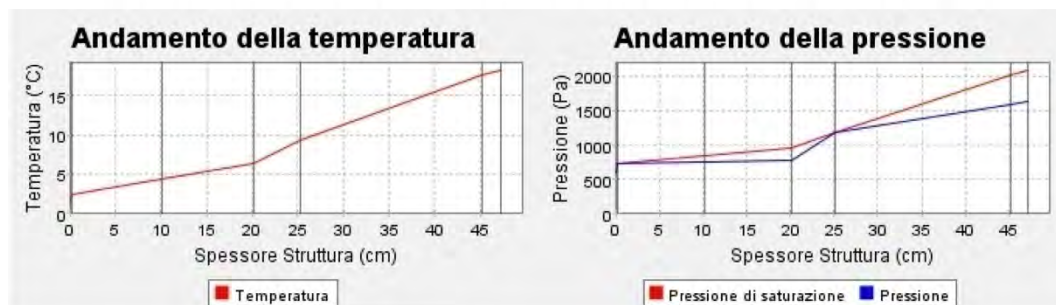
Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Press. Interna
Ottobre	1622,41	1622,41	1692,00	1764,19	1878,71	2229,27	2252,82
	1412,00	1622,41	1622,72	1623,02	1629,14	1635,25	1635,87
Novembre	1100,03	1100,04	1201,87	1311,91	1495,51	2124,27	2170,01
	958,00	1100,04	1112,21	1124,39	1367,95	1611,51	1635,87
Dicembre	799,55	799,56	908,88	1031,16	1244,06	2044,71	2106,73
	671,00	799,56	818,57	837,57	1217,71	1597,85	1635,87
Gennaio	726,82	726,83	836,25	959,95	1178,11	2022,01	2088,58
	590,00	726,83	747,34	767,86	1178,11	1594,25	1635,87
Febbraio	861,12	861,13	969,78	1090,34	1298,14	2062,71	2121,09
	645,00	861,13	880,99	900,86	1298,14	1605,16	1635,87
Marzo	1196,85	1196,86	1294,31	1398,66	1570,86	2146,28	2187,43
	943,00	1196,86	1206,84	1216,81	1416,36	1615,91	1635,87
Aprile	1622,41	1622,41	1692,00	1764,19	1878,71	2229,27	2252,82
	1163,00	1622,41	1622,72	1623,02	1629,14	1635,25	1635,87
Maggio	2060,59	2060,59	2090,26	2120,30	2166,54	2298,76	2307,20
	1826,00	2060,59	2050,94	2041,29	1848,23	1655,17	1635,87
Giugno	2723,61	2723,61	2677,37	2631,82	2564,09	2385,01	2374,25
	1840,00	2723,61	2677,37	2631,82	2157,56	1683,29	1635,87
Luglio	3146,94	3146,93	3044,75	2945,48	2800,45	2432,03	2410,61
	1736,00	3146,93	3044,75	2945,48	2321,86	1698,23	1635,87
Agosto	2971,18	2971,17	2892,84	2816,31	2703,72	2413,12	2396,01
	2012,00	1636,28	1636,27	1636,26	1636,07	1635,88	1635,87
Settembre	2393,11	2393,11	2386,72	2380,34	2370,71	2344,29	2342,66
	1921,00	1636,18	1636,17	1636,16	1636,02	1635,88	1635,87

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



Si nota la presenza di condensa nel pacchetto studiato. Si andrà ora a quantificare la condensa che si può generare nella copertura in modo da poter capire se può compromettere la prestazione del pacchetto tecnologico studiato.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

Mese	Interf. 1 Flusso	Conden	Data	Interf. 2 Flusso	Conden	Data	Interf. 3 Flusso	Conden	Data	Interf. 4 Flusso	Conden	Data
Ottobre	1,56	1,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	63,11	64,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	98,52	163,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennaio	106,32	269,51	0	0	0	0	0	0	0	1,53	1,53	0
Febbraio	102,95	372,45	0	0	0	0	0	0	0	-23,4	0	29
Marzo	51,69	424,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	1,53	425,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	-50,14	375,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	-239,81	135,72	0	3,56	3,56	0	113,2	113,2	0	0	0	0
Luglio	-529,86	0	23	-514,79	0	30	-161,8	0	10	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

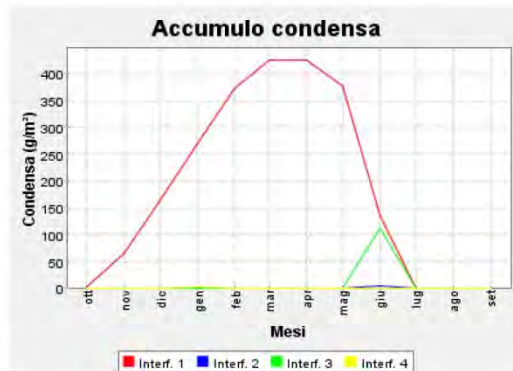
Tabella 1 - Accumulo di condensa all'interno della struttura.

	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua o superiore al limite

Legenda

Note

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m³)



Si nota un accumulo di condensazione superficiale inferiore al limite fornito dalla normativa. Si ritiene quindi VERIFICATO il pacchetto preso in considerazione.

Jtempest
Composizione struttura "Copertura incubatore"

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Resistenza [m²K/W]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Cal. spec. [J/kgK]</i>
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,09	1,00	1004,16
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,09	1,00	1004,16
	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m³	0,05	0,1667	800,00	836,80
	MUR	Blocchi arg.esp.forati 20 cm.rif.1.2.12	0,20	0,46	1400,00	901,6642
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Copertura incubatore
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	6
Spessore totale	0,472 m
Resistenza termica totale	1,0343 m²K/W
Trasmittanza termica totale	0,9668 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m²K)
Attenuazione	0,2687
Sfasamento	8 h 52'

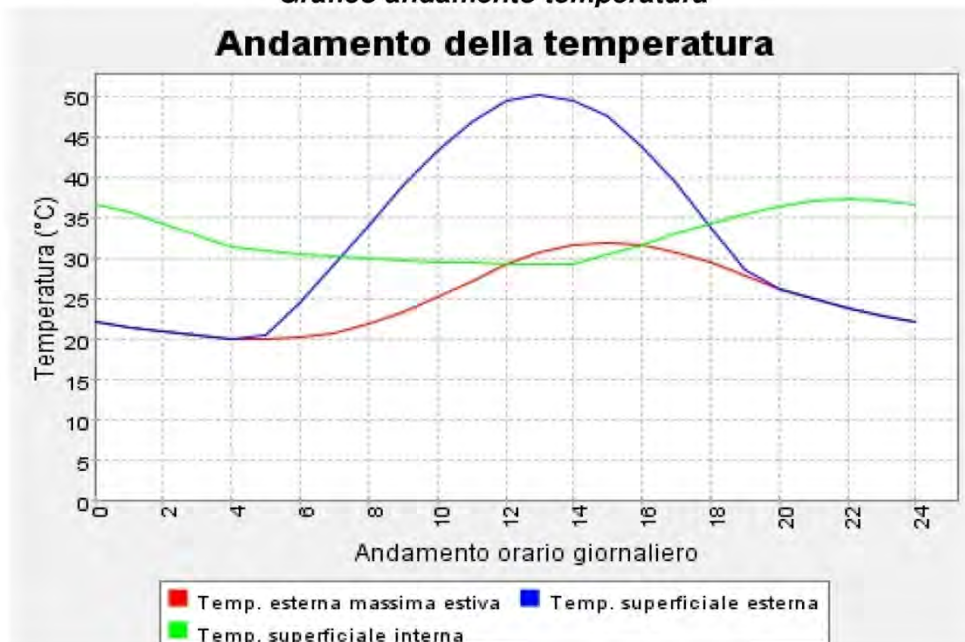
Nonostante il calcolo della resistenza termica abbia dato esito negativo, si può notare un buon valore di sfasamento termico, superiore al limite fissato di 8h. Ci si attenderà quindi che il pacchetto composto da copertura e solaio sottotetto avrà un'ottima risposta prestazionale.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	36,5507
1	21,46	0	21,46	35,5823
2	20,86	0	20,86	34,3356
3	20,38	0	20,38	32,8883
4	20,02	0	20,02	31,4661
5	19,9	30	20,5667	30,8679
6	20,14	198	24,54	30,5132
7	20,74	381	29,2067	30,1908
8	21,82	552	34,0867	29,9329
9	23,38	698	38,8911	29,7394
10	25,18	810	43,18	29,5782
11	27,22	881	46,7978	29,417
12	29,14	909	49,34	29,288
13	30,58	881	50,1578	29,1913
14	31,54	810	49,54	29,3382
15	31,9	698	47,4111	30,4057
16	31,54	552	43,8067	31,6596
17	30,7	381	39,1667	32,9707
18	29,38	198	33,78	34,2616
19	27,82	30	28,4867	35,4139
20	26,26	0	26,26	36,3859
21	24,94	0	24,94	37,069
22	23,74	0	23,74	37,2887
23	22,78	0	22,78	37,1227

Grafico andamento temperatura



Si può notare il buon funzionamento della copertura che accumula il massimo calore nelle ore finali della giornata e permette quindi un ottimo recupero termico nelle ore notturne. Non preoccupa l'andamento non lineare della curva durante l'arco della giornata in quanto, come già descritto precedentemente, il confort termico verrà studiato nel prossimo approfondimento prendendo in considerazione la copertura e il piano sottotetto.

Si è deciso in prima analisi di calcolare la resistenza termica dell'attuale tipologia di copertura.

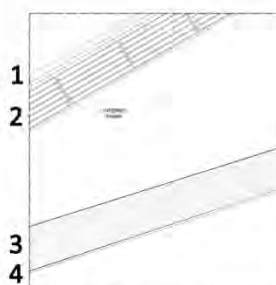
Composizione struttura "Copertura"

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	TEG	Tegole	0,002	0,00	2000000,00	4000,0002
2	MUR	Blocchi arg.esp.forati 20 cm.rif.1.2.12	0,20	0,46	10,00	2,00
3	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m ³	0,05	0,1667	40,00	2,00
4	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
		Superficie interna		0,10		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Copertura
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	4
Spessore totale	0,272 m
Resistenza termica totale	0,7952 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	1,2575 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,30 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Tabella 1 - Calcolo dei fattori di temperatura.

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima accettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 0,7952 m²K/W

Si nota come la stratigrafia dello stato di fatto non è in grado di garantire il confort termico richiesto dalla normativa. È stato pertanto ipotizzato un nuovo tipo di soluzione che permette l'aumento delle prestazioni del pacchetto tecnologico.

Composizione struttura "Copertura"

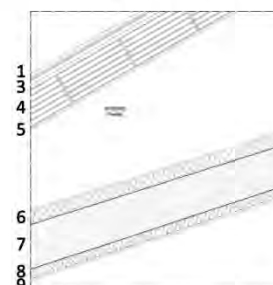
Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
1	MET	Alluminio	0,002	0,00	2000000,00	4000,0002
2	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,11	1,00	0,10
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,11	1,00	0,10
3	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m ³	0,05	0,1667	40,00	2,00
4	MUR	Blocchi arg.esp.forati 20 cm.rif.1.2.12	0,20	0,46	10,00	2,00
5	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	10,00	0,20
6	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	0,00	0,00
	CLS	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	125000,00	25,00
7	ISL	CLS generico – densità 1400 kg/m ³	0,30	0,5172	70,00	21,00
8	VAR	ISO polist. estruso da 5cm	0,05	1,35	0,00	0,00
9		Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	8,00	0,12
		Superficie interna		0,10		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Copertura
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	11
Spessore totale	0,9172 m
Resistenza termica totale	5,0554 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1978 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,30 W/(m ² K)

Disegno struttura



Condensa superficiale

Tabella risultati

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	14,00	1412,00	20,00	203,51	1635,87	2044,83	17,86	0,6434
Novembre	7,90	958,00	20,00	616,24	1635,87	2044,83	17,86	0,8232
Dicembre	3,10	671,00	20,00	877,15	1635,87	2044,83	17,86	0,8734
Gennaio	1,70	590,00	20,00	950,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8831
Febbraio	4,20	645,00	20,00	900,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8646
Marzo	9,20	943,00	20,00	629,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8019
Aprile	14,00	1163,00	20,00	429,88	1635,87	2044,83	17,86	0,6434

Tabella 1 - Calcolo dei fattori di temperatura.

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8831

Resistenza termica minima acc ettabile: 2,1385 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 5,0554 m²K/W

Come precedentemente ipotizzato l'intero pacchetto risulta altamente prestazionale in termini di resistenza termica.

Si nota come il pacchetto sia composto sia dalla copertura vera e propria in pannelli Riverclack, sia dal piano sottotetto isolato termicamente all'intradosso e all'estradosso.

Profilo delle pressioni

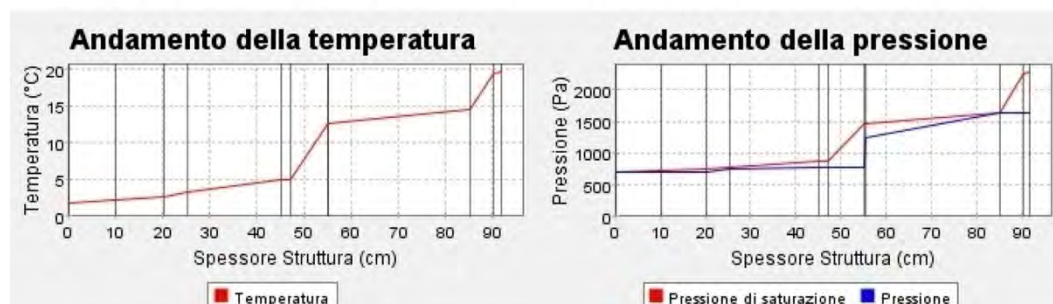
Tabella risultati

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1602,66	1602,66	1616,28	1630,01	1651,00	1710,16	1713,89
	1412,00	1602,66	1602,73	1602,79	1604,11	1605,42	1605,55
Novembre	1071,90	1071,90	1091,27	1110,95	1141,36	1229,14	1234,78
	958,00	1071,90	1073,01	1074,13	1096,46	1118,78	1121,02
Dicembre	770,04	770,04	790,33	811,09	843,46	938,78	945,01
	671,00	770,04	771,75	773,47	807,75	842,02	845,45
Gennaio	697,49	697,50	717,65	738,31	770,63	866,38	872,66
	590,00	697,50	699,35	701,21	738,36	775,51	779,22
Febbraio	831,63	831,63	851,92	872,63	904,87	999,36	1005,50
	645,00	831,63	833,22	834,82	866,65	898,49	901,68
Marzo	1169,77	1169,77	1188,43	1207,34	1236,51	1320,25	1325,61
	943,00	1169,77	1170,69	1171,62	1190,07	1208,52	1210,37
Aprile	1602,66	1602,66	1616,28	1630,01	1651,00	1710,16	1713,89
	1163,00	1602,66	1602,73	1602,79	1604,11	1605,42	1605,55
Maggio	2052,04	2052,04	2057,95	2063,87	2072,87	2097,89	2099,45
	1326,00	2052,04	2051,22	2050,39	2033,92	2017,44	2015,79
Giugno	2737,18	2737,18	2727,79	2718,44	2704,32	2665,69	2663,30
	1840,00	2737,18	2727,79	2718,44	2611,14	2503,84	2493,11
Luglio	3177,19	3177,18	3156,25	3135,44	3104,14	3019,16	3013,95
	1736,00	1637,11	1637,11	1637,11	1637,06	1637,01	1637,01
Agosto	2994,29	2994,29	2978,30	2962,39	2938,42	2873,15	2869,13
	2012,00	1640,56	1640,55	1640,54	1640,35	1640,17	1640,15
Settembre	2394,98	2394,98	2393,69	2392,40	2390,46	2385,09	2384,76
	1921,00	1639,42	1639,42	1639,41	1639,27	1639,13	1639,11

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Andamento temperatura e pressione mese di "Gennaio"



È presente della condensa nel primo strato della struttura (come già evidenziato nello studio della copertura singola). È risultato critico anche lo strato di isolamento all'estradosso della soletta del sottotetto. È stata quindi interposta, al di sotto dello strato isolante, una barriera al vapore al fine di migliorare le prestazioni dell'intero pacchetto tecnologico.

Profilo delle pressioni

Tabella risultati

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Press. Interna
Ottobre	2008,81	2009,04	2088,16	2307,68	2319,84
	1605,55	1621,98	1635,79	1635,79	1635,87
Novembre	1717,28	1717,67	1859,31	2278,25	2302,55
	1121,02	1400,10	1634,53	1634,53	1635,87
Dicembre	1514,66	1515,15	1694,99	2255,33	2289,03
	845,45	1273,91	1633,81	1633,81	1635,87
Gennaio	1459,66	1460,18	1649,53	2248,68	2285,10
	779,22	1243,58	1633,64	1633,64	1635,87
Febbraio	1559,14	1559,61	1731,48	2260,56	2292,12
	901,68	1299,65	1633,96	1633,96	1635,87
Marzo	1776,09	1776,45	1906,15	2284,50	2306,23
	1210,37	1441,01	1634,76	1634,76	1635,87
Aprile	2008,81	2009,04	2088,16	2307,68	2319,84
	1605,55	1621,98	1635,79	1635,79	1635,87
Maggio	2217,13	2217,22	2247,08	2326,67	2330,95
	2015,79	1809,85	1635,85	1635,85	1635,87
Giugno	2493,11	2492,99	2452,57	2349,74	2344,40
	2493,11	2028,43	1638,10	1638,10	1635,87
Luglio	2651,79	2651,55	2568,42	2362,09	2351,58
	1637,01	1636,39	1635,87	1635,87	1635,87
Agosto	2587,29	2587,10	2521,51	2357,14	2348,71
	1640,15	1637,83	1635,88	1635,88	1635,87
Settembre	2360,40	2360,39	2354,42	2338,91	2338,10
	1639,11	1637,35	1635,87	1635,87	1635,87

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Legenda.

Accumulo Condensa Interstiziale

Tabella risultati

Mese	Interf. 1 Flusso	Conden	Data	Interf. 2 Flusso	Conden	Data	Interf. 3 Flusso	Conden	Data	Interf. 7 Flusso	Conden	Data
Ottobre	0,32	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	5,77	6,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	8,87	14,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennaio	9,61	24,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febbraio	8,23	32,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	4,75	37,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	0,28	37,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	-4,36	33,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	-48,75	0	10	-48,6	0	0	-27,93	0	0	-9,72	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Condensazione
	Evaporazione
	Condensa residua o superiore al limite

Legenda

Note

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²)



La condensa presente nel primo strato in alluminio risulta, come già evidenziato nel calcolo della sola copertura, inferiore in quantità al limite normativo. La struttura ipotizzata dunque può essere considerata VERIFICATA.

Jtempest
Composizione struttura "Copertura incubatore"

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Resistenza [m²K/W]</i>	<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>Cal. spec. [J/kgK]</i>
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Alluminio	0,002	0,00	2700,00	962,32
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,09	1,00	1004,16
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 100	0,10	0,09	1,00	1004,16
	CLS	CLS generico – densità 800 kg/m³	0,05	0,1667	800,00	836,80
	MUR	Blocchi arg.esp.forati 20 cm.rif.1.2.12	0,20	0,46	1400,00	901,6642
	INT	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,0286	1400,00	836,80
	ISL	ISO polistirene estruso	0,08	2,10	35,00	5857,6001
	FRV	CELENIT FV/145	0,0002	0,0015	725,00	2100,3679
	CLS	CLS generico – densità 1400 kg/m³	0,30	0,5172	1400,00	836,80
	ISL	ISO polist. estruso da 5cm	0,05	1,35	35,00	5857,6001
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Copertura incubatore
Localizzazione	MILANO (MI)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	11
Spessore totale	0,9172 m
Resistenza termica totale	5,0745 m²K/W
Trasmittanza termica totale	0,1971 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m²K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m²K)
Attenuazione	0,0021
Sfasamento	25 h 59'

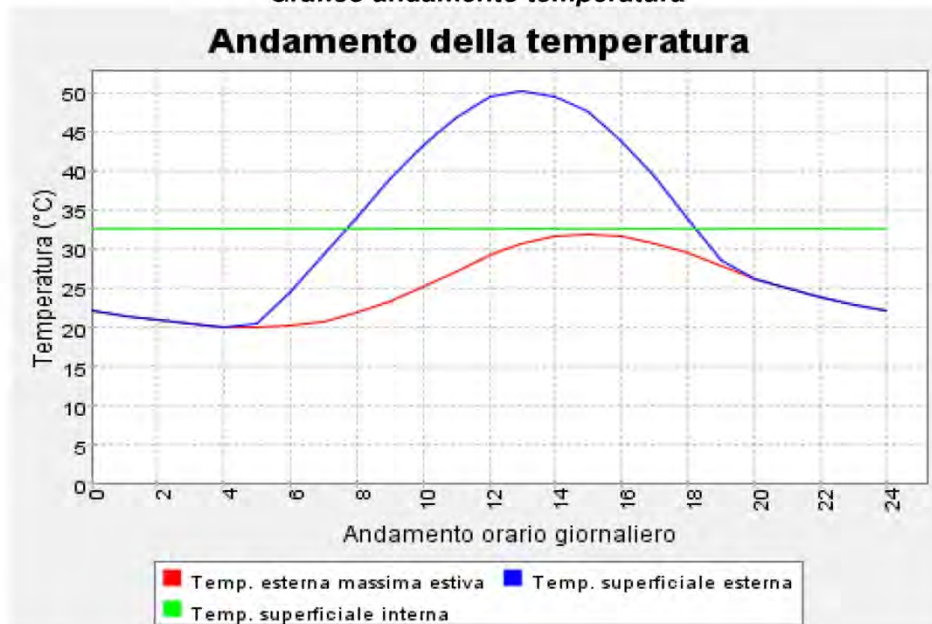
Il calcolo dello sfasamento mostra un ottima prestazione dell'edificio. Questo si era già ipotizzato commentando i risultati dello sfasamento della sola copertura, già pienamente superiori ai minimi standard.

Andamento temperatura

Tabella temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	22,06	0	22,06	32,5425
1	21,46	0	21,46	32,5405
2	20,86	0	20,86	32,539
3	20,38	0	20,38	32,5378
4	20,02	0	20,02	32,5366
5	19,9	30	20,5667	32,5356
6	20,14	198	24,54	32,5348
7	20,74	381	29,2067	32,536
8	21,82	552	34,0867	32,5442
9	23,38	698	38,8911	32,5538
10	25,18	810	43,18	32,5639
11	27,22	881	46,7978	32,5738
12	29,14	909	49,34	32,5827
13	30,58	881	50,1578	32,5902
14	31,54	810	49,54	32,5954
15	31,9	698	47,4111	32,5971
16	31,54	552	43,8067	32,5958
17	30,7	381	39,1667	32,5914
18	29,38	198	33,78	32,584
19	27,82	30	28,4867	32,5744
20	26,26	0	26,26	32,5633
21	24,94	0	24,94	32,5523
22	23,74	0	23,74	32,5477
23	22,78	0	22,78	32,545

Grafico andamento temperatura



Le ipotesi fatte hanno trovato ampia conferma con la restituzione da parte del programma Jtempst del grafico che mostra l'andamento delle temperature. È facile notare l'andamento costante della temperatura superficiale interna la quale restituirà un ottimo confort termico a tutto l'edificio.

Capitolo 5

ANALISI STRUTTURALE

Di seguito vengono riportate le procedure effettuate per il calcolo strutturale dell'edificio cerniera. Quest'ultimo è costituito da un'orditura regolare di pilastri in cemento armato sui quali si collegano, per mezzo di travi Gerber, le solette dei piani lounge bar, uffici e copertura. La scelta di utilizzare travi Gerber è derivata dalla volontà di appendere l'intero sistema di chiusura verticale a doppia pelle in vetro e il relativo sistema di oscuramento. La soluzione tecnologica di questo tipo di trave permette di bilanciare i carichi interni ed esterni all'orditura dei pilastri. Il peso della struttura esterna bilancia infatti i carichi delle solette interne riducendo l'eccentricità della risultante sul pilastro.

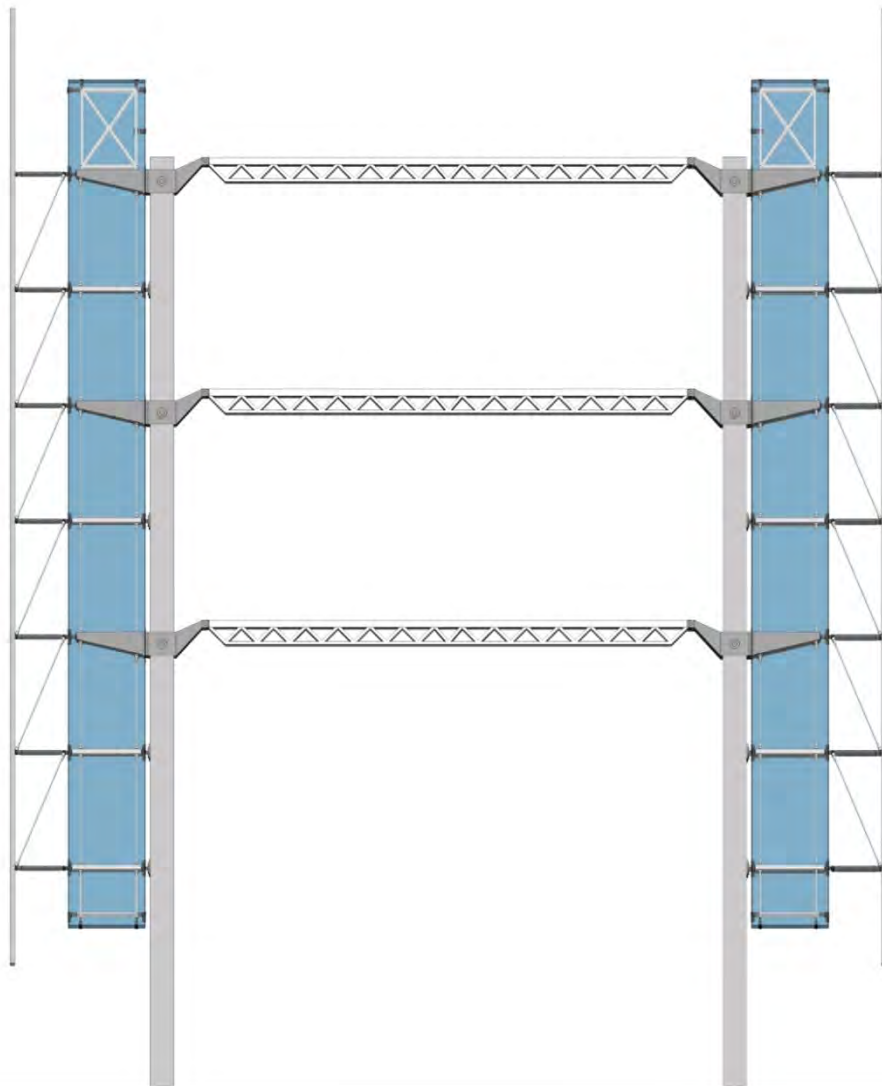


Figura 5.1 - Sezione rappresentativa della struttura dell'edificio cerniera

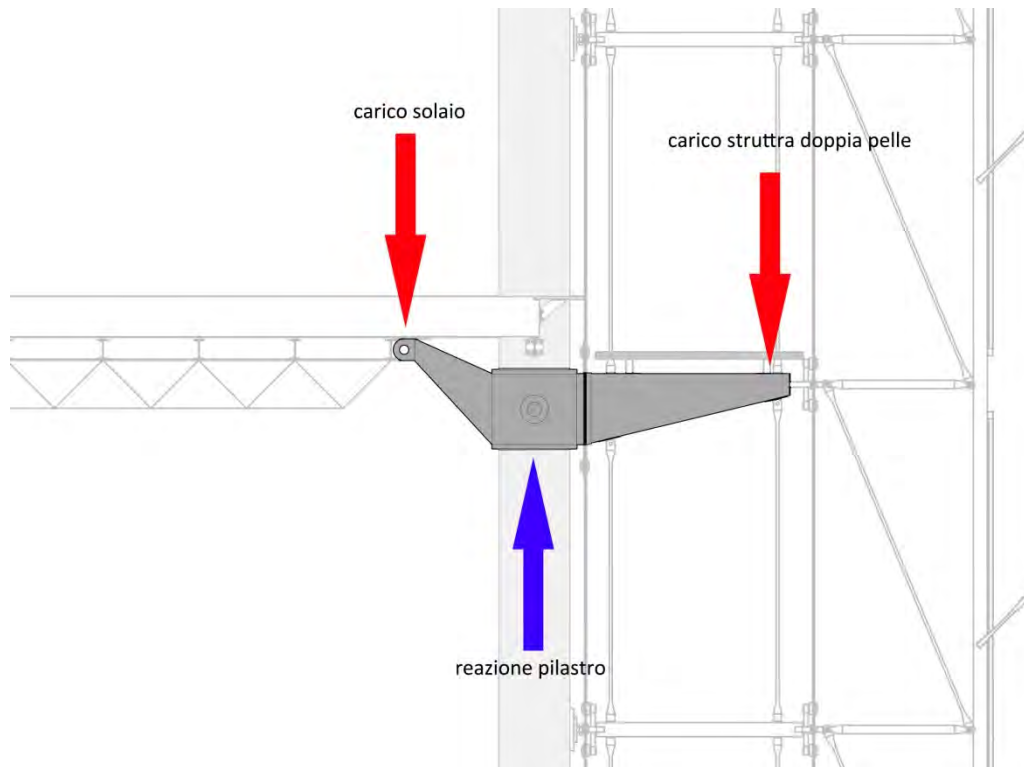


Figura 5.2 - Sistema di equilibrio dei carichi

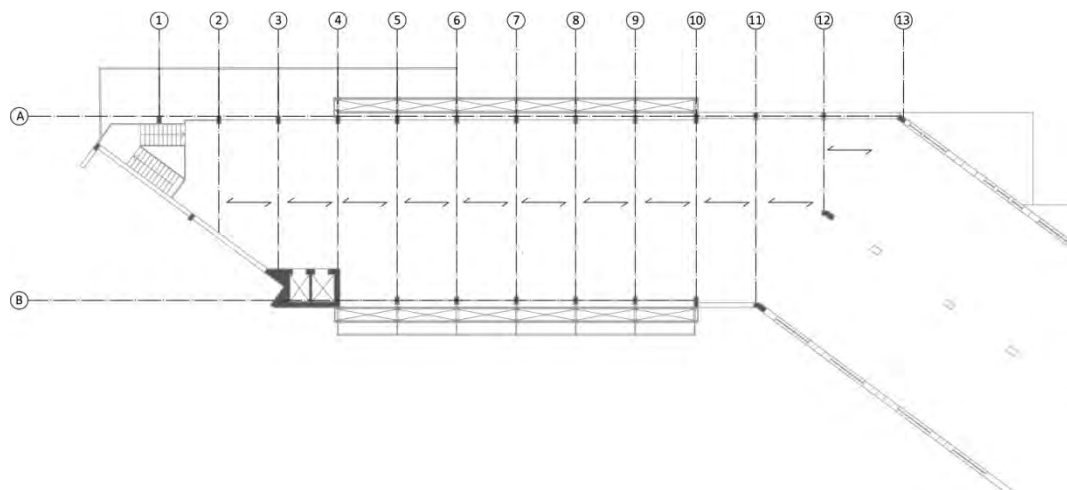


Figura 5.3 - Pianta strutturale edificio cerniera

5.1 Carichi della neve³⁷

La neve può depositarsi su un tetto in maniere differenti in dipendenza alla forma del tetto, alle sue proprietà termiche, alla rugosità della superficie, alla quantità di calore generata sotto la copertura, alla prossimità degli edifici limitrofi, al terreno circostante e al clima meteorologico locale. Il DM 14.01.08 fornisce gli strumenti necessari per tener conto di tutti questi fattori.

In generale il carico q_s provocato dalla neve sulle coperture è dato da:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Dove:

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, assunto generalmente pari a 0,8 per le coperture piane.

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico della neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni, assunto pari a 1,50 [kN/m²] poiché Milano si trova ad una altitudine di 122 m.s.l.m. inferiore al parametro imposto dalla normativa di 200m oltre il quale si procede con una formula specifica.

C_E è il coefficiente di esposizione può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Seguendo la tabella 3.4.I della normativa di riferimento si è ipotizzato un valore pari a 1.

C_t è il coefficiente termico utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento provocato dalla perdita di calore della costruzione. In assenza di uno specifico studio in merito la normativa permette l'utilizzo di un valore di tale coefficiente uguale a 1.

Per quanto riguarda il calcolo del coefficiente di forma si vuole approfondire lo studio facendo riferimento alla circolare 2.02.2009 n.617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la quale dispone che, in presenza di bordi o parapetti, la neve potrebbe accumularsi maggiormente nelle zone dette di "ombra aerodinamica" gravando maggiormente sulla copertura. Si vuole dunque tener conto di questa considerazione in quanto la struttura progettata ha in copertura elementi di questo tipo costituiti più precisamente dalla chiusura superiore del pacchetto della doppia pelle in vetro.

Si utilizzeranno due coefficienti considerando la seguente condizione di carico

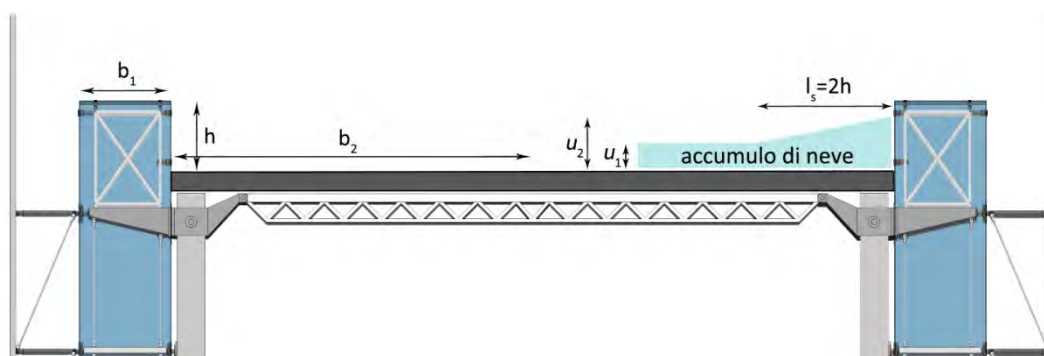


Figura 5.4 – Rappresentazione schematica accumulo neve

³⁷Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.4.

Dove

$$\mu_1 = 0,8 \text{ e}$$

$$\mu_2 = \gamma \cdot h / q_{sk}$$

con γ identificato come il peso dell'unità di volume della neve, che per il presente calcolo può essere assunto pari a 2 kN/m^3 .

Nella struttura presa in esame la copertura del pacchetto doppia pelle ha un'altezza sporgente di $h=1,30\text{m}$.

Quindi:

$$\mu_2 = 2 \cdot 1,30 / 1,50 = 1,7$$

che rispetta la limitazione imposta dalla normativa di $0,8 \leq \mu_2 \leq 2$.

Fatte queste considerazioni è possibile calcolare due distinti valori del carico della neve:

$$q_s (\mu_1) = 0,8 \cdot 1,50 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

corrispondente al carico di neve uniformemente distribuito sulla superficie della copertura

$$q_s (\mu_2) = 1,7 \cdot 1,50 \cdot 1 \cdot 1 = 2,04 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

corrispondente al carico massimo dovuto all'accumulo di neve in corrispondenza della sporgenza che decresce linearmente fino ad assumere il valore $q_s (\mu_1)$ alla distanza l/s).

5.2 Azioni del vento³⁸

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione

$$P = q_b * c_e * c_p * c_d$$

dove

- q_b è la pressione cinetica di riferimento data dall'espressione

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2$$

con

v_b velocità di riferimento del vento, che viene considerata per la Lombardia³⁹, zona 1, pari a 25 [m/s].

ρ densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Quindi

$$q_b = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = 390,6 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

- c_e è il coefficiente di esposizione, dipendente dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, che ha un'altezza sul suolo sicuramente inferiore a 200 m, il coefficiente è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

con

z massima altezza dal suolo dell'edificio che nel caso in esame della cerniera corrisponde alla quota di copertura della doppia pelle in vetro, pari a 22 m.

k_r, z_0, z_{\min} sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per una classe di rugosità del terreno A, "Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m" e una categoria IV di esposizione del sito⁴⁰ si possono ricavare i seguenti valori:

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione (D.M.14.01.08, Tab.3.3.II)

³⁸Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.3

³⁹Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.3, tab. 3.3.I

⁴⁰Ved. D.M.14.01.08, cap. 3.3.7, tab. 3.3.II, 3.3.III, fig. 3.3.2.

c_t coefficiente di topografia, assunto pari a 1.

Ne risulta

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] = 0,22^2 * 1 * \ln(22/0,30) * [7 + 1 * \ln(22/0,30)] = 2,35$$

- c_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento. Per una più semplice stima di questo valore si sono utilizzate le direttive dettate dalla Circolare 2.02.09 n. 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici⁴¹. In particolare la tabella C3.3.I, indica i vari valori del coefficiente in base alla superficie dell'edificio. Nel caso studiato la presenza di brise soleil per gran parte delle facciate nord e sud implica l'utilizzo di un coefficiente pari a 0,04.

Con i dati ora a disposizione è possibile calcolare la pressione del vento:

$$P = q_b * c_e * c_f = 390,6 \text{ [N/m}^2\text{]} * 2,35 * 0,04 = 36,72 \text{ N/m}^2$$

⁴¹Ved. Circolare 2.02.09 n.617, *Coefficiente di attrito*, cap.C3.3.11.

5.3 Dimensionamento lamiera grecata

Si è proceduto in prima istanza al dimensionamento della lamiera grecata che verrà posata all'estradosso del reticolo di travi primarie e secondarie e farà da cassero per il getto della soletta. Avendo tracciato una maglia regolare, caratterizzata dalle stesse luci tra pilastri, si è deciso di considerare la parte centrale della struttura, maggiormente gravata dai carichi, più precisamente la porzione di solaio delimitata dagli assi 6 e 7, A e B del piano adibito a ristorante. Si procede dunque con il calcolo del carico q determinabile dalla formula

$$q = G_2 + \psi_{21} * Q_{k1}$$

dove:

G_2 è la somma dei carichi permanenti non strutturali, ovvero il peso del pacchetto tecnologico del solaio ed eventuali partizioni interne.

ψ_{21} è il coefficiente di combinazione, variabile a seconda della destinazione d'uso. L'ambiente pubblico suscettibile di affollamento è caratterizzato da un coefficiente pari a 0,6.

Q_{k1} è il carico variabile legato alla destinazione d'uso della struttura. Per la progettazione di ristoranti la normativa consiglia l'utilizzo di un valore di 3 kN/m² pari a 203,94 kg/m².

Per il calcolo di G_2 si è proceduto all'analisi dei pacchetti

P.O.2 PARTIZIONE ORIZZONTALE EDIFICIO CERNIERA				
Strati tecnologici		Sp.	ρ	peso
		[m]	[Kg/m ³]	[kg/m ²]
1	pavimentazione in resina epossidica	0,002	1250	2,5
2	massetto con doppia rete in calcestruzzo	0,06	800	48
3	isolante in polistirene estruso (fibran eco-rf)	0,02	35	0,7
4	sottofondo in calcestruzzo	0,05	800	40
5	cappa collaborante in calcestruzzo	0,075	1400	105
6	lamiera grecata in acciaio zincato	-	-	-

peso al mq del pacchetto [kg/m ²]	196,2
---	-------

P.V.2 PARTIZIONE VERTICALE EDIFICIO CERNIERA (RISTORANTE)				
Strati tecnologici		Sp.	ρ	peso
		[m]	[Kg/m ³]	[kg/m ²]
1	cartongesso in lastre	0,025	917,43	22,94
2	isolante acustico in lana minerale	0,04	20,39	0,82
3	cartongesso in lastre	0,025	917,43	22,94

peso al mq del pacchetto [kg/m ²]	46,69
---	-------

Essendo le pareti dei carichi concentrati, la normativa fornisce un metodo per poterli considerare elementi uniformemente distribuiti. Questa operazione viene effettuata moltiplicando il peso al metro quadro per l'altezza delle pareti.

Quindi:

$$46,69 \text{ [kg/m}^2\text{]} * 3,5 \text{ [m]} = 163,42 \text{ [kg/m]} \text{ pari a } 1,6 \text{ [kN/m]}.$$

Dalla normativa, per elementi divisorii con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ [kN/m]}$, si può considerare un G_2 uguale a $0,8 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ pari a $81,57 \text{ [kg/m}^2\text{]}$.

È ora possibile determinare il valore dei carichi permanenti non strutturali come:

$$G_2 = 196,2 \text{ [kg/m}^2\text{]} + 81,57 \text{ [kg/m}^2\text{]} = 277,77 \text{ [kg/m}^2\text{]} \text{ pari a } 2,7 \text{ kN/m}^2.$$

Il carico q incidente sulla lamiera grecata sarà dunque:

$$q = 2,7 \text{ [kN/m}^2\text{]} + (0,6 * 3 \text{ [kN/m}^2\text{]}) = 4,5 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

In base ai risultati ottenuti si è deciso di scegliere una lamiera grecata tipo Marcegaglia EGB210 H=10cm

Solai con lamiere collaboranti

Floors with collaborating sheets

Decken mit Verbundblechen

Planchers avec tôles associées

Suelos con chapas colaborantes

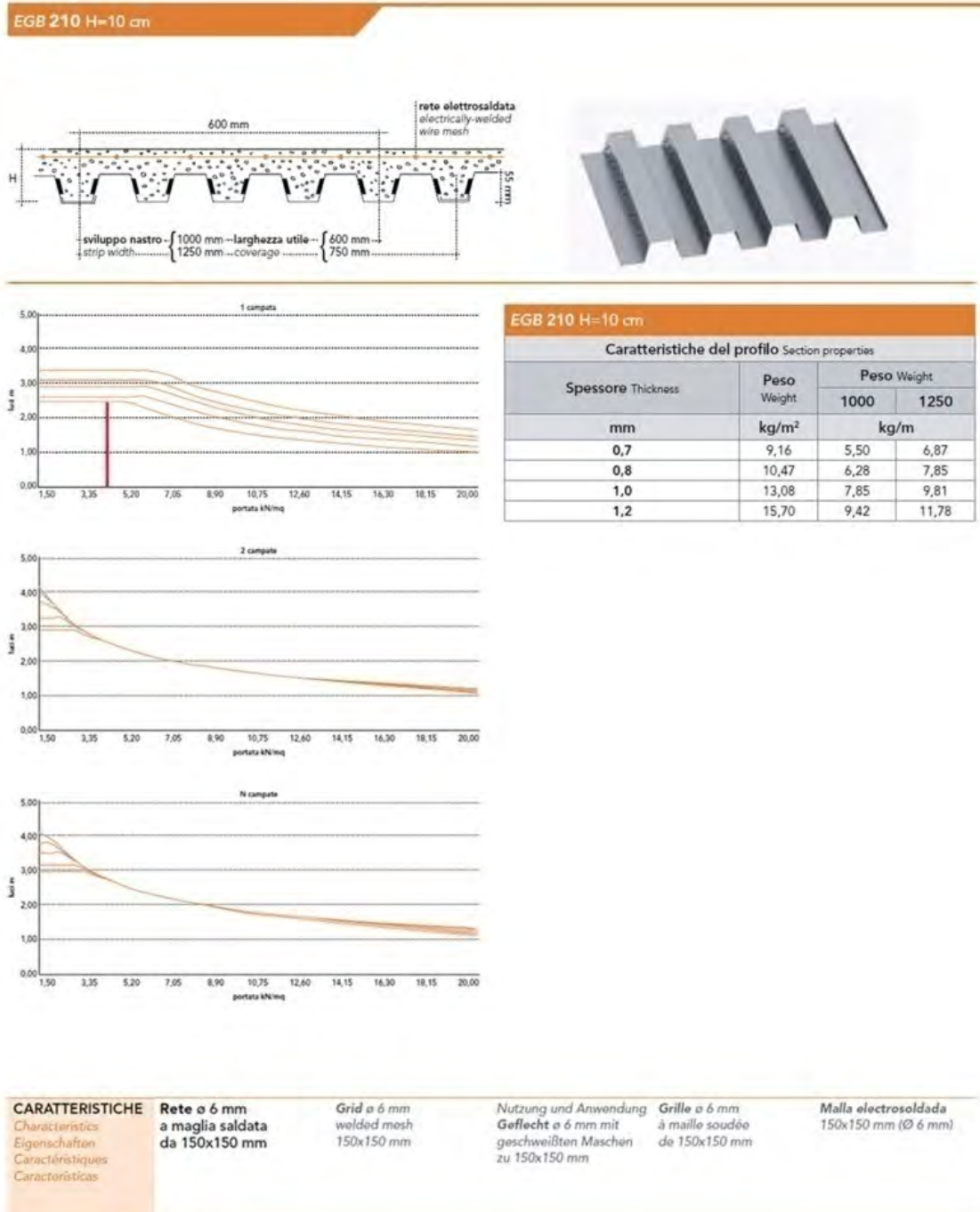


Figura 5.5 – Scheda tecnica lamiera grecata (fonte Marcegaglia spa)

Dall'interpolazione del grafico è stata estrapolata la luce più adatta per le esigenze progettuali. Restando a favore di sicurezza e per esigenze di regolarità della maglia si è deciso che la luce dell'orditura secondaria sarà di 2m.

In copertura invece:

P.O.3 PARTIZIONE ORIZZONTALE COPERTURA EDIFICIO CERNIERA				
Strati tecnologici		Sp.	ρ	peso
		[m]	[Kg/m ³]	[kg/m ²]
1	Ghiaia di protezione guaina impermeabile	0,05	1650	82,5
2	Guaina impermeabilizzante	0,003	30	0,09
3	isolante in polistirene estruso (fibran eco-rf)	0,1	35	3,5
4	sottofondo in calcestruzzo	0,05	800	40
5	cappa collaborante in calcestruzzo	0,075	1400	105
6	lamiera grecata in acciaio zincato	-	-	-

peso al mq del pacchetto [kg/m ²]	231,09
---	--------

Pari a 2,27 kN/m².

Si somma il carico della neve precedentemente calcolato $q_s (\mu_1) = 1,2 \text{ kN/m}^2$.

Il carico q incidente sulla lamiera grecata sarà dunque:

$$q = (2,27 \text{ [kN/m}^2\text{]} + 1,2 \text{ [kN/m}^2\text{]}) = 3,47 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Interpolando i dati nel grafico della lamiera grecata precedentemente scelta è possibile notare che la stessa può essere ugualmente utilizzata in copertura.

5.4 Dimensionamento delle travi secondarie (SLE)

Per il dimensionamento delle travi secondarie si fa riferimento al comportamento flessionale della trave isostatica semplicemente appoggiata su cui grava un carico uniformemente distribuito. Mediante il corollario di Mohr è possibile calcolare la freccia massima che si genera in mezzeria per effetto di tale carico.

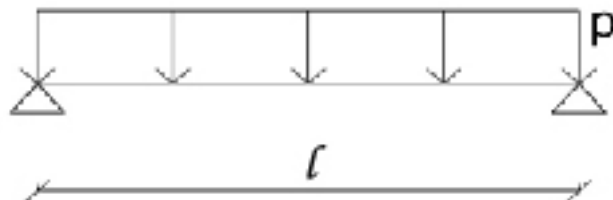
Assumiamo pertanto una trave in semplice appoggio con un carico distribuito uniforme, lunga l , di sezione costante, tale per cui:

$EI = \text{cost.}$

dove

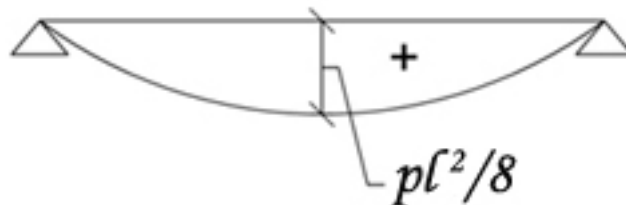
E è modulo elastico longitudinale

I è momento d'inerzia della sezione.



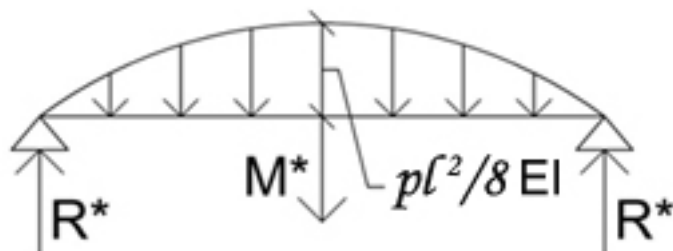
Il momento flettente ha andamento parabolico e tende le fibre inferiori; per convenzione lo assumiamo positivo. Il massimo valore si ha in mezzeria ed è pari a:

$$M = pl^2/8$$



Sulla trave ausiliaria, che mantiene in questo caso gli stessi vincoli di appoggio, si applica dunque il carico fittizio con schema parabolico; l'intensità massima in mezzeria vale:

$$p^* = M/EI = pl^2/8EI \quad (\text{diretto verso il basso})$$



L'analogia di Mohr afferma che:

$$\delta = M^*$$

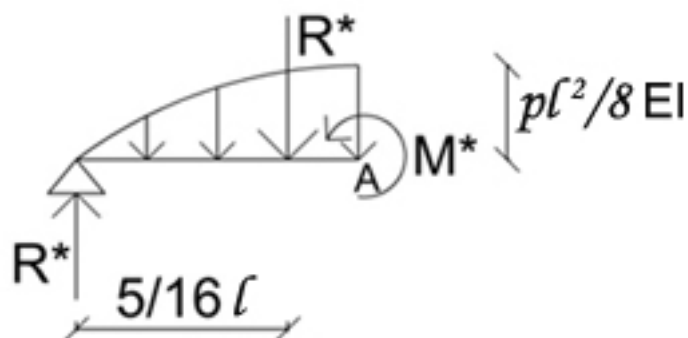
dove

δ è spostamento del generico punto della struttura reale per effetto del carico distribuito p .

M^* è il momento flettente dello schema statico fittizio nel generico punto per effetto del carico fittizio p^* .

Si procede quindi con il calcolo del momento flettente M^* , agente nella mezzeria della trave fittizia e cioè nel punto in cui si valuterà la freccia della trave reale.

Essendo la struttura simmetrica e simmetricamente caricata, si sfrutta la perfetta simmetria dello schema statico fittizio e si procede con la semplice analisi di metà trave:



La risultante R^* del carico fittizio sarà pari all'area della semiparabola definita nella precedente figura:

$$R^* = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{pl^2}{8EI} \cdot l = \frac{pl^3}{24EI}$$

Il momento fittizio M^* agente nel punto A si calcola scrivendo l'equilibrio alla rotazione nell'estremo appoggiato della semiasta; si ottiene:

$$M^* = \frac{pl^3}{24EI} \cdot \frac{5}{16} \cdot l = \frac{5pl^4}{384EI}$$

Dall'analogia di Mohr è pertanto verificato che la freccia in mezzeria della trave reale per effetto del carico p imposto è pari a:

$$\delta = M^* = \frac{5pl^4}{384EI}$$

Il secondo passo da muovere riguarda l'analisi delle azioni che incidono sulla generica trave di progetto. Esse vengono classificate a seconda della loro natura in:

FORZE O AZIONI DIRETTE

carichi permanenti "G": peso proprio "G₁" delle strutture portanti stesse e cioè degli elementi strutturali; sovraccarichi permanenti "G₂" delle opere portate.

Carichi variabili "Q" (sovraccarichi accidentali): carichi di servizio (pesi), carico da neve, pressione cinematica del vento, spinta delle terre e di materiali incoerenti, forze dinamiche (vibrotorie, impulsive...).

DEFORMAZIONI IMPRESSE O AZIONI INDIRETTE

coazioni apposite "P" (precompressione,...), distorsioni permanenti "G_ε" (cedimenti, ritiro, ...), distorsioni variabili "Q_ε" (variazioni termiche, ...), sismi (accelerazioni ondulatorie e sussultorie).

AGENTI AGGRESSIVI

Agenti quali gelo, usura, umidità, salsedine, fumi.

Esse vengono dunque introdotte nello schema statico degli elementi strutturali in esame per valutarne gli effetti e verificarne la resistenza. Si tratta, pertanto, di precisare come i diversi carichi possano coesistere sulla struttura e come le loro caratteristiche probabilistiche combinate influiscano sull'esito del dimensionamento.

Per gli stati limite di esercizio (SLE), i criteri di combinazione dei carichi forniscono un'azione di calcolo espressa da tre tipi di combinazione:

combinazione "rara" con:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{12} Q_{k2} + \psi_{13} Q_{k3} + \dots$$

combinazione "frequente" con:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

combinazione "quasi permanente" con:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

dove

ψ_{ij} sono i coefficienti di combinazione, legati alla durata percentuale del carico e variano in riferimento alla categoria di destinazione funzionale dell'edificio in esame.

Per la verifica delle travi critiche del telaio strutturale in esame si fa riferimento alla combinazione "quasi permanente", ovvero quella che permette di valutare gli effetti delle azioni sollecitanti a lungo termine.

Per ciascuna trave di progetto da dimensionare si procederà al calcolo separato del carico distribuito q derivante dai soli carichi variabili Q e del carico distribuito derivante sia dai carichi variabili Q che dai carichi permanenti G . Si otterrà così distintamente:

q_Q funzione dei soli carichi variabili;

q_{G+Q} funzione dei carichi variabili e permanenti.

Tale distinzione permetterà in seguito di calcolare separatamente:

I_Q momento d'inerzia della trave per effetto della combinazione dei soli carichi variabili;

I_{G+Q} momento d'inerzia della trave per effetto della combinazione dei carichi permanenti e variabili con i quali si determinerà l'opportuna tipologia di trave.

Dall'analisi del telaio strutturale di progetto si è scelto di prendere in considerazione una trave secondaria al centro della maglia, tra le travi principali 6AB e 7AB come rappresentativa dell'intero piano. Viene considerata la soletta del piano ristorante poiché maggiormente sollecitata rispetto a quella superiore adibita a uffici.

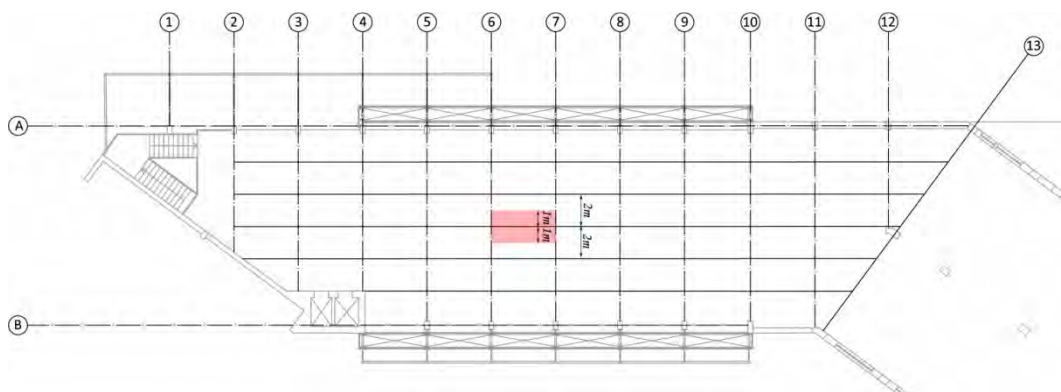


Figura 5.6 – Rappresentazione schema strutturale per calcolo zona di influenza

Essendo una struttura simmetrica la zona di influenza della trave avrà lo stesso valore da una parte e dall'altra. In particolare corrisponderà a metà della luce tra una trave e l'altra. Essendo l'interasse tra le travi secondarie pari a 2m, la zona di influenza sarà 1m.

Vengono definiti quindi i pesi propri degli elementi permanenti strutturali q_1 (composti dalla lamiera grecata precedentemente calcolata) e non strutturali q_2 (ovvero del pacchetto non strutturale che compone il solaio).

$$q_1 = 0,09^{42} \text{ kN/m}^2$$

$$q_2^{43} = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

⁴² Ved. Cap.5.3, *dimensionamento lamiera grecata*, Scheda tecnica lamiera grecata Marcegaglia EGB 210 H=10cm.

⁴³ Ved. Cap.5.3, *dimensionamento lamiera grecata*, calcolo di q = carichi incidenti sulla lamiera grecata.

Si definisce con la lettera C l'estensione dell'intera zona d'influenza che sollecita la trave in esame costituita, come già scritto, da metà della larghezza delle campate ad essa adiacenti.

Quindi:

$$C = 1 + 1 = 2\text{m.}$$

A questo punto è possibile calcolare il valore dei carichi permanenti G che tiene conto sia dei carichi permanenti strutturali sia dei carichi permanenti portati in quanto compiutamente definiti.

$$G = (0,09 + 2,7) [\text{kN/m}^2] * 2 [\text{m}] = 5,58 \text{ kN/m}$$

Per quanto riguarda i carichi variabili legati alla destinazione d'uso dell'opera, il D.M. del 14 gennaio 2008 cataloga le aree suscettibili di affollamento con la lettera C e stabilisce un valore pari a $q_{k1} = 3,00 \text{ kN/m}^2$.

Moltiplicando tale valore per l'estensione della rispettiva zona d'influenza si ha:

$$Q_{k1} = 3,00 [\text{kN/m}^2] * 2 [\text{m}] = 6 \text{ kN/m.}$$

Il coefficiente di combinazione ψ_{21} moltiplicatore del carico Q_{k1} e dipendente dalla categoria di destinazione d'uso, viene assunto, nel caso di edificio suscettibile di affollamento, pari a $\psi_{21} = 0,6$.

Si trascurano invece tutti i carichi di altro genere, quali pretensione e precompressione P, le azioni indirette e le azioni dovute agli agenti aggressivi.

Dalla combinazione "quasi permanente" dei carichi, si ottiene:

$$q_{G+Q} = G + \psi_{21} Q_{k1} = 5,58 [\text{kN/m}] + 0,6*6 [\text{kN/m}] = 9,18 \text{ kN/m}$$

Il carico q derivante dai soli carichi variabili Q vale $q_Q = 6 \text{ kN/m}$.

Come spiegato in precedenza il comportamento flessionale di una trave viene determinato in riferimento al caso piano della trave isostatica semplicemente appoggiata su cui grava un carico uniformemente distribuito e il corollario di Mohr permette di determinare il valore della freccia δ in mezzera:

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{p l^4}{EI}$$

Per il calcolo del momento d'inerzia della sezione della trave si impongono le seguenti disequaglianze:

$$\frac{5}{384} \frac{q_{G+Q} l^4}{EI} \leq \frac{1}{250} l$$

$$\frac{5}{384} \frac{q_Q l^4}{EI} \leq \frac{1}{300} l$$

Assumendo il modulo elastico longitudinale $E = 210 \text{ GPa}$ e valutando che la trave ha un'estensione $l = 4 \text{ m}$, dalle precedenti disequazioni è quindi possibile ricavare i momenti d'inerzia minimi:

$$I_{G+Q} = \frac{5}{384} \frac{q_{G+Q} l^4}{E \frac{1}{250} l} = \frac{5}{384} \frac{9,18 \text{ [kN/m]} (4 \text{ [m]})^4}{210 \cdot 10^6 \text{ [kN/m}^2] \frac{1}{250} 4 \text{ [m]}} = 9,11 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 = 911 \text{ cm}^4$$

$$I_Q = \frac{5}{384} \frac{q_Q l^4}{E \frac{1}{300} l} = \frac{5}{384} \frac{6 \text{ [kN/m]} (4 \text{ [m]})^4}{210 \cdot 10^6 \text{ [kN/m}^2] \frac{1}{300} 4 \text{ [m]}} = 5,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 = 595 \text{ cm}^4$$

Si ipotizza, pertanto, una trave di progetto HE140A avente un momento d'inerzia pari a:

$$I_x = 1033 \text{ cm}^4.$$

Si procede ora alle verifiche allo stato limite ultimo utilizzando i coefficienti di moltiplicazione dei carichi dettati da normativa⁴⁴.

CARICHI	VALORE[kN/m ²]	ZONA D'INFLUENZA [m]	COEFF. 45	TOTALE[kN/m]
Carichi permanenti strutturali	0,09	2	1,3	0,24
Carichi permanenti non strutturali	2,7	2	1,5	8,1
Carichi variabili	3	2	1,5	9
TOTALE				17,34

È possibile ora svolgere le verifiche valutate secondo i nuovi carichi amplificati.

- **Verifica a flessione monoassiale**

Il momento flettente di calcolo M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{C,Rd}} \leq 1$$

dove

$M_{C,Rd}$ è la resistenza a flessione della trave presa in considerazione e vale $(W_{pl} * f_{yk}) / \gamma_{M0} = (155400 \text{ [mm}^3] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05 = 40700 \text{ kNmm} = 40,70 \text{ kNm}$.

con

W_{pl} modulo resistente plastico della trave ricavato da profilario.

⁴⁴Ved. Tab.2.6.I, *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*.

⁴⁵ γ_{G1} , coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti.

γ_{G2} , coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali.

γ_{Q1} , coefficiente parziale della azioni variabili.

f_{yk} valore della tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio che si ipotizza essere 275 N/mm^2

γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza che da normativa ha valore 1,05.

M_{Ed} è calcolato considerando una trave appoggio-appoggio e vale

$$1/8 ql^2 = 1/8 * 17,34 \text{ [kN/m]} * 4^2 \text{ [m]} = 34,68 \text{ kNm}$$

Quindi

$$\frac{34,68}{40,70} = 0,85 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

- **Verifica a taglio**

Il valore di calcolo dell'azione tagliante V_{Ed} deve rispettare la seguente condizione

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove

$V_{c,Rd}$ è la resistenza a taglio della trave e vale $(A_v * f_{yk}) / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}) = (1012 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / (\sqrt{3} * 1,05) = 107,12 \text{ kN}$

con A_v area resistente a taglio ricavata dal profilario "Arcelor spa" relativamente al profilo HE 140 A scelto precedentemente.

V_{Ed} è calcolato come per il momento e vale

$$1/2 ql = 1/2 17,34 \text{ [kN/m]} * 4 \text{ [m]} = 34,68 \text{ kN}$$

Quindi

$$\frac{34,68}{107,12} = 0,32 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

5.5 Dimensionamento trave principale (SLU)

Per le travi principali si è deciso di utilizzare delle travi reticolari, scelta dettata dalla grande luce da coprire, dall'utilizzo delle travi Gerber che prediligono questa tipologia di struttura e dalla volontà architettonica di conservare la memoria industriale dell'edificio.

Per le verifiche sono state calcolate le reazioni vincolari in funzione dei carichi provenienti dalla soletta portata, integrata con il calcolo dei carichi accidentali dettati dalla normativa.

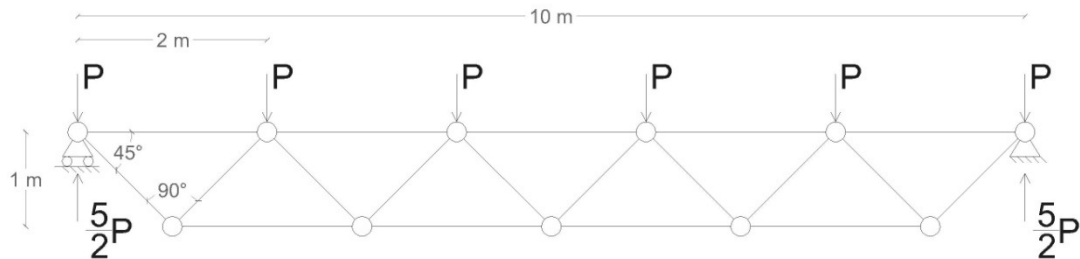


Figura 5.7 – Rappresentazione schema trave principale

Tramite il metodo delle sezioni di Ritter si sono definite le forze assiali per ogni asta nonché le reazioni ai vincoli esterni.

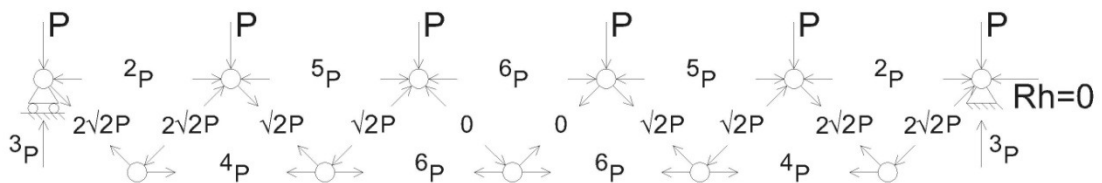


Figura 5.8 – Rappresentazione forze interne

Prima di effettuare le verifiche si vuole precisare il valore di q, peso della soletta gravante su ogni singola trave principale:

Zona di influenza = $(2+2)$ [m] = 4 m

Peso soletta non strutturale = $2,7 \text{ kN/ m}^2$

Peso lamiera grecata = $0,09 \text{ kN/ m}^2$

Peso travi secondarie⁴⁶ = $0,1 \text{ kN/ m}^2$

I carichi permanenti strutturali saranno dati dalla somma del peso della lamiera grecata e da quello delle travi secondarie precedentemente scelte:

$$p_{NS} = (0,09+0,1) [\text{KN/ m}^2] = 0,19 \text{ KN/ m}^2$$

⁴⁶Per il calcolo del peso delle travi secondarie si è moltiplicato il peso al metro della singola trave fornito dal profilario della Arcelor per la lunghezza di 4m della stessa. Il valore trovato è stato moltiplicato per 50, numero di travi che verranno posizionate sul solaio. Infine si è diviso il tutto per i metri quadri della soletta (480 m^2). Quindi: $(24,7 [\text{kg/m}] * 4 [\text{m}] * 50) / 480 [\text{m}^2] = 10,29 \text{ kg/ m}^2 = 0,1 \text{ kN/ m}^2$.

CARICHI	VALORE[kN/m ²]	ZONA D'INFLUENZA [m]	COEFF.	TOTALE[kN/m]
Carichi permanenti strutturali	0,19	4	1,3	0,99
Carichi permanenti non strutturali	2,7	4	1,5	16,2
Carichi variabili	3	4	1,5	18
TOTALE				35,19

Il valore di q si otterrà dunque moltiplicando il risultato ottenuto per la lunghezza della trave.

$$q = 35,19 \text{ [kN/m]} * 10 \text{ [m]} = 350,19 \text{ kN}$$

Il valore di p utilizzato nella figura 5.8 è dato dalla quota parte di q agente sulla singola cerniera e ha valore $q/6 = 58,37 \text{ kN}$.

A questo punto possono essere eseguite le verifiche:

- **Verifica a trazione del corrente teso**

Il corrente maggiormente teso ha valore 6p.

L'azione assiale $N_{Ed} = 6p$ deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

dove la resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd}$ è pari a:

$$N_{t,Rd} = (A * f_{yk}) / \gamma_{M0}$$

con

A area della sezione della trave, incognita della formula

f_{yk} valore della tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio che si ipotizza essere 275 N/mm^2

γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza che da normativa ha valore 1,05.

Quindi avendo come incognita l'area A della sezione di trave e mettendo a sistema le ultime due formule trovate si ha:

$$\begin{aligned} 6p / [(A * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05] &\leq 1; \\ (6 * 58370 \text{ [N]}) / (A * 261,90 \text{ [N/mm}^2]) &\leq 1; \\ 1337 / A \text{ [mm}^2] &\leq 1; \end{aligned}$$

Bisogna quindi ricercare un profilo con un'area di poco maggiore rispetto al valore di 1337 mm^2 .

Si è scelto dunque un profilo IPE140 avente area di 1640 mm^2 .

- **Verifica a compressione del corrente compresso**

Il corrente maggiormente compresso risulta avere valore pari a 6 p.

L'azione assiale di calcolo $N_{Ed} = 6p$ deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove la resistenza di calcolo a compressione $N_{c,Rd}$ è pari a:

$$N_{c,Rd} = (A \cdot f_{yk}) / \gamma_{M0}$$

con

A area della sezione della trave, incognita della formula

f_{yk} valore della tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio che si ipotizza essere 275 N/mm^2

γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza che da normativa ha valore 1,05

Quindi avendo come incognita l'area A della sezione di trave e mettendo a sistema le ultime due formule trovate si ha:

$$\begin{aligned} (6p) / [(A \cdot 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05] &\leq 1; \\ (6 \cdot 58370 \text{ [N]}) / (A \cdot 261,90 \text{ [N/mm}^2]) &\leq 1; \\ (1337 / A) \text{ [mm}^2] &\leq 1; \end{aligned}$$

Bisogna quindi ricercare un profilo con un'area di poco maggiore rispetto al valore di 1337 mm^2 .

Si è scelto dunque un profilo IPE140 anche per motivi di uniformità con il corrente inferiore.

- **Verifica instabilità corrente compresso**

La verifica di stabilità di un'asta si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

dove

N_{Ed} è l'azione di compressione di calcolo che, per l'elemento più sollecitato vale $6p = 6 \cdot 58370 \text{ [N]} = 350,19 \text{ kN}$

$N_{c,Rd}$ è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = (\chi \cdot A \cdot f_{yk}) / \gamma_{M1}$$

con

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} \leq 1$$

γ_{M1} è il coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità delle membrature è ha valore 1,05⁴⁷.

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

α è il fattore di imperfezione e λ vale

$$\lambda = \sqrt{(A * f_{yk}) / N_{cr}}$$

e N_{cr} è il carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza di libera inflessione l_0 dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{l_0^2}$$

quindi

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 210 * 10^6 \text{ [kN/m}^2] * 0,000005412 \text{ [m}^4]}{(2 \text{ [m]})^2} = 2804,36 \text{ KN}$$

$$\lambda = \sqrt{(1640 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 2804,36 * 10^3 \text{ [N]}} = 0,40$$

$$\Phi = 0,5 [1 + 0,49 (0,40 - 0,2) + 0,40^2] = 0,63$$

$$\chi = \frac{1}{0,63 + \sqrt{0,63^2 - 0,40^2}} = 0,89 \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = (0,89 * 1640 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05 = 383,5 \text{ KN}$$

Quindi considerando l'elemento maggiormente sollecitato, avente valore

$$\frac{350,19 \text{ [kN]}}{383,50 \text{ [kN]}} = 0,91 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

⁴⁷Ved. D.M.14.01.08, Tabella 4.2.V

- **Verifica a trazione diagonale teso**

Si considera un profilo IPE120.

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

dove

N_{Ed} è l'azione di trazione massima presente nei tiranti della trave reticolare e ha valore $2\sqrt{2} * p = 165,10$ kN

$N_{t,Rd}$ è la resistenza a trazione pari a $(A * f_{yk}) / \gamma_{M0} = (1320 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05 = 345,71$ kN.

Quindi

$$\frac{165,10 \text{ [kN]}}{345,71 \text{ [kN]}} = 0,48 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

- **Verifica a compressione diagonale compresso**

Si è deciso di utilizzare lo stesso profilo ipotizzato per il diagonale compresso, IPE120.

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove

N_{Ed} è l'azione di compressione massima presente nei puntoni della trave reticolare e ha valore $2\sqrt{2} * p = 165,10$ kN

$N_{c,Rd}$ è la resistenza a compressione pari a $(A * f_{yk}) / \gamma_{M0} = (1320 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05 = 345,71$ kN.

Quindi

$$\frac{165,10 \text{ [kN]}}{345,71 \text{ [kN]}} = 0,48 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

- **Verifica instabilità diagonale compresso**

Si procede alla verifica di instabilità della diagonale compressa appena ipotizzata.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 210 * 10^6 \text{ [kN/m}^2] * 0,000003178 \text{ [m}^4]}{(1 * \sqrt{2} \text{ [m]})^2} = 4657,55 \text{ KN}$$

$$\lambda = \sqrt{(1320 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 4657,55 * 10^3 \text{ [N]}} = 0,27$$

$$\Phi = 0,5 [1 + 0,49 (0,27 - 0,2) + 0,27^2] = 0,55$$

$$\chi = \frac{1}{0,55 + \sqrt{0,55^2 - 0,27^2}} = 0,97 \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = (0,97 * 1320 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / 1,05 = 335,34 \text{ kN}$$

Quindi considerando l'elemento maggiormente sollecitato, avente valore

$$\frac{165,10 \text{ [kN]}}{335,34 \text{ [kN]}} = 0,49 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

Si procede a questo punto alla verifica della struttura agli stati limite di esercizio, per capire se il profilo scelto è effettivamente quello più giusto.

Sfruttando l'analogia di Mohr si calcola la freccia:

$$f = \frac{5}{384} * ql^4/EI$$

dove q è la somma del carico portato dalle travi secondarie precedentemente calcolato (che vale 9,18 [kN/m]) valutato sull'area di influenza della trave reticolare (9,18 [kN/m]*4[m]/2[m]=18,36 kN/m) e del peso delle travi secondarie.

$$q = (18,36+0,44)[\text{kN/m}] = 18,80 \text{ kN/m}$$

l è la lunghezza della reticolare pari a 10m

E è il modulo elastico dell'acciaio pari a $210 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$

I è l'inerzia calcolata considerando i correnti inferiore e superiore come se fossero accorpati in un unico profilo.

Quindi

$$I_{\text{tot}} = 2 \cdot A \cdot (h/2)^2 = 2 \cdot (1640 \text{ [mm}^2]) \cdot (1000/2 \text{ [mm]})^2 = 820000000 \text{ mm}^4$$

$$f = \frac{5}{384} * 18,80 \text{ [kN/m]} (10 \text{ [m]})^4 / 210 \cdot 10^6 \text{ [kN/m}^2] * 0,00082 \text{ [m}^4] = 0,014 \text{ m}$$

La normativa impone una freccia ammissibile tale che

$$L/250 > f$$

Nel caso in esame

$$10 \text{ [m]} / 250 = 0,04 > f$$

VERIFICATO

5.6 Dimensionamento dei pilastri in c.a.

Si è scelto il pilastro A4, uno dei pilastri più caricati poiché sorregge anche la struttura “brise soleil” e si è considerata la sua area di influenza.

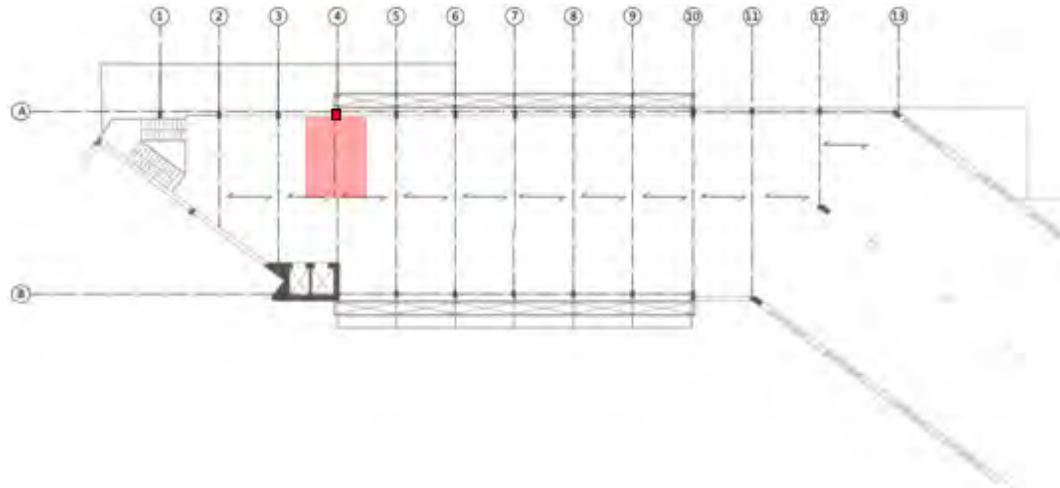


Figura 5.9 – Rappresentazione schema strutturale per individuazione pilastro tipo e zona d’influenza

- Calcolo area di influenza

L’area di influenza viene calcolata moltiplicando la semiluce tra i pilastri posti sull’asse 7 per la somma delle due semiluci tra pilastri adiacenti posti sull’asse A: $(10/2) [m] * [(4+4)/2] [m] = 20 m^2$.

Il valore trovato va moltiplicato per il coefficiente di iperstaticità che da normativa è pari a 1,2.

$$A_{influenza} = 20 [m^2] * 1,2 = 24 m^2$$

- Analisi dei carichi

Si procede quindi con l’analisi dei carichi agenti sul singolo pilastro.

PROVENIENZA DEI CARICHI	TOTALE [kN/m ²]	TOTALE [kN]
Livello di copertura		
Copertura non strutturale	2,27	54,48
Lamiera grecata	0,09	2,16
Travi secondarie	0,08	1,92
Trave reticolare		1,6
Struttura doppia pelle ⁴⁸		36,9
Trave Gerber		15,5
Carico variabile neve	1,2	28,8
Livello ultimo piano		
Solaio non strutturale	2,7	64,8
Lamiera grecata	0,09	2,16
Travi secondarie	0,08	1,92

⁴⁸Il calcolo del carico proveniente dalla struttura “doppia pelle” è stato riportato nel capitolo 7.1 “Dimensionamento della trave Gerber”.

Trave reticolare		1,6
Struttura doppia pelle		36,9
Trave Gerber		15,5
Carico variabile ⁴⁹	3	72
Livello piano ristorante		
Solaio non strutturale	2,7	64,8
Lamiera grecata	0,09	2,16
Travi secondarie	0,08	1,92
Trave reticolare		1,6
Struttura doppia pelle		36,9
Trave Gerber		15,5
Carico variabile	3	72

SOMMA CARICHI PERMANENTI G_k	358,32
SOMMA CARICHI VARIABILI Q_k	172,8

Si procede ora al calcolo del coefficiente parziale di sicurezza:

$$Y_f = (Y_g * G_k + Y_Q * Q_k) / (G_k + Q_k) = (358,32 * 1,3 + 172,8 * 1,5) / (358,32 + 172,8) = 1,37$$

- Predimensionamento pilastro

A questo punto è possibile predimensionare il pilastro

PILASTRO	F_k [kN]	N_{ak} [kN]	N_{ad} [kN]	A_c [cm ²]	axb [cm ²]
Copertura	141,36	141,36	193,66	171	10x20
Ultimo piano	194,88	336,24	460,65	408	20x25
Ristorante	194,88	531,12	727,63	644	30x25

dove

F_k è la somma dei carichi permanenti e variabili di ogni singolo piano

N_{ak} è la forza assiale agente sul pilastro che tiene conto anche del peso portato superiormente. Avrà valore minimo in copertura e massimo a terra.

N_{ad} è l'azione assiale moltiplicata per il coefficiente parziale di sicurezza

A_c è la sezione minima di calcestruzzo dedotta dalla formula $N_{ad} = A_c * f_{cd}$ con f_{cd} considerato pari a 11,3 N/mm² (ovvero $f_{c1} * 0,8$).

- Calcolo peso proprio pilastri e verifica

Note le dimensioni si procede al calcolo del peso proprio dei pilastri e ad una nuova verifica sommando il peso calcolato ai carichi permanenti e variabili F_k .

È stato deciso di mantenere una dimensione costante di 30x30cm in accordo con le dimensioni minime dettate dalla normativa.

⁴⁹Si è scelto di considerare il piano come appartenente alla categoria B2 "uffici aperti al pubblico" a causa della presenza di una sala conferenze suscettibile ad affollamento. (ved. D.M.14.01.2008 tab.3.1.II).

PILASTRO	a [m]	b [m]	H [m]	F _{ck} [MPa]	PESO [kN]
Copertura	0,3	0,3	5,40	25	12,15
Ultimo piano	0,3	0,3	4,90	25	11,03
Ristorante	0,3	0,3	9,40	25	21,15

La dimensione del pilastro sarà dunque:

PILASTRO	F _k [kN]	N _{ak} [kN]	N _{ad} [kN]	A _c [cm ²]	axb [cm ²]
Copertura	153,51	153,51	210,31	191	30x30
Ultimo piano	205,91	359,42	492,40	436	30x30
Ristorante	216,03	575,45	788,37	698	30x30

- **Dimensionamento dell'armatura**

Il dimensionamento dell'armatura viene effettuato facendo riferimento ai limiti geometrico, meccanico e tecnologico imposti dalla normativa di riferimento⁵⁰. Applicando le limitazioni alle armature dei pilastri di ogni piano si sceglie quella limite, caratterizzata dal valore di A_{s,min} maggiore in modo da avere maggior sicurezza.

Quindi:

PILASTRO	A _c [mm ²]	LIMITE GEOM.	LIMITE MECC.	LIMITE TECN.	A _{s,min} [mm ²]	nxΦ
Copertura	900	270	75,83	452	452	4 Φ 12
Ultimo piano	900	270	180,46	452	452	4 Φ 12
Ristorante	900	270	290,64	452	452	4 Φ 12

- **Verifica a compressione allo stato limite d'esercizio**

La verifica allo stato limite di esercizio consiste nel confrontare lo sforzo del pilastro con lo sforzo massimo ammissibile.

La forza di compressione a cui è sollecitato il pilastro si distribuisce tra acciaio e calcestruzzo nel seguente modo:

$$N = \sigma_c * A_c + \sigma_s * A_s$$

Sfruttando la legge di Hook

$$\sigma_c = E_c * \epsilon_c$$

$$\sigma_s = E_s * \epsilon_s$$

mettendo a sistema si trova

$$\sigma_s = E_s * (\epsilon_c / E_c) = \sigma_c * (E_s / E_c) = \sigma_c * m$$

con

⁵⁰Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo".

Limite geometrico: A_{s,min} [mm²] = 0,003 A_c dove A_c è l'area della sezione di calcestruzzo.

Limite meccanico : : A_{s,min} [mm²] = 0,15 N_{ad} / f_{sd} .dove f_{sd} .è la tensione di snervamento dell'acciaio che vale 374 N/mm².

Limite tecnologico: 4 Φ 12

m coefficiente di omogeneizzazione, rapporto tra i moduli di resistenza di acciaio e calcestruzzo, assunto pari a 15.

Quindi

$$N_{ak} = \sigma_c * (A_c + m * A_s)$$

$$\sigma_c = N_{ak} / A_i$$

dove

A_i è l'area ideale e vale $A_c + m * A_s$

N_{ak} è l'azione assiale allo SLE calcolata precedentemente

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo pari a 900 cm^2

A_s è l'area della sezione in acciaio pari a 452 mm^2

σ_c è lo sforzo del pilastro, incognita di calcolo

PILASTRO	$A_c [\text{cm}^2]$	$A_s [\text{mm}^2]$	$N_{ak} [\text{kN}]$	$A_i [\text{mm}^2]$	$\sigma_c [\text{N/mm}^2]$
Copertura	900	452	153,51	96780	1,59
Ultimo piano	900	452	359,42	96780	3,71
Ristorante	900	452	575,45	96780	5,95

La tensione calcolata deve essere inferiore ai massimi valori consentiti da normativa. Per la combinazione quasi permanente deve essere:

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$$

dove

f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo al 28 giorno di maturazione e vale 25 N/mm^2 .

Quindi valutando la situazione più sfavorevole:

$$5,95 [\text{N/mm}^2] < 0,45 * 25 [\text{N/mm}^2]$$

$$5,95 [\text{N/mm}^2] < 11,25 [\text{N/mm}^2]$$

VERIFICATO

- **Verifica a compressione allo stato limite ultimo**

Il pilastro, soggetto ad una forza normale, subisce una rottura a schiacciamento che porta in campo plastico sia l'acciaio che il calcestruzzo. La forza normale resistente di calcolo (ovvero la forza che può sopportare il pilastro in condizioni di accettabile sicurezza) è data dalla somma di due componenti, la forza che porta alla crisi per schiacciamento del calcestruzzo e la forza che porta allo snervamento dell'acciaio.

$$N_{Rd} = f_{cu} * b * B + f_{yd} * A_s$$

dove

f_{cu} è la tensione ultima di calcolo del calcestruzzo pari a $13,20 \text{ N/mm}^2$

b e B sono le dimensioni della sezione del pilastro $30 \times 30 \text{ cm}$

f_{yd} è la tensione di snervamento dell'acciaio, pari a 374 N/mm^2

A_s è l'area dell'armatura longitudinale all'interno del pilastro pari a 452 mm^2

Quindi:

$N_{Sd} = 663,93$ kN per il pilastro maggiormente caricato

$N_{Rd} = 13,20$ [N/mm²] * 300 * 300 + 374 [N/mm²] * 452 [mm²] = 1357 kN

Per la verifica deve essere:

$$N_{Sd} \leq N_{Rd}$$

$$663,93 \text{ [kN]} \leq 1357 \text{ [kN]}$$

VERIFICATO

- **Verifica dei ferri d'armatura**

Come precedentemente calcolato, i ferri d'armatura hanno un diametro di 12mm. Per la verifica essi devono rispettare la seguente prescrizione:

$$A_{s,min} = 0,10 * N_{ad} / f_{yd}$$

PILASTRO	n x Φ	N _{ad} [kN]	A _s [mm ²]	A _{s,min} [mm ²]
Copertura	4 Φ 12	189,07	452	50,55
Ultimo piano	4 Φ 12	449,94	452	120,30
Ristorante	4 Φ 12	724,66	452	193,76

Tutti i ferri d'armatura rispettano le prescrizioni della normativa.

- **Armatura trasversale**

L'armatura trasversale (staffe) viene dimensionata in relazione all'armatura longitudinale:

$\Phi_t = 1/4 * \Phi_l$ [mm] = 12 / 4 = 3 mm. La normativa dichiara un minimo di 5mm come diametro per le staffe. Tuttavia, per la maggiore reperibilità delle stesse si è scelto di utilizzare staffe da 8mm.

La distanza tra le armature trasversali non deve essere maggiore della minore tra le seguenti tre grandezze:

- 12 volte il diametro delle armature longitudinali, 144 mm
- il lato minore della sezione del pilastro, 300 mm
- 300 mm.

Per tali motivi si è deciso di dare un passo di 14 cm alle staffe.

- **Verifica del momento**

La struttura è stata calcolata affinché, sotto i carichi permanenti, fosse equilibrata e la risultante dei carichi sul pilastro fosse centrata.

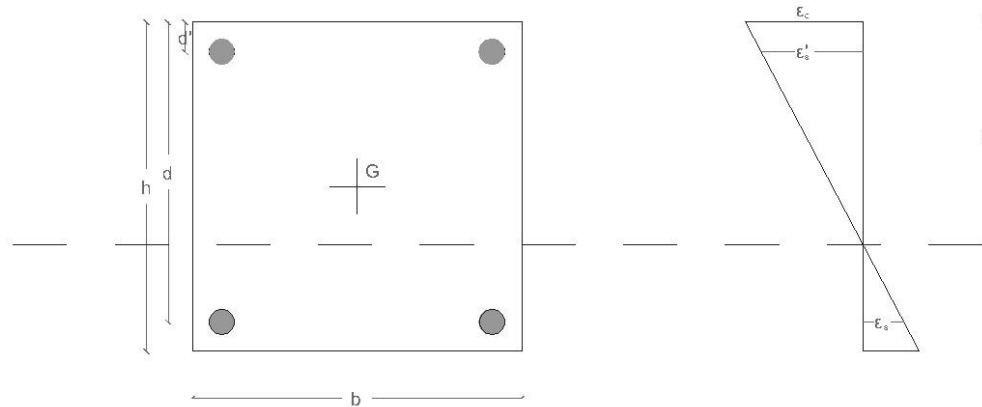
L'obiettivo di questa verifica è quello di assicurare che i carichi variabili non generino, in corrispondenza dell'incastro con la trave Gerber più caricata e al piede del pilastro, un momento eccessivo.

Si procede dunque al calcolo dei tre momenti in corrispondenza delle travi al piano ristorante, ultimo piano e piano copertura.

PILASTRO	CARICO VARIABILE [kN]	BRACCIO [m]	MOMENTO GENERATO [kNm]
Copertura	28,8	0,41	11,8

Ultimo piano	100,8	0,41	41,3
Ristorante	172,8	0,41	70,8

Trovato il momento agente dovuto ai carichi variabili si calcola il momento resistente nel:



$$M_{Rd} = f_{cd} b x (h/2 - x/3) + A'_s f_{sd} (h/2 - d') + A_s f_{sd} (d - h/2)$$

dove

f_{cd} è la resistenza indefinita di progetto a compressione moltiplicata per 0,8 e vale $11,3 \text{ N/mm}^2$

b e h sono le dimensioni del pilastro, entrambi pari a 300 mm

x è la posizione dell'asse neutro calcolata come sfruttando la relazione

$$N_{sd} = f_{cd} b 0,8x - A_s f_{sd} + A'_s f_{sd}$$

$$x = N_{sd} / 0,8 f_{cd} b = 359,42 \text{ [kN]} / 0,8 \cdot 11,3 \cdot 10^{-3} \text{ [kN/mm}^2\text{]} \cdot 300 \text{ [mm]} = 133 \text{ mm}$$

a livello del piano ristorante, trave Gerber più sfavorevole.

A'_s è la sezione di armatura in zona compressa pari a 226 mm^2

A_s è la sezione di armatura in zona tesa pari a 226 mm^2

f_{sd} è la resistenza di calcolo dell'acciaio pari a 374 N/mm^2

d è l'altezza utile della sezione pari a 270 mm

d' è la dimensione del copriferro pari a 30 mm

quindi

$$M_{Rd} = 11,3 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot 300 \text{ [mm]} \cdot 133 \text{ [mm]} \cdot (150 \text{ [mm]} - 35,3 \text{ [mm]}) + 226 \text{ [mm}^2\text{]} \cdot 374 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot (150 \text{ [mm]} - 30 \text{ [mm]}) + 226 \text{ [mm}^2\text{]} \cdot 374 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot (270 \text{ [mm]} - 150 \text{ [mm]}) = 72000549 \text{ Nmm} = 72 \text{ kNm}$$

Il momento agente deve essere inferiore del momento resistente:

$$M_{ad} < M_{Rd}$$

$$41,3 \text{ [kNm]} < 72 \text{ [kNm]}$$

VERIFICATO

Prendendo in considerazione il piede del pilastro si ricava un valore di N_{sd} pari a 575,45 kN.

La x quindi è pari a

$$x = N_{sd} / 0,8 f_{cd} b = 575,45 \text{ [kN]} / 0,8 \cdot 11,3 \cdot 10^{-3} \text{ [kN/mm}^2\text{]} \cdot 300 \text{ [mm]} = 212 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 11,3 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot 300 \text{ [mm]} \cdot 212 \text{ [mm]} \cdot (150 \text{ [mm]} - 35,3 \text{ [mm]}) + 226 \text{ [mm}^2\text{]} \cdot 374 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot (150 \text{ [mm]} - 30 \text{ [mm]}) + 226 \text{ [mm}^2\text{]} \cdot 374 \text{ [N/mm}^2\text{]} \cdot (270 \text{ [mm]} - 150 \text{ [mm]}) = 102718356 \text{ Nmm} = 103 \text{ kNm}$$

Il momento agente deve essere inferiore del momento resistente:

$$M_{ad} < M_{Rd}$$

$$70,8 \text{ [kNm]} < 103 \text{ [kNm]}$$

VERIFICATO

Capitolo 6

VERIFICA DELLE NORMATIVE

6.1 Regolamento d'igiene

È stato consultato il regolamento d'igiene del Comune di Milano, in particolare il titolo III con modifiche rese esecutive in data 23.05.1995 dal consiglio comunale. Si è preso in considerazione il capitolo 4 del suddetto regolamento relativo ai requisiti igienico prestazionali degli edifici con particolare attenzione all'aspetto illuminotecnico.

La progettazione dell'edificio è stata finalizzata all'ingresso di una quantità di luce tale da permettere agli occupanti di svolgere le loro attività in condizioni di sicurezza, efficienza e confort. Si è tenuto conto che la normativa permette comunque l'utilizzo, per locali destinati ad uffici, di illuminazione artificiale nei punti in cui la progettazione non consenta un'adeguata illuminazione dei luoghi di utilizzazione.

Prendendo in considerazione nel piano quarto dell'edificio incubatore, il modulo ufficio più sfavorevole si è potuto verificare che le aperture delle pareti perimetrali esterne, al lordo dei telai degli infissi, hanno un'area sempre superiore a 1/8 di quella della superficie degli ambienti interni realizzati.

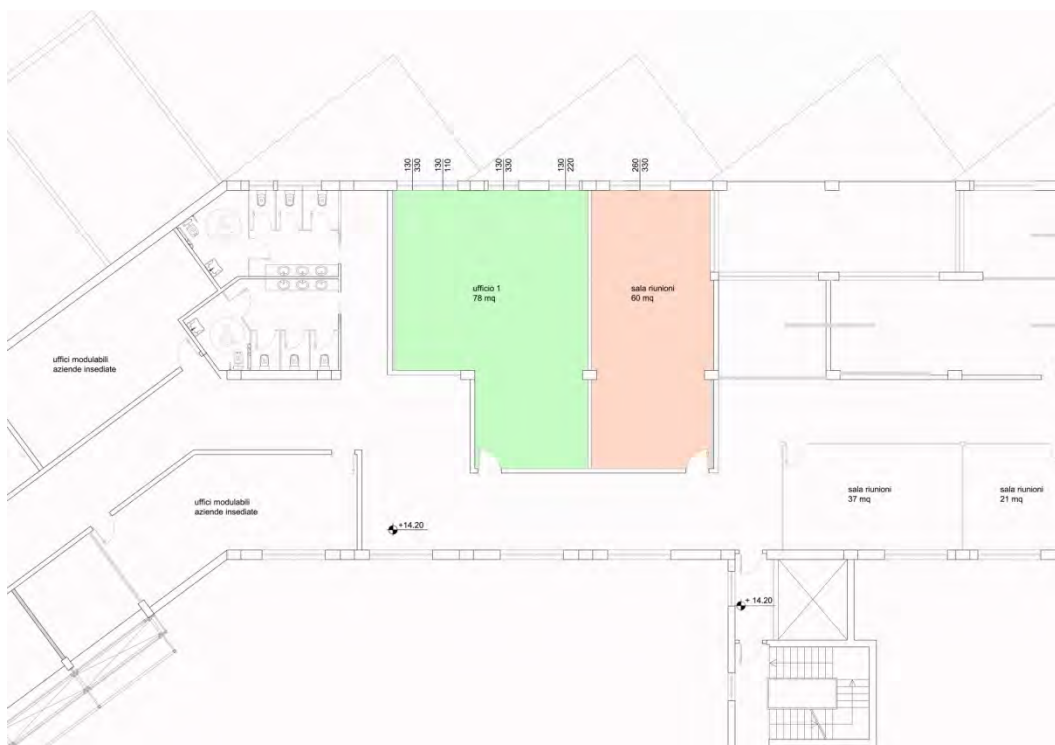


Figura 6.1 – Localizzazione in pianta degli uffici utilizzati per lo studio

Nell'ufficio 1, a fronte di una metratura di 78 mq c'è una superficie finestrata di 12,9 mq.

$$78/8 = 9,75 < 12,9 \text{ VERIFICATO}$$

Nell'ufficio 2, a fronte di una metratura di 60 mq c'è una superficie finestrata diretta di 8,58 mq.

$$60/8 = 7,5 < 8,58 \text{ VERIFICATO}$$

(contando che è presente anche una finestratura con laterale con ingresso minore di luce).

Va inoltre precisato che, nonostante sia già stato verificato che per la configurazione più sfavorevole il rapporto di illuminazione sia sufficiente, gli stessi uffici ricevono un contributo di luce diffusa dal lato sud dell'edificio poiché si è deciso di utilizzare partizioni interne in vetro satinato.

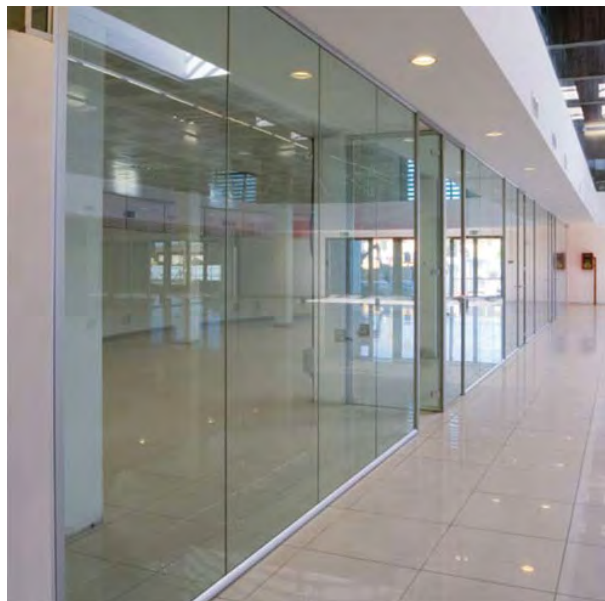


Figura 6.2 - Esempio di realizzazione partizioni interne in vetro

Il regolamento d'igiene obbliga inoltre la presenza di dispositivi di oscuramento sulle pareti perimetrali trasparenti. È stata prevista l'installazione, all'interno di ogni chiusura e partizione verticale vetrata, di un sistema di oscuramento interno al serramento in modo tale da evitare il fenomeno di abbagliamento da luce solare.



Figura 6.3 - Esempio di serramento che verrà utilizzato in progetto

È stata presa in considerazione, seppur in maniera meno approfondita, il controllo della qualità dell'aria. È stato verificato che in ogni luogo dell'edificio ci sia un'adeguata altezza libera tra pavimento e intradosso del soffitto. Ogni superficie finestrata inoltre, garantendo la possibilità di apertura, permette l'areazione naturale dei locali e risulta sempre superiore a 1/10 della superficie in pianta dei locali stessi.

A supporto dell'areazione naturale è stato pensato un sistema di condizionamento atto ad assicurare e a mantenere negli ambienti dell'edificio le condizioni termiche, idrotermiche, di velocità e di purezza dell'aria idonee ad assicurare il benessere delle persone. Inoltre verrà predisposto un rinnovo di aria esterna filtrata non inferiore a 20 mc/persona/ora. Verrà garantita una temperatura di $19\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ con U.R. del 40-60% nella stagione invernale e una temperatura compresa tra 25 e 27 °C con U.R. del 40-60% nella stagione estiva (e comunque con una differenza di temperatura fra l'aria interna ed esterna non inferiore a 7°C). La purezza dell'aria verrà garantita da un idoneo sistema di filtrazione atto ad assicurare che nell'aria dell'ambiente interno non siano presenti particelle di dimensione maggiore di 50micron e non vi sia possibilità di trasmissione di malattie infettive attraverso l'impianto di condizionamento.

Per quanto concerne i servizi igienici, essi saranno dotati di finestre apribili all'esterno della dimensione mai inferiore a 0,50 mq. Nei piani terzo e quarto dell'edificio cerniera una parte dei bagni verrà dotata di sistemi di aspirazione forzata intermittente a comando automatico atti a garantire un ricambio minimo di 12 volumi/ora. Il sistema automatico sarà temporizzato per assicurare almeno 3 ricambi per ogni utilizzazione dell'ambiente.

6.2 Barriere architettoniche

Riguardo alla verifica dell'accessibilità degli ambienti progettati da parte di soggetti diversamente abili si è fatto riferimento alla legge 13/1989 in riferimento alla ristrutturazione e alla nuova costruzione di edifici aperti al pubblico. Si è preso in considerazione anche il DPR 503/1996 che riguarda specificatamente "edifici e spazi pubblici".

L'obiettivo è stato quello di "includere" la persona affetta da disabilità all'interno del progetto, ovvero permettergli di esprimersi e muoversi in ogni ambiente.

In prima istanza si sono ricercati i fattori ambientali in grado di facilitare o ostacolare la fruizione degli ambienti, i luoghi o gli oggetti con caratteristiche tali da ostacolare le capacità e le abilità diverse di ciascuna persona. Si sono inseriti dunque, ove necessario, i cosiddetti "elementi facilitatori", ovvero quelle attrezzature con dotazioni impiantistiche, con elementi costruttivi, con tecnologie e ausili calibrati sulle esigenze della specifica persona. Si è tenuto in considerazione quindi la possibilità di movimento di una persona in carrozzina, accompagnata o anche da sola. Si è tenuto conto anche della presenza di lunghi percorsi, attentamente integrati da opportuni elementi facilitatori che possano permettere lo spostamento veloce ai piani alti dell'edificio.

Ogni piano dell'edificio ha tre gruppi di servizi igienici di cui due dotati di spazio riservato al disabile con idonea movimentazione dello stesso all'interno dell'ambiente e canale di percorribilità superiore a 80 cm.

Nonostante la normativa consenta l'utilizzo di montascale, una progettazione sin dall'inizio attenta a questo tema ha consentito l'utilizzo di soli elevatori e rampe rendendo più agevole la fruizione di tutti gli spazi dell'incubatore.

Per la visione di tale indagine si rimanda alle tavole in allegato.

6.3 Antincendio

In base ai criteri oggettivi che considerano l'affollamento di un ambiente, la sua posizione più o meno sfavorevole all'interno dell'edificio e quindi la possibilità di deflusso, la densità dell'arredamento in rapporto alla superficie e la reazione al fuoco dei materiali di cui è composto, si è scelto di analizzare il piano secondo, il quale ha una zona pubblica adibita a ristorazione e una privata ad uso ufficio openspace.



Figura 6.4 – Pianta piano secondo con arredo, oggetto di studio della sicurezza al fuoco

- **Carico d'incendio**

Il calcolo del carico d'incendio viene effettuato con il metodo previsto dalla Circolare del Ministero dell'Interno n.91 del 14.09.1961. A tale scopo è necessario calcolare tutto il materiale combustibile presente, basandosi sui carichi termici dei singoli elementi che compongono e arredano l'ambiente espressi in chilogrammi di legna al metro quadrato.

Questo valore è necessario per stimare la classe del compartimento e per dimensionare le protezioni delle strutture portanti e di compartimentazione.

La normativa vigente impone, per il calcolo del carico d'incendio, l'adozione della seguente formula:

$$q = \frac{\sum H_i}{4.400 \times A}$$

dove

q è il carico d'incendio espresso in Kg Legna/m²

H_i è il potere calorifico in Kcal del generico fra gli n oggetti

A è la superficie del compartimento in m².

Di seguito venono elencati tutti i materiali presenti al piano per stabilire il potere calorifero totale:

NATURA DEL COMBUSTIBILE	N. PEZZI	POTERE CALORIFERO [kcal/cad]	TOTALE [kcal]
Tavoli	120	518000	62160000
Sedie	170	15900	2703000
Divani	20	199206	3984120
Poltrone	25	79730	1993250
Scrivanie	40	279000	11160000
Sedie ufficio	50	15900	795000
Armadi ufficio	20	638000	12760000
Cassettiera	20	40000	800000
Computer	40	39984	1599360
		Totale	9795473

Il carico d'incendio è dunque:

$$q = 9795473 \text{ [kcal]} / (4400 * 1270 \text{ [m}^2\text{]}) = 1,75 \text{ kg Legna} / \text{m}^2$$

- **Classe di resistenza al fuoco**

La CLASSE dell'edificio è data dal prodotto tra il carico d'incendio e il coefficiente riduttivo K valutato sulla base degli indici di riduzione riportati nelle tabelle della predetta Circolare 91/61.

Per calcolare K è necessario sommare tutti gli indici di valutazione determinabili nella tabella sottostante ed interpolare il risultato nel diagramma A che fornisce in maniera diretta il coefficiente di riduzione cercato.

FATTORI	Ind.	FATTORI	Ind.
1. <u>Altezza dell'edificio e dei piani</u>		5. <u>Segnalazione, accessibilità e impianti di protezione antincendio</u>	
1.1 - Altezza totale dell'edificio		5.1 - Squadra interna di soccorso	
- altezza di gronda fino a 7m	0	- con impianto interno di idranti	-25
- altezza di gronda oltre 7 m fino a 14 m	+2	- con impianto di estintori	-15
- altezza di gronda oltre 14 m fino a 24 m	+4		
- altezza di gronda oltre 24 m fino a 30 m	+6	5.2 - Impianto Sprinkler (da ridurre a - (3/5) in caso di coesistenza con la voce 5.1)	-(15-25)
- altezza di gronda oltre 30 m fino a 45 m	+10		
- altezza di gronda oltre 45 m	+20	5.3 - Avvisatore automatico in diretto collegamento con la caserma VV.F. (da ridurre a - 2 in caso di coesistenza con la voce 5.1 o 5.2)	-10
1.2 Altezza dei piani in un edificio multipiano		5.4 - Guardiania permanente con telefono - con avvisatore automatico interno ed impianto interno di idranti - con avvisatore automatico interno	-12 -10
- fino a 4 m	+2	- con impianto interno di idranti	-9
- oltre 4 fino a 8 m	+1	- con estintori oppure con impianto esterno di idranti	-8
2. <u>Superficie interna delimitata da muri tagliafuoco e pareti esterne</u>		- senza altro corredo (da ridurre a - 3 in caso di coesistenza con la voce 5.2)	-7
- fino a 200 mq	0	5.5 - impianto interno di idranti senza guardiania (da ridurre a - 2 in caso di coesistenza con la voce 5.1 e 5.2)	-4
- oltre 200 fino a 500 mq	+2		
- oltre 500 fino a 1000 mq	+4		
- oltre 1000 fino a 2000 mq	+6		
- oltre 2000 mq	+10		
3.			

<u>Utilizzazione dell'edificio e dei locali</u>		5.6 - impianto esterno di idranti vicino all'edificio (da ridurre a - 1 in caso di coesistenza con la voce 5.1 e 5.2)	-3
3.1 - materiali infiammabili - materiali facilmente combustibili - materiali poco o difficilmente combustibili	+ (5-10) 0 - (5-15)	5.7 - estintori senza guardiana (da ridurre a - 1 in caso di coesistenza con la voce 5.1 e 5.2)	-2
3.2 - Destinazione dei locali - sale di riunione, locali soggetti a folla - ospedali, cliniche, scuole e simili - abitazioni ed uffici	+10 +5 0	5.8 - Tempo richiesto per l'arrivo dei VV.F. - fino a 10 minuti - oltre 10 e fino a 15 minuti - oltre 15 e fino a 20 minuti - oltre 20 minuti	-5 -2 0 +5
3.3 - uscite di soccorso a distanza superiore ai 20 m	+ (2-4)	5.9 - Difficoltà di accesso interno non avente rapporto con l'altezza dell'edificio	+ (0-3)
4. <u>Pericolo di propagazione</u>		- dist. dagli edifici circostanti fino a 10 m - dist. dagli edifici circostanti da 10 a 25 m - dist. dagli edifici circostanti oltre 25 m	+3 +1 0

Tabella per la stima degli indici di riduzione (Ved. Circolare 91/61)

La somma degli indici di valutazione è:

$$4+2+6+10+1-4-3-2-5 = +9$$

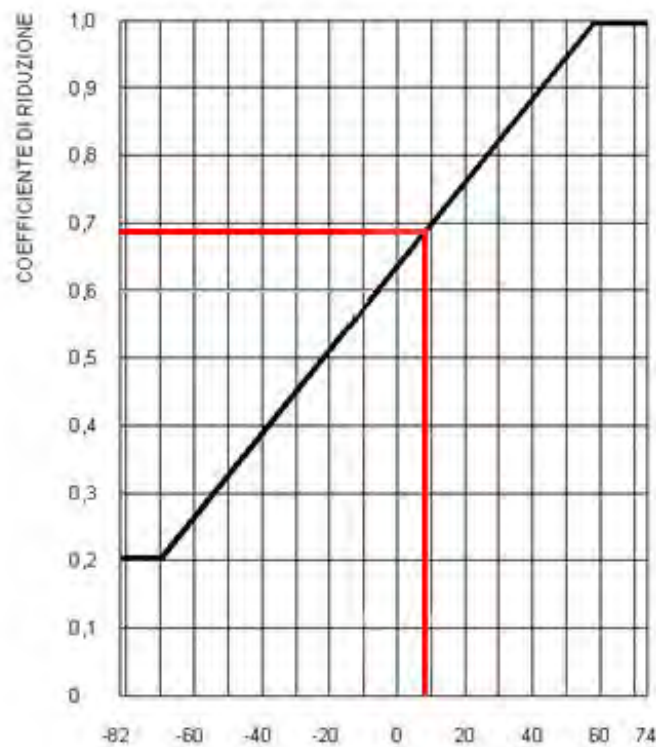


Figura 6.5 - Grafico per la determinazione del coefficiente di riduzione (Ved. Circolare 91/61)

Attraverso l'interpolazione dei dati si ottiene:

$$K = 0,69$$

La CLASSE è dunque:

$$CLASSE = q * k = 1,75 * 0,69 = 1,21$$

La classe di resistenza è quella immediatamente superiore al valore trovato ed è REI15. Il valore trovato risulta essere molto basso in quanto ad un normale potere calorifero viene comparata un'ampia metratura dovuta al fatto che la zona di ristorazione e il co-working non sono separati da una parete di compartimentazione e perciò devono essere considerati, ai fini della sicurezza al fuoco, come un unico locale.

- **Affollamento e calcolo delle vie di esodo**

Il problema che riveste maggiore importanza per la prevenzione incendi in strutture con presenza di persone è la sicurezza degli occupati, garantita, in caso di pericolo, anche grazie ad una rapida ed ordinata evacuazione.

Ovviamente primaria importanza rivestono le aperture che vengono collocate e dimensionate in funzione del numero stimato di persone da sfollare.

Alla base di queste considerazioni è necessario individuare un parametro fondamentale che è quello della capacità di deflusso, cioè il rapporto tra il numero di persone da sfollare e il numero di moduli a disposizione. In sintesi, il numero di persone per ogni modulo è così determinato

$$C = N_p / M \text{ Pers/Mod}$$

dove

C è la capacità di deflusso

N_p è il numero di persone da sfollare

M è il numero moduli presenti

La normativa identifica questi valori per la capacità di sfollamento:

- assenza di dislivelli per il raggiungimento di un luogo sicuro: 50 p/modulo
- dislivelli contenuti nei 7,5 m: 37,5 p/modulo
- dislivelli superiori ai 7,5 m: 33 p/modulo

dove con modulo si intende il modulo di uscita, ovvero l'unità di misura della larghezza delle uscite, pari a 60 cm che esprime la larghezza media occupata da una persona.

Il numero di moduli si ottiene dividendo il numero di persone stimato per la capacità di deflusso; approssimando per eccesso il valore ottenuto si ottiene il numero di moduli necessario.

Il piano maggiormente considerato nell'analisi risulta quello maggiormente occupato con un affollamento presunto di 400 persone. Considerando 50 persone/modulo la normativa richiede la presenza di 8 moduli.

Il progetto avrà n.4 vie di fuga corrispondenti al vano scala d'ingresso del ristorante (larghezza 180 cm, 3 moduli), al corpo scale compartimentato centrale all'edificio incubatore (larghezza 120 cm, 2 moduli) e due vani compartimentati presenti nel corpo che affaccia su via Cadolini (larghezza 120 cm ciascuno, 4 moduli). La normativa viene quindi pienamente rispettata.

- **Illuminazione di sicurezza**

E' prevista la realizzazione di un impianto di illuminazione di sicurezza in grado di intervenire automaticamente in un tempo < 0,5 s in caso di mancanza della tensione di rete . L'illuminazione di sicurezza verrà realizzata lungo le vie di esodo (corridoi, scale ,atrio, ed in corrispondenza delle uscite di sicurezza), mediante corpi illuminanti dotati di alimentatori tampone ad accumulatori, posizionati all'interno del corpo lampada (fluorescente o gruppo indicatore Uscita/Uscita sicurezza), che assicurano un'autonomia di almeno 60 minuti. L'impianto di illuminazione di sicurezza assicura un livello di illuminamento non

inferiore a 5 lux ad 1 metro di altezza dal piano calpestio. Queste lampade sono previste tutte del tipo in servizio permanente. In corrispondenza delle uscite gli apparecchi di illuminazione verranno dotati di pittogramma recante la segnaletica di sicurezza prescritta dalle norme vigenti.

- **Segnaletica di sicurezza**

Si applicheranno le vigenti disposizioni sulla segnaletica di sicurezza secondo le norme di cui al D.lgs 81/2008.

Saranno installati in particolare cartelli indicanti le uscite, il divieto di fumare o usare fiamme libere, il divieto di usare acqua sui quadri elettrici in caso d'incendio nonché cartelli di segnalazione dei mezzi antincendio.

- **Mezzi antincendio**

Nei locali saranno installati impianti fissi di rilevazione automatica d'incendio. Questi debbono essere collegati mediante apposita centrale a dispositivi di allarme ottici e/o acustici percepibili in locali presidiati.

Nei locali sarà previsto un sistema di allarme acustico ed ottico in grado di avvertire i visitatori delle condizioni di pericolo, in caso d'incendio, collegato all'impianto fisso di rilevazione automatica d'incendio. Le modalità di funzionamento del sistema di allarme saranno tali da consentire un ordinato deflusso delle persone dai locali.

L'intera struttura sarà coperta da una rete di idranti a cassetta UNI45.

- **Estintori**

Nei locali sarà posizionato un estintore portatile con capacità estinguente non inferiore a 13° per ogni 150 metri quadrati di superficie di pavimento. Tutti gli estintori saranno posizionati in maniera da essere ben visibili, segnalati e di facile accesso.

Vengono poste in allegato le tavole relative a tale analisi.

PARTE TERZA

Approfondimenti

Capitolo 7

DIMENSIONAMENTO TRAVE GERBER

Si procede al dimensionamento delle travi Gerber, utilizzate per sostenere il sistema “doppia pelle” ed evitare il suo appoggio a terra.

Il dimensionamento è stato condotto con l'intenzione di assicurare un'eccentricità nulla delle risultanti dei carichi permanenti sul pilastro. L'azione dei carichi variabili, essendo molto minore, avrà come effetto una eccentricità della risultante dei carichi totali.

Per questo, in fase di verifica del pilastro si dovrà calcolare la capacità dello stesso di assorbire il momento generato.

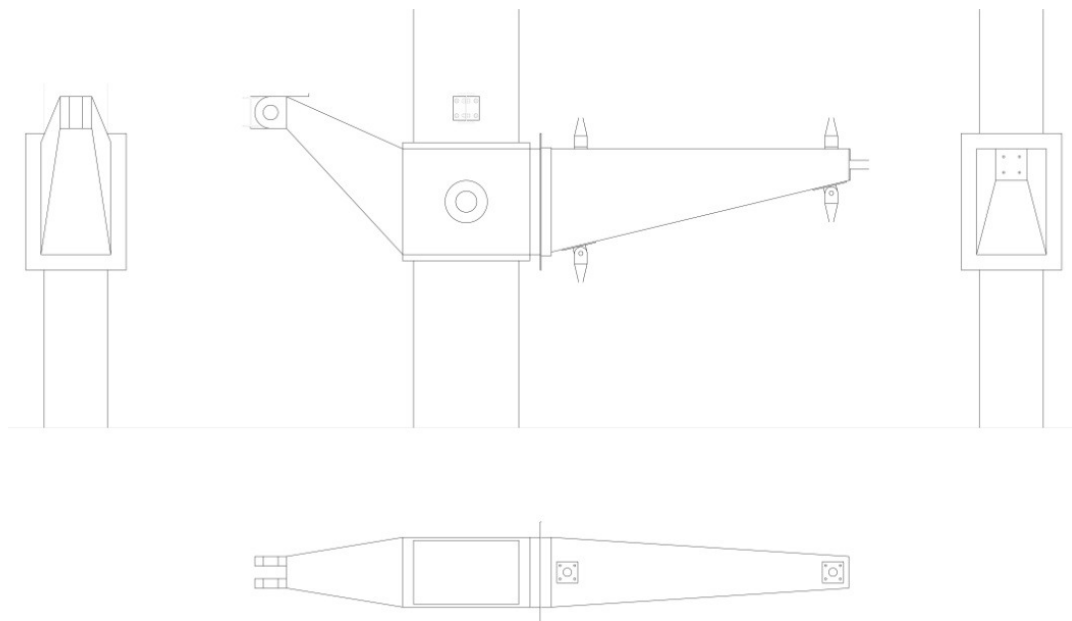


Fig. 7.1 – Proiezioni ortogonali elemento trave Gerber

Per il calcolo si prende in considerazione la trave maggiormente sollecitata corrispondente al piano ristorante su cui insiste l'ultima parte di facciata di altezza maggiore.

7.1 Carichi agenti

Si procede dunque alla stima dei carichi agenti (SLU):

- **Carico solaio:** al carico già calcolato nel capitolo 5 (decurtato dei carichi variabili) $q_1 = 171,9$ kN, va sommata la porzione di solaio a sbalzo dalla reticolare che permette di connettere la soletta al pilastro, $q_2 = 17,19$ [kN/m] * 1 [m] = 17,19 kN.

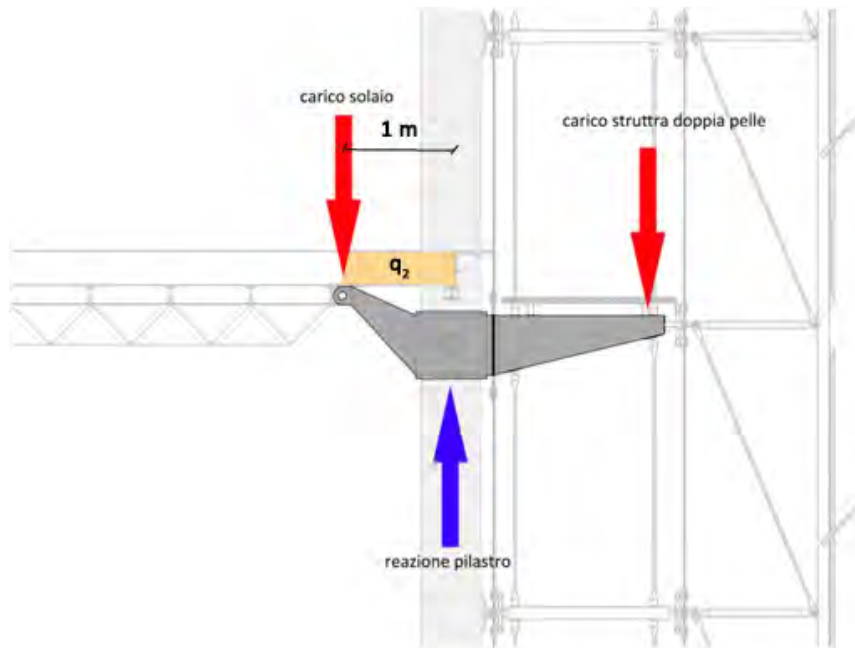


Fig. 7.2 – Rappresentazione reazioni agenti sulla trave Gerber

- **Carico trave reticolare q_3 :**

TIPOLOGIA	PROFILO	LUNGHEZZA [m]	PESO [kN/m]	TOTALE[kN]
Corrente superiore	IPE120	10	0,1	1
Corrente inferiore	IPE120	8	0,1	0,8

Diagonale ⁵¹	IPE120	14,14	0,1	1,4
Totale q_3				3,2

Sulla trave Gerber agisce metà del carico trovato

$$q_3 = 3,2/2 \text{ [kN]} = 1,6 \text{ kN}$$

⁵¹La lunghezza delle diagonali è stata ricavata moltiplicando la lunghezza del singolo profilo ($\sqrt{2} \cdot 1\text{m}$) per il numero totale di profili (10).

- **Carico facciata “doppia pelle” q_4 :**

Si procede inizialmente al calcolo del peso del vetro. Verrà moltiplicato il peso specifico del vetro per il suo spessore per l'altezza incidente sulla singola Gerberette. Si considera il peso del vetro camera interno sommato al vetro singolo esterno.

$$q = (25 \text{ [kN/m}^3] * 0,004 \text{ [m]} * 6,1 \text{ [m]} * 2) + (25 \text{ [kN/m}^3] * 0,005 \text{ [m]} * 6,1 \text{ [m]}) = 1,98 \text{ kN/m}$$

Il valore trovato va ora moltiplicato per la zona di influenza C della trave e, operando allo stato limite ultimo, per il coefficiente di amplificazione del carico previsto dalla normativa⁵². Essendo l'interasse di 4m si prenderà la metà a destra e a sinistra, $C = 2+2 = 4\text{m}$

Quindi:

$$q_{41} = 1,98 \text{ [kN/m]} * 4 \text{ [m]} * 1,3 = 10,27 \text{ kN}$$

Si calcola il peso q_{42} della struttura in acciaio della facciata. Esso è calcolato sommando il peso dell'elemento di connessione della facciata continua (ipotizzato essere un profilo HE100 A), il sistema di manutenzione composto da trave e griglia, il peso di due tiranti orizzontali di controvento e di due verticali di appensione.

Si dimensiona la trave che sorregge la griglia per la manutenzione. Si considerano come carichi agenti il peso proprio della griglia moltiplicato per la zona di influenza della trave e per il coefficiente di amplificazione dei carichi allo slu ($0,29 \text{ [kN/m}^2] * 0,75 \text{ [m]} * 1,5 = 0,33 \text{ kN/m}$) e i carichi variabili moltiplicati anch'essi per la zona d'influenza e il coefficiente di amplificazione ($0,5 \text{ [kN/m}^2] * 0,75 \text{ [m]} * 1,5 = 0,56 \text{ kN/m}$). A questo punto è possibile utilizzare le stesse formule utilizzate per il calcolo delle travi secondarie del solaio (capitolo 5) sfruttando il teorema di Mohr su travi schematizzate come appoggio appoggio.

$$I_{G+Q} = \frac{5}{384} \frac{q_{G+Q} l^4}{E \frac{1}{250} l} = \frac{5}{384} \frac{(0,56+0,33) \text{ [kN/m]} (4 \text{ [m]})^4}{210 \cdot 10^6 \text{ [kN/m}^2] \frac{1}{250} 4 \text{ [m]}} = 8,81 * 10^{-7} \text{ m}^4 = 88,1 \text{ cm}^4$$

Si è deciso dunque di utilizzare una trave IPE100.

Occorre quindi dimensionare i tiranti verticali in base al carico portato.

Si calcola l'azione assiale N_{Ed} sommando i carichi dei vetri portati, il grigliato per la manutenzione⁵³, le travi che sorreggono il grigliato⁵⁴ e il carico accidentale⁵⁵.

⁵²Essendo un carico strutturale, poiché è parte integrante del bilanciamento dei carichi sulla trave Gerber, si utilizzerà un valore pari a 1,3

⁵³Si è scelto di utilizzare un pannello grigliato elettroforgiato del peso di $0,29 \text{ kN/m}^2$. Il valore trovato, moltiplicati per il coefficiente di amplificazione dei carichi diventa $0,44 \text{ kN/m}^2$.

⁵⁴Si considera anche il peso della trave IPE100 che, moltiplicato per il coefficiente di amplificazione dei carichi strutturali, ha valore $0,08 \text{ [kN/m]} * 1,3 = 0,10 \text{ kN/m}$.

⁵⁵Il carico accidentale è stato valutato per la sola manutenzione pari a $0,5 \text{ kN/m}^2$. Tale valore, moltiplicato per il coefficiente di amplificazione dei carichi variabili (1,5) risulta essere $0,75 \text{ kN/m}^2$.

Quindi:

$$N_{Ed} = 10,27 \text{ [kN]} + (0,44 \text{ [kN/m}^2\text{]}*4\text{[m]}*1,5\text{[m]}) + (0,10 \text{ [kN/m]}*4\text{[m]}*2) + (0,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}*4\text{[m]}*1,5\text{[m]}) = 18,21 \text{ KN}$$

Analizzando la struttura senza i carichi variabili otteniamo un valore pari a $18,21 - (0,75*4*1,5) = 13,71$

Si è scelto di utilizzare due tiranti in acciaio zincato tipo DETAN-S460 del diametro di 10mm aventi portata di carico pari a 21,3 kN e che gravano sulla trave Gerber con un peso di 0,04 kN cadauno. Moltiplicando questo valore per il coefficiente di amplificazione dei carichi strutturali (1,3) allo stato limite ultimo si ottiene un valore pari a 0,05 kN.

Per quanto riguarda i tiranti orizzontali si è scelto di utilizzare gli stessi tiranti progettati verticalmente. Avendo una lunghezza di 4m gravano sulla trave Gerber con un peso di 0,026 kN cadauno. Moltiplicando questo valore per il coefficiente di amplificazione dei carichi strutturali (1,3) allo stato limite ultimo si ottiene un valore pari a 0,03 kN.

A questo punto è possibile calcolare il peso della struttura in acciaio q_{42} :

$$q_{42} = (13,71 \text{ [kN]}) + (0,05 \text{ [kN]}*2) + (0,03 \text{ [kN]}*2) = 13,72 \text{ kN}$$

Si considera inoltre che la trave Gerber sorregge superiormente la griglia di manutenzione precedentemente calcolata, la quale andrà sommata ai carichi agenti:

$$q_{43} = (0,44 \text{ [kN/m}^2\text{]}*4\text{[m]}*1,5\text{[m]}) + (0,10 \text{ [kN/m]}*4\text{[m]}*2) = 3,2 \text{ kN}$$

- **Calcolo del peso q_{44} del sistema di brise soleil.**

Per il dimensionamento di massima del sistema di schermatura solare si è utilizzato il catalogo Marcegaglia. La struttura è formata da pannelli in lamiera (400x300 cm, sp.2 mm) intelaiati su una struttura formata da tubi cavi a sezione rettangolare (3x6 cm) fissati su un'orditura di montanti e traversi costituita da profili cavi a sezione quadrata (10x10 cm). Tutto il sistema è appeso per mezzo di tiranti di apprensione e puntoni distanziali della stessa tipologia di quelli utilizzati precedentemente (tiranti tipo DETAN S460).

Peso pannello forato = $0,02 \text{ [dm]}*600 \text{ [dm}^2\text{]}*0,08\text{[kN/dm}^3\text{]} = 0,96 \text{ kN}$

con

0,08 kN/dm³, peso specifico lamiera.

Peso telaio pannello = $[(4+3)\text{[m]}*2]*0,02 \text{ kN/m} = 0,44 \text{ kN}$

con

0,02 kN/m, peso del profilo al metro.

Peso orditura = $0,04 \text{ [kN/m]}*4\text{[m]}*3+0,04\text{[kN/m]}*6\text{[m]}*2 = 0,96 \text{ kN}$

con

0,04 kN/m, peso del profilo al metro

3, numero di traversi che gravano sulla trave Gerber
 2, numero di montanti che gravano sulla trave Gerber
 Peso tiranti e puntoni di apprensione = 0,045 [kN] (ricavati dal peso dei tiranti tipo DETAN-S460 calcolati in precedenza).
 Moltiplicando i valori trovati per i coefficienti di amplificazione dei carichi dettati dalla normativa allo stato limite ultimo si è stabilito un peso gravante pari a

$$q_{44} = 9,71 \text{ kN}$$

Il peso totale q_4 della facciata doppia pelle quindi vale

$$q_4 = (10,27 + 13,72 + 3,2 + 9,71) \text{ [kN]} = 36,9 \text{ kN}$$

All'interno la trave Gerber avrà caricati i carichi

$$q_1 + q_2 + q_3 = (171,9 + 17,19 + 3,2) \text{ [kN]} = 96,15 \text{ kN}$$

tale che

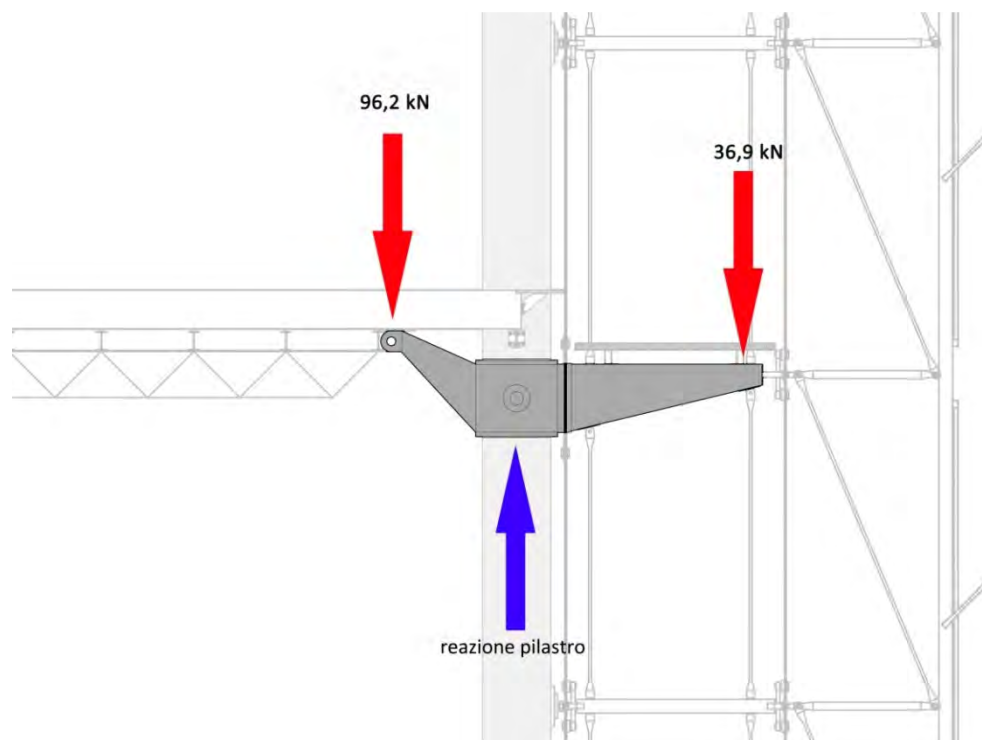


Fig. 7.3 – Rappresentazione carichi sulla trave Gerber

Il carico $q_4 = 36,9 \text{ kN}$ andrà successivamente ripartito tra i due tiranti verticali e si applicherà come carico di punta il solo peso del sistema brise soleil.
 Si può dunque inserire i valori trovati nel seguente schema statico:

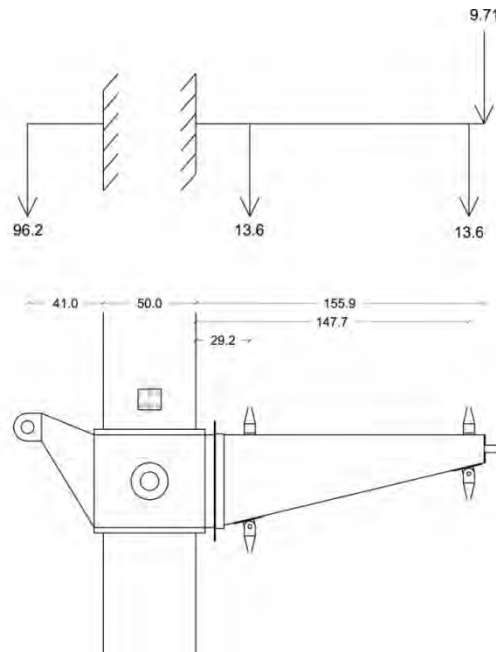


Fig. 7.4 – Schema statico trave Gerber

La lunghezza della mensola esterna è stata mantenuta fissa nei calcoli per esigenze architettoniche. Si è quindi calcolata attraverso un semplice bilanciamento di momenti la lunghezza della mensola interna:

$$M_{\text{ext}} = (13,6[\text{kN}] * 0,292[\text{m}]) + (13,6[\text{kN}] * 1,477[\text{m}]) + (9,71[\text{kN}] * 1,559[\text{m}]) = 39,2 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ext}} = M_{\text{int}}$$

$$l_{\text{int}} = 39,2[\text{kNm}] / 96,2[\text{kN}] = 0,41 \text{ m}$$

Utilizzando una mensola interna di questa lunghezza si può così annullare l'eccentricità dei carichi permanenti sul pilastro.

- **Verifica a flessione monoassiale**

Il momento flettente di calcolo M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{\text{Ed}}}{M_{\text{C,Rd}}} \leq 1$$

dove

$M_{\text{C,Rd}}$ è la resistenza a flessione della trave presa in considerazione e vale $(W_{\text{pl}} * f_{\text{yk}}) / \gamma_{\text{M0}} = (38000000 [\text{mm}^3] * 275 [\text{N/mm}^2]) / 1,05 = 9952 \text{ kNm}$

con

W_{pl} modulo resistente plastico della trave valutato, nel punto di incastro dove il momento è massimo, come

$$W_{\text{pl}} = (b * h^2) / 2 = (0,3 [\text{m}] * (0,5 [\text{m}])^2) / 2 = 0,038 \text{ m}^3$$

f_{yk} valore della tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio che si ipotizza essere 275 N/mm^2

γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza che da normativa ha valore 1,05.

M_{Ed} è il momento massimo calcolato considerando lo schema statico della mensola incastrata e vale

$$ql = 96,2 \text{ [kN]} * 0,41 \text{ [m]} = 39,44 \text{ kNm}$$

Quindi

$$\frac{39,44}{9952} = 0,004 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

Si nota che il calcolo è ampiamente verificato, questo perché si sta considerando la sella come un elemento pieno. Se anche i successivi calcoli verranno ampiamente verificati si considererà l'elemento cavo.

- **Verifica a taglio**

Il valore di calcolo dell'azione tagliante V_{Ed} deve rispettare la seguente condizione

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove

$V_{c,Rd}$ è la resistenza a taglio della trave e vale $(A_v * f_{yk}) / (\sqrt{3} * \gamma_{M0}) = (150000 \text{ [mm}^2] * 275 \text{ [N/mm}^2]) / (\sqrt{3} * 1,05) = 22677 \text{ kN}$

con A_v area resistente a taglio che vale $0,5 \text{ [m]} * 0,3 \text{ [m]} = 0,15 \text{ m}^2$.

V_{Ed} è costante su tutta la sella e vale $96,15 \text{ kN}$.

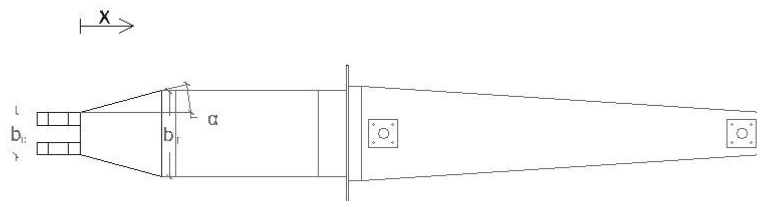
Quindi

$$\frac{96,15}{22677} = 0,004 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

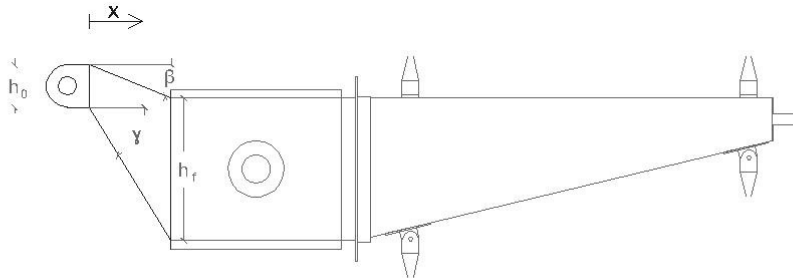
- **Verifica della deformabilità**

La verifica della deformabilità ha come problematiche la variazione di sezione della trave Gerber che comporta una continua variazione dell'inerzia e del momento in funzione del braccio. Il momento da grafico ha un andamento lineare mentre per quanto riguarda l'inerzia il calcolo risulta più complesso non essendo lineare.

Il punto di partenza per questo tipo di indagine è stata la definizione della geometria della trave. Fissando gli angoli di costruzione delle due mensole (quella interna che sorregge il solaio e quella esterna che sorregge la doppia pelle) è stato infatti possibile rapportare alla sola posizione x di riferimento le dimensioni della base b e dell'altezza h della sezione considerata.



calcolo della base
 $\alpha = 15^\circ$
 $b_f(x) = b_0 + 2x \operatorname{tg}(\alpha)$



calcolo dell'altezza
 $\beta = 22^\circ$
 $\gamma = 59^\circ$
 $h_f(x) = h_0 + x \operatorname{tg}(\gamma) - x \operatorname{tg}(\beta)$

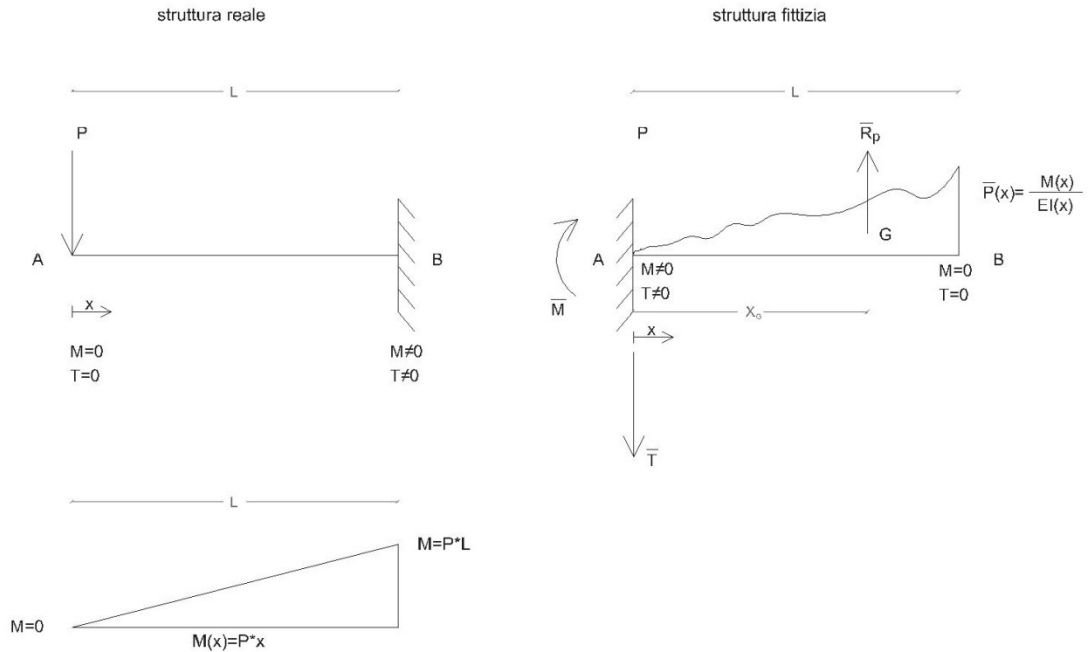
Questo ha successivamente permesso di trovare la relazione che rappresenta l'inerzia in funzione di x. Per la sezione rettangolare infatti la formula nota dell'inerzia è:

$$I = (b \cdot h^3) / 12$$

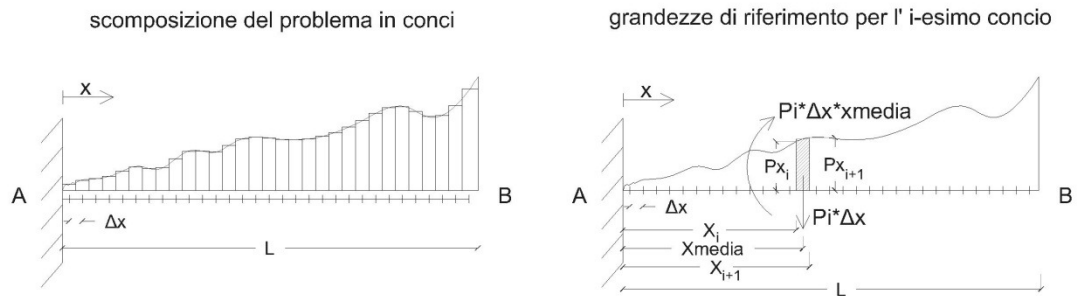
Sostituendo in questa formula i valori di b e h precedentemente trovati si ottiene:

$$I_{(x)} = [b_0 + 2x \operatorname{tg}(\alpha)] * [h_0 + x \operatorname{tg}(\gamma) - x \operatorname{tg}(\beta)]^3 / 12$$

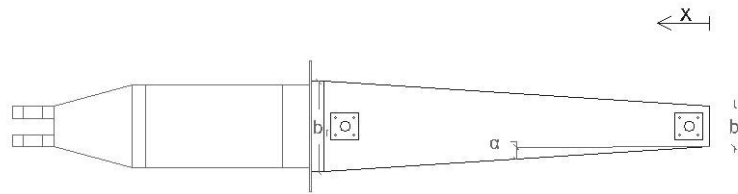
Ottenuta la funzione che descrive l'inerzia è stato possibile procedere con lo studio della deformabilità sfruttando, come precedentemente fatto, l'analogia di Mohr:



L'incognita del problema rimane, nella soluzione analitica, il braccio x_G della risultante del peso R_p segnato. Dato che questo calcolo non rientra nei casi noti e richiederebbe un'analisi matematica specifica, si è deciso di semplificare la risoluzione discretizzando la struttura fittizia in più conci e andandoli ad analizzare singolarmente. In ultimo, le sommatorie dei valori i-esimi trovati per il taglio e il momento restituiranno, nella struttura reale, l'abbassamento e la rotazione della mensola.



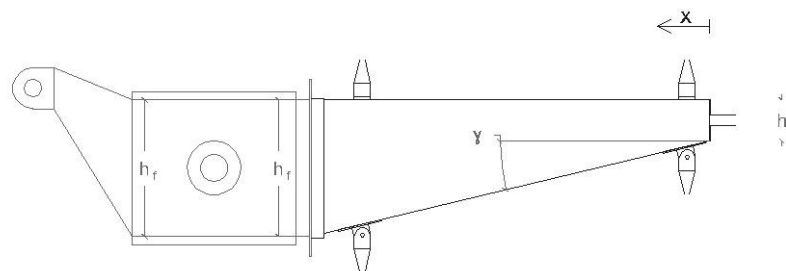
Lo stesso procedimento utilizzato per calcolare la mensola interna è stato adottato per la parte esterna.



calcolo della base

$$\alpha = 4^\circ$$

$$b_i(x) = b_0 + 2x \operatorname{tg}(\alpha)$$



calcolo dell'altezza

$$\beta = 0^\circ$$

$$\gamma = 14^\circ$$

$$h_i(x) = h_0 + x \operatorname{tg}(\gamma) - x \operatorname{tg}(\beta)$$

Le differenze rispetto al precedente calcolo sono la lunghezza L (che per la mensola esterna ha valore pari a 1,5 m), gli angoli α , β , γ e il carico applicato.

I valori restituiti dai calcoli effettuati mostrano una freccia molto bassa sia internamente che esternamente al pilastro. La verifica globale a deformabilità (essendo il sistema composto da trave Gerber + trave reticolare) viene effettuata sommando la freccia della trave reticolare già calcolata nel capitolo 5 alla freccia della mensola interna appena calcolata. Essendo quest'ultima molto piccola non influirà in maniera rilevante sulla verifica già effettuata. Il sistema risulta quindi ampiamente VERIFICATO.

Si trovano in allegato le tavole relative ai calcoli svolti.

- **Considerazioni sui risultati ottenuti.**

A seguito del dimensionamento della trave Gerber e alla sua verifica seguendo la normativa vigente, sono state effettuate delle considerazioni generali riguardo la messa in opera dell'elemento e le ripercussioni che questo possa sortire sul resto della struttura in caso di sisma.

Se un elemento dell'ordine dei 1500 Kg di peso non sembra presentare grossi problemi di tipo ergotecnico in fase di montaggio in cantiere; in ambito antisismico, il fatto che sia presente in quota sui tre livelli dell'edificio, è stato riconosciuto come un possibile problema di massa libera oscillante che, in caso di sollecitazioni oligocicliche, andrebbe a gravare sul resto della struttura.

A fronte dei risultati ottenuti dalle verifiche strutturali, con soluzioni verificate con largo margine di sicurezza, ci si è chiesti se fosse possibile intervenire sull'elemento cambiandone il materiale di realizzazione e scegliendone uno di peso specifico inferiore; l'attenzione è ricaduta sull'alluminio che, rispetto all'acciaio, ha un peso specifico nettamente inferiore anche se parallelamente, capacità resistenti minori.

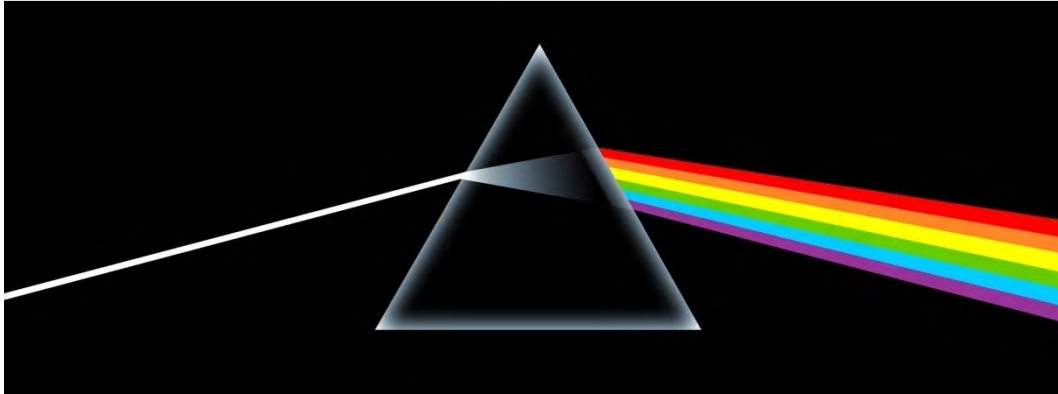
Sfruttando gli stessi procedimenti previsti per l'acciaio, e seguendo le prescrizioni dettate dal CNR-DT 208/2011 relativo alle strutture in alluminio, si è proceduto dunque alla verifica della trave Gerber, mantenendone la geometria e cambiando solo il materiale di realizzazione.

Come si può verificare dalle tabelle che seguono, anche in questo caso i valori di deformabilità ottenuti sono ampiamente verificati; ciò ha permesso di poter affermare che, sebbene la realizzazione in alluminio sia più gravosa in termini economici, rappresenta un ottimo investimento dal punto di vista della sicurezza poiché, attraverso questa scelta, si andrebbe a ridurre la massa oscillante di circa il 70%, con un cospicuo sgravio in termini di sollecitazioni alla struttura nella sua globalità.

Per completezza sono state allegate le tavole relative ai calcoli effettuati.

Capitolo 8

ILLUMINOTECNICA



La duplice natura d'essere della luce, corpuscolare e onda elettromagnetica, lascia intendere quanto la trattazione di questo fenomeno fisico possa essere complicata e difficoltosa. Se in aggiunta viene considerato il campo d'applicazione che verrà trattato in questa sede, è immediato realizzare che i fattori che governano il comportamento della luce sono molteplici e contribuiscono a complicare ulteriormente il problema.

In campo architettonico, infatti, l'oggetto d'indagine non è solo il fenomeno fisico della radiazione luminosa, ma come essa si relaziona con l'edificio, come può penetrare negli spazi interni e che effetti sortisce sugli utilizzatori di questi ultimi.

La buona progettazione prende in considerazione il tema dell'illuminotecnica sin dalle prime fasi di elaborazione del progetto; sul nuovo costruito è infatti determinante per la decisione dell'orientamento dell'edificio e sulle strategie energetiche da intraprendere, nel tema di recupero edilizio è invece un fattore che determina le modalità di riordino interno degli spazi e le necessarie integrazioni esterne, quali possono essere elementi schermanti che riducano eccessivi apporti solari diretti.

In ogni caso, la buona progettazione deve essere integrata da considerazioni di illuminotecnica al fine di garantire all'interno di ogni singolo spazio l'adeguato livello di comfort visivo in relazione all'attività che in quell'ambiente prende luogo.

8.1 Riferimenti normativi:

Data la rilevante importanza dell'argomento, l'indagine e le considerazioni illuminotecniche non vengono lasciate al buonsenso del progettista ma devono seguire una normativa ben precisa che stabilisce, in riferimento alle diverse attività che prendono vita all'interno del costruito e alla loro durata, le condizioni di illuminazione adeguate.

La normativa a cui si fa riferimento è la UNI EN12464-1 all'interno della quale si asserisce che l'illuminazione può essere di tipo naturale, artificiale o mista.

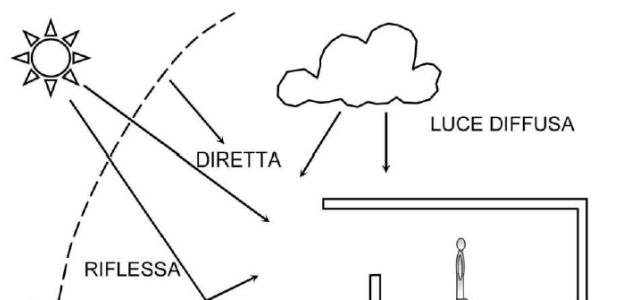
È facile capire come l'utilizzo di illuminazione artificiale al fine di raggiungere l'adeguato livello di illuminazione comporti una crescita dei consumi elettrici e dunque un aggravio consistente del fabbisogno energetico dell'edificio. Una buona progettazione illuminotecnica garantisce dunque non solo le condizioni ambientali ottimali per lo svolgimento delle attività ma anche un'intelligente investimento sul fronte energetico. Va da sé che oltre ai vantaggi appena esposti, la luce diurna è percepita dall'uomo come estremamente più gradevole di quella artificiale e dunque da preferirsi per lo svolgimento delle attività lavorative.

8.2 I parametri illuminotecnici:

al fine di poter comprendere il significato dell'indagine svolta, vengono di seguito introdotte le grandezze caratteristiche di questo tipo di approfondimento.

Luce: in ambito architettonico, la luce naturale viene considerata secondo tre forme: diretta, riflessa e diffusa.

La luce diretta costituisce quella parte di radiazione che va direttamente dalla sorgente luminosa alla superficie illuminata. La luce riflessa è figlia della radiazione diretta poiché nasce dalla riflessione della luce diretta su un corpo prima che il flusso luminoso raggiunga la superficie in esame. La radiazione diffusa, in ultimo, è generata da quella parte di radiazione solare che viene dispersa e appunto diffusa col passaggio della radiazione diretta in atmosfera dove sono presenti vapore acqueo e particolato. È immediato capire come la radiazione solare non arrivi dunque sempre nello stesso modo sulle superfici in esame ma sia caratterizzata da una costante variabilità nel tempo. La nuvolosità del cielo è dunque il parametro che più incide sulla qualità dell'illuminazione all'interno degli edifici.



Flusso luminoso[lumen]: è una grandezza riferita alla sorgente luminosa. Essa esprime la quantità di energia luminosa, dunque visibile, emessa da una sorgente nell'unità di tempo

intensità luminosa [candela]: questa grandezza esprime la concentrazione di luce radiata per secondo in una direzione specifica. La sua unità di misura, la candela, rappresenta l'intensità di una sorgente che emette uniformemente un flusso di 1 lumen in un angolo di 1 steradiante

Illuminamento [lux]: l'illuminamento in un punto di una superficie viene definito come il rapporto fra il flusso luminoso incidente su un elemento infinitamente piccolo della superficie che contiene il punto e l'area di questo elemento. L'unità di misura è il lux [lm/m^2]. L'illuminamento vale 1 lux nel momento in cui un flusso luminoso uniformemente distribuito di 1 lumen incide su un area di 1 m^2 .

Luminanza [candele/ m^2 = nit]: con riferimento ad un elemento di superficie che emetta (o rifletta) luce, esprime il rapporto tra l'intensità luminosa prodotta in una determinata direzione e l'area della proiezione di questo elemento di superficie perpendicolarmente alla direzione prescelta.

La luminanza delle superfici contenute nel campo visivo è direttamente collegata sia ai fenomeni di abbagliamento che alla possibilità di percepire distintamente gli oggetti osservati.

Fattore di Luce Diurna (FLD): è una grandezza sintetica e adimensionale, F, in grado di descrivere le prestazioni luminose dell'involucro edilizio, la quale non dipende dal livello di illuminamento esterno, ma solo dalle relazioni geometriche tra punto considerato all'interno dell'ambiente e volta celeste. Tale grandezza è definita come rapporto tra l'illuminamento E, che si realizza su di una superficie orizzontale posta all'interno dell'ambiente considerato grazie alla luce proveniente dalla volta celeste e quello che contemporaneamente si ha su di una superficie orizzontale posta all'esterno senza alcuna ostruzione, E_0

In base a tale definizione il fattore di luce diurna può essere calcolato con la relazione

$$F = \frac{E}{E_0}$$

Il fattore di luce diurna risulta funzione di molteplici fattori come: l'area delle aperture finestrate; il coefficiente di trasmissione nel visibile dei vetri degli infissi; l'area dei diversi elementi che costituiscono l'involucro e che sono presenti all'interno del locale come pareti, pavimenti e soffitti; la presenza di ostruzioni di qualsiasi genere, esterne od interne, che limitino la vista della volta celeste; lo stato di manutenzione delle superfici vetrate e delle superfici interne. Il valore del fattore di luce diurna varia però da punto a punto all'interno di un ambiente.

Si introduce dunque il **fattore medio di luce diurna**, F_{mld} , dove per medio si intende mediato su più punti di misura.

Tale parametro consente di valutare la capacità delle aperture trasparenti e dell'involucro di uno spazio chiuso di garantire condizioni di illuminazione naturale confortevoli e un accettabile sfruttamento della luce naturale.

Per raggiungere questi obiettivi esso deve essere superiore ad un certo valore, fissato come valore di soglia al di sotto del quale non sono verificate le condizioni di illuminazione naturali sufficienti alle specifiche esigenze di benessere fisico e psicologico.

Indicativamente è possibile far riferimento a questi valori:

$F < 0,3\%$ insufficiente

$0.3\% < F < 2\%$ discreto

$2\% < F < 4\%$ buono

$4\% < F$ ottimo

Conoscendo il fattore di luce diurna è sempre possibile risalire al valore assoluto di illuminamento corrispondente all'interno dell'ambiente sul piano di lavoro partendo dall'illuminamento sul piano orizzontale all'esterno.

8.3 Indagine illuminotecnica:

in riferimento a quanto dettato dalla normativa, l'indagine illuminotecnica effettuata durante il progetto ha avuto come scopo quello di riuscire ad assicurare che le condizioni minime di illuminazione all'interno degli spazi lavorativi dell'incubatore fossero soddisfatte principalmente grazie all'apporto di luce naturale dall'esterno, evitando principalmente i fenomeni di abbagliamento dovuto alla radiazione solare diretta.

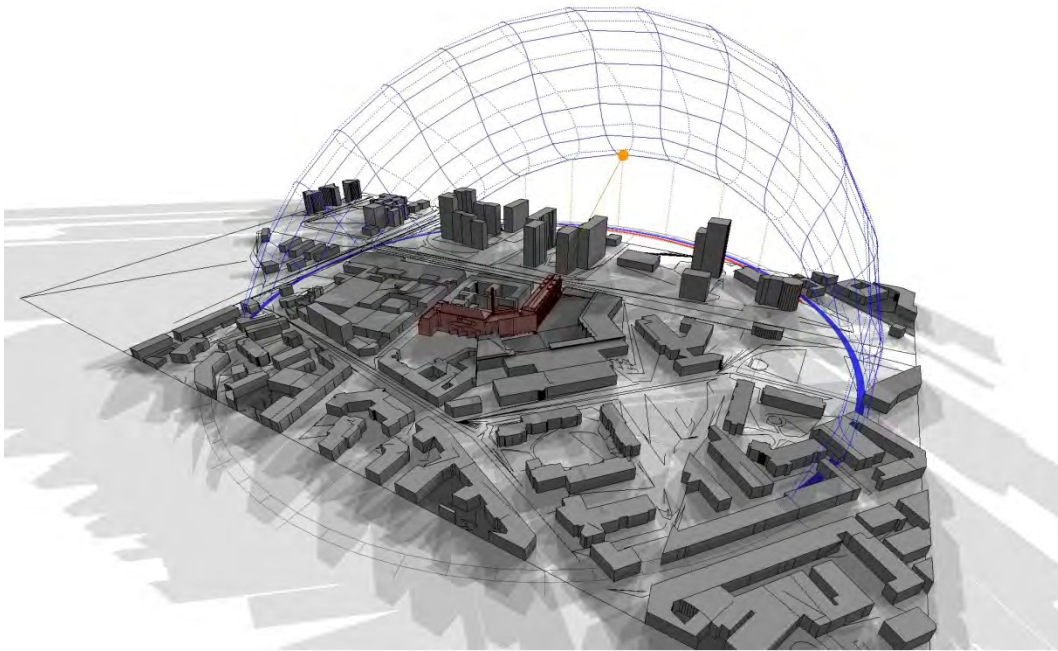
In una prima fase l'indagine è stata condotta a livello macroscopico sull'intera area di progetto per verificare come l'edificio interagisse, in termini di generazione di fasce d'ombra, con le piazze pubbliche del progetto; la seconda fase lo studio si è concentrata sulle modalità di diffusione della luce solare all'interno degli spazi lavorativi dell'incubatore.

Per fare ciò si è fatto ricorso all'ausilio di software in grado di simulare il comportamento della radiazione solare; per la prima fase è stato utilizzato AUTODESK ECOTECH ANALYSIS 2011 mentre per la seconda ci si è serviti del software VELUX DAYLIGHT VISUALIZER 2.

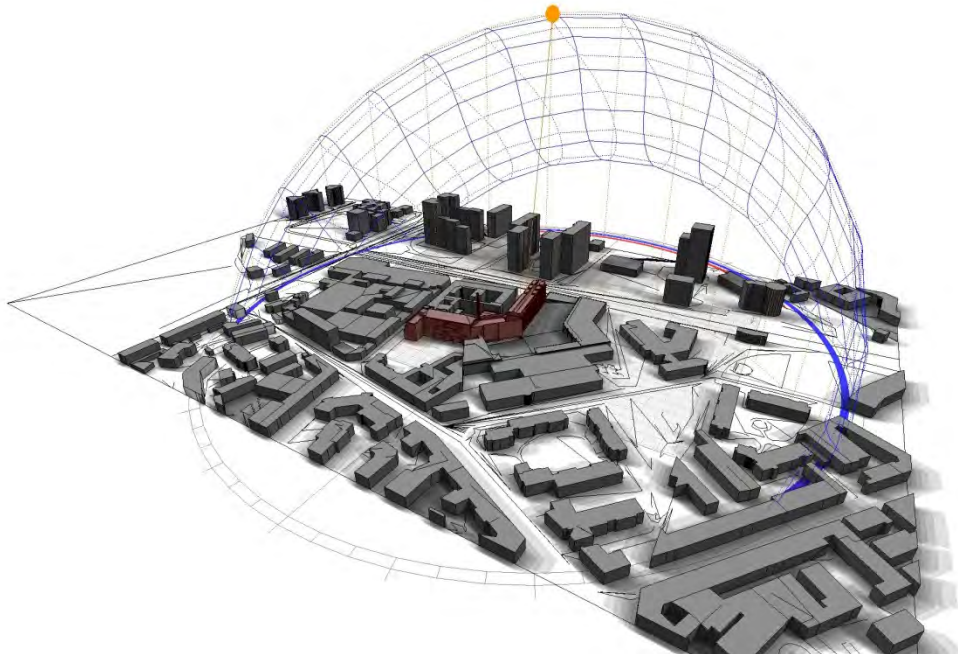
Attraverso il primo è stato possibile simulare l'andamento della radiazione solare nelle 4 stagioni prendendo come giorni d'indagine i solstizi e gli equinozi poiché rappresentano le condizioni limite del comportamento solare.

Vengono riportate le restituzioni grafiche ottenute dal programma Autodesk Ecotech Analysis, che facilmente fanno comprendere la relazione tra il percorso solare, l'edificio studiato, e il contesto in cui quest'ultimo è immerso.

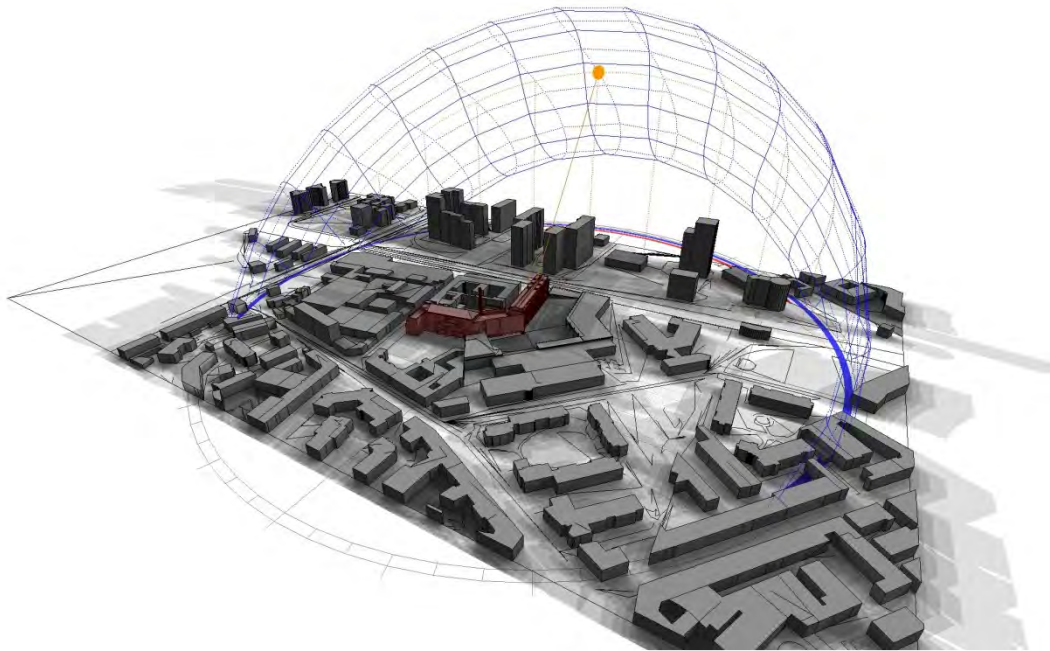
Solstizio di inverno – 21 dicembre:



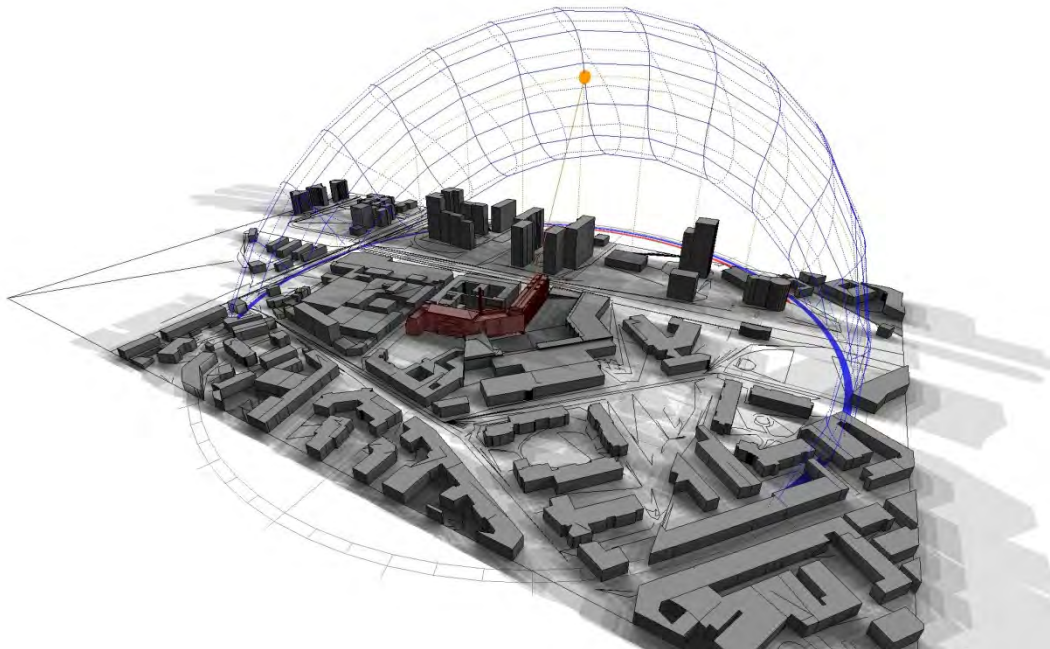
Solstizio d'estate – 21 giugno:



Equinozio d'autunno - 21 settembre:



Equinozio di primavera - 21 marzo:



In seguito a questa indagine di carattere più generale, l'attenzione è stata concentrata sugli ambienti interni all'edificio oggetto di studio. Le finalità dell'indagine sono state quelle di verificare la corretta diffusione della radiazione luminosa all'interno degli spazi ad uso ufficio.

La normativa sopracitata fornisce linee guida per la progettazione e verifica delle minime condizioni di illuminazione, parallelamente ai valori limite da rispettare, per poter dichiarare idoneo all'utilizzo lo spazio oggetto di verifica.

Un'attenzione particolare viene riservata alle attività che comprendono l'utilizzo di video terminale per i quali viene esplicitato che debba essere evitato qualsiasi forma di abbagliamento dovuto a riflessioni moleste su monitor e tastiera.

La posizione di queste postazioni va dunque scelta accuratamente evitando le zone di installazione critiche.

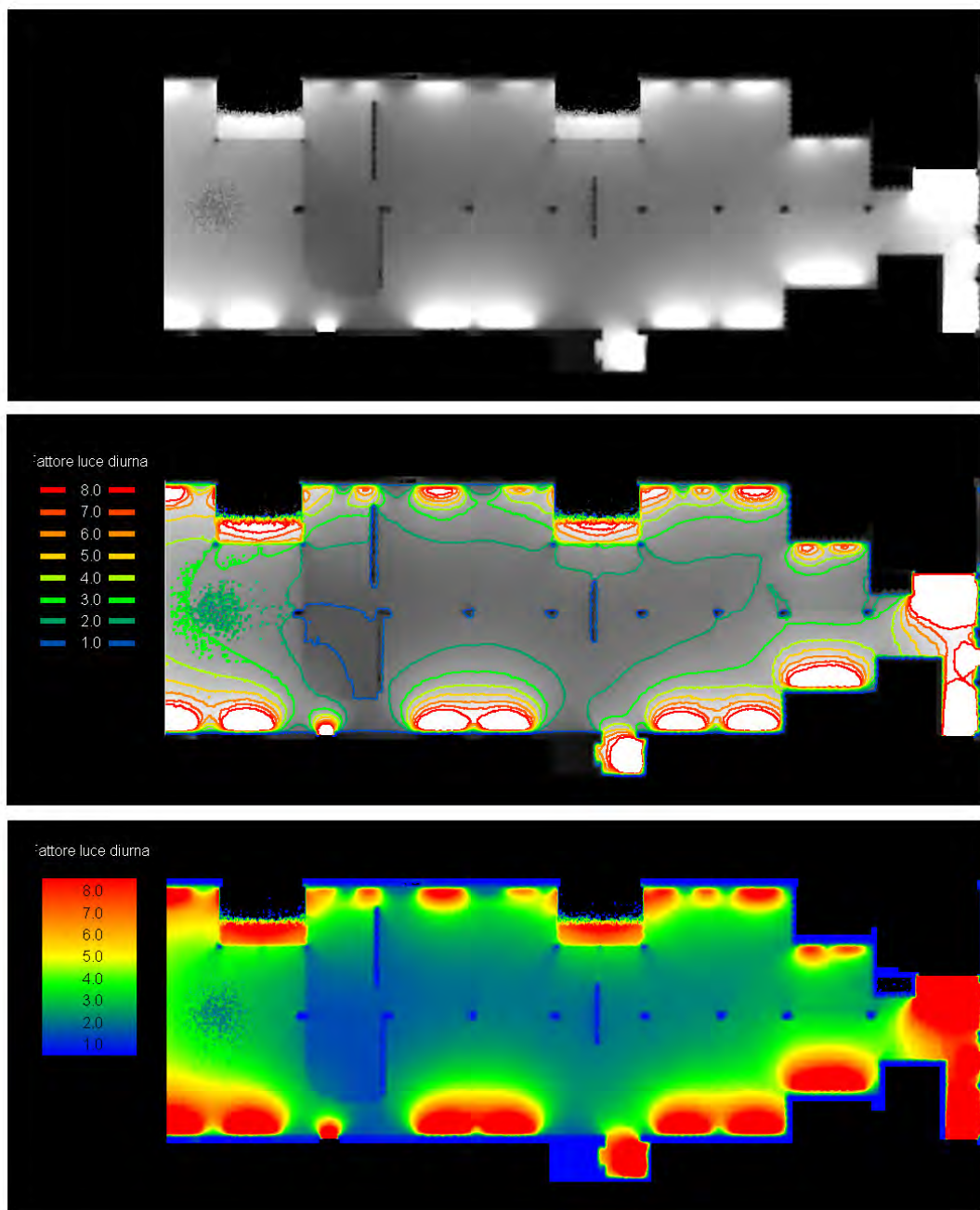
Vengono riportati di seguito i valori estrapolati dalla normativa, utilizzati per effettuare le opportune verifiche illuminotecniche.

Tipo di interno, compito o attività	E_m [lx]	UGR _L [-]	R _a [-]
Archiviazione, copiatura, ecc.	300	19	80
Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	80
Disegno tecnico	750	16	80
Postazioni CAD	500	19	80
Sale conferenze e riunioni	500	19	80
Ricezione (reception)	300	22	80
Archivi	200	25	80

Il limite minimo per il Fattore di Luce Diurna previsto per spazi ad uso ufficio è fissato a 1%; il limite massimo può essere considerato quello per il quale si verifica abbagliamento diretto o indiretto fenomeno che si verifica tra i valori di 1400 e 3000 cd/m².

Dato che i vari piani dell'edificio incubatore presentano caratteristiche di esposizione alla luce solare e di aperture di facciata molto simili tra loro, per l'indagine si è preso in esame lo spazio interno del secondo piano destinato all'attività di co-working poiché presenta una distribuzione dell'arredo interno particolare volta a schermare la radiazione diretta proveniente da sud e a commutarla in radiazione riflessa e diffusa in modo da evitare i fenomeni di abbagliamento.

Vengono riportate di seguito le restituzioni grafiche del calcolo del fattore di luce diurna (FLD) ottenute utilizzando il software Velux Daylight Visualizer 2.

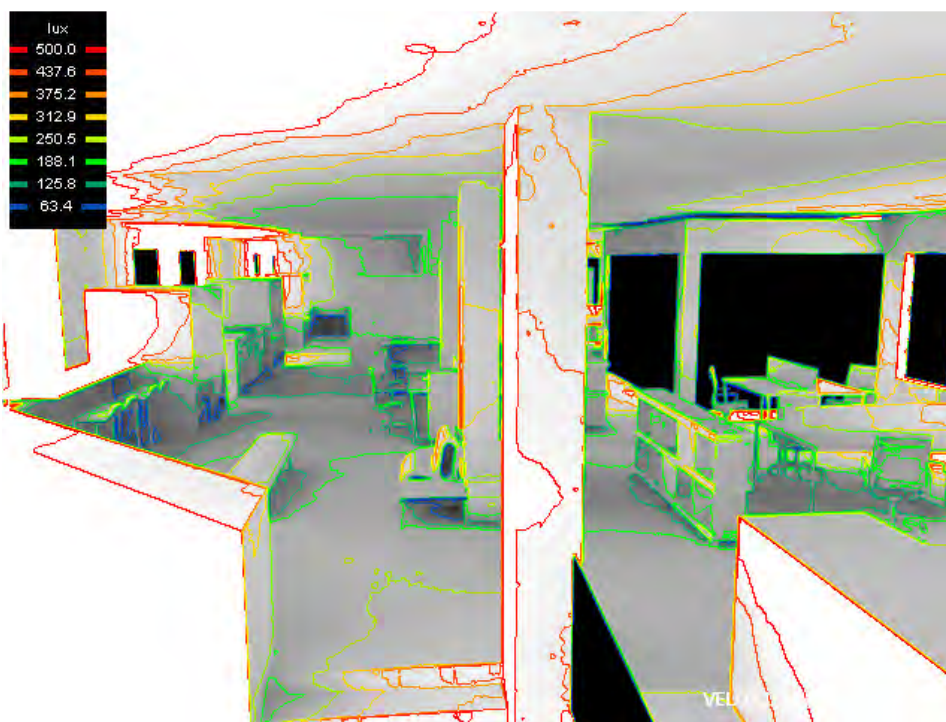


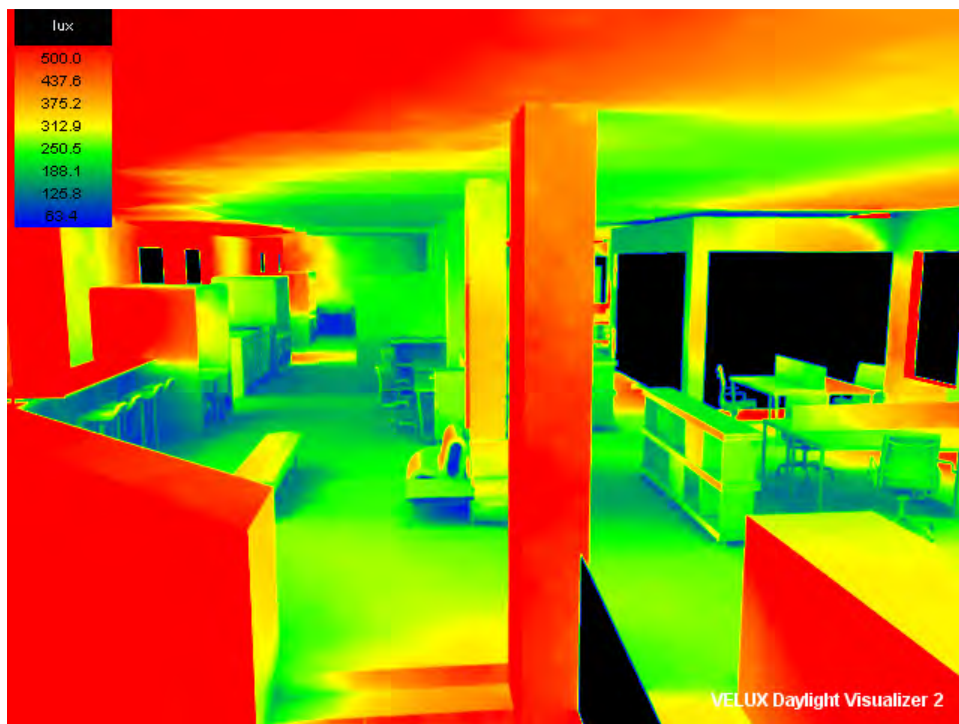
È possibile notare come il valore minimo previsto dalla normativa sia ampiamente superato assicurando una eccellente vivibilità dello spazio e un elevato comfort visivo.

Procedendo nell'indagine illuminotecnica, sono stati indagati, sempre grazie all'ausilio del programma di casa Velux, i valori dell'illuminamento naturale nei diversi mesi.

Vengono per primi riportati gli esiti d'indagine sui giorni del 21 giugno e 21 dicembre, solstizi rispettivamente d'estate e d'inverno, casi limite del comportamento della radiazione solare nell'arco dell'anno.

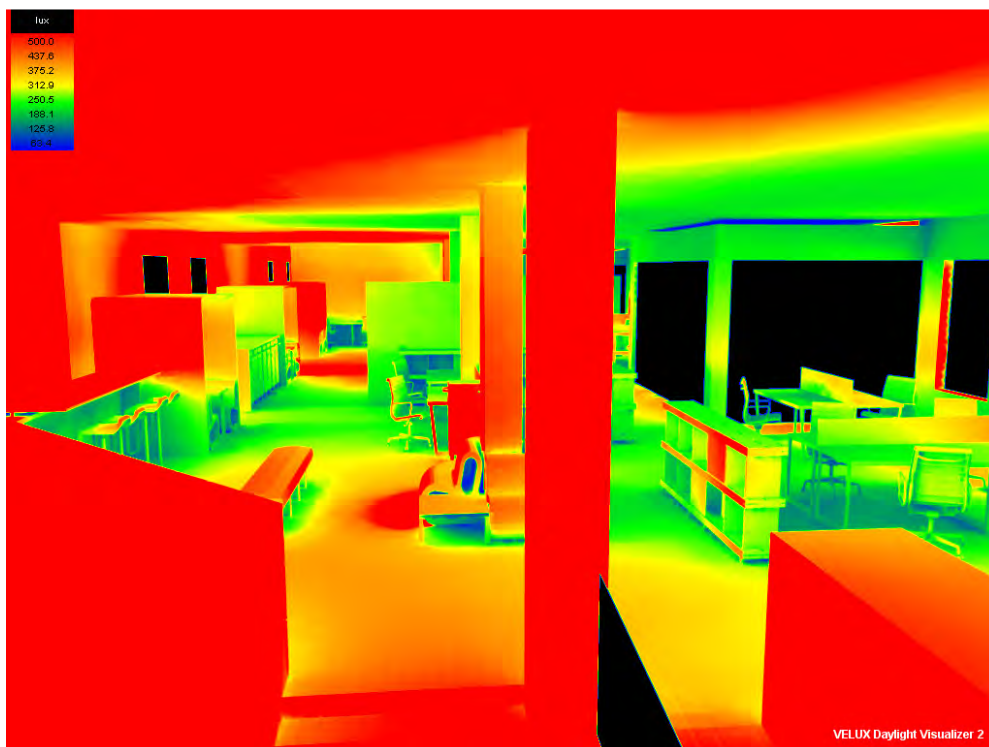
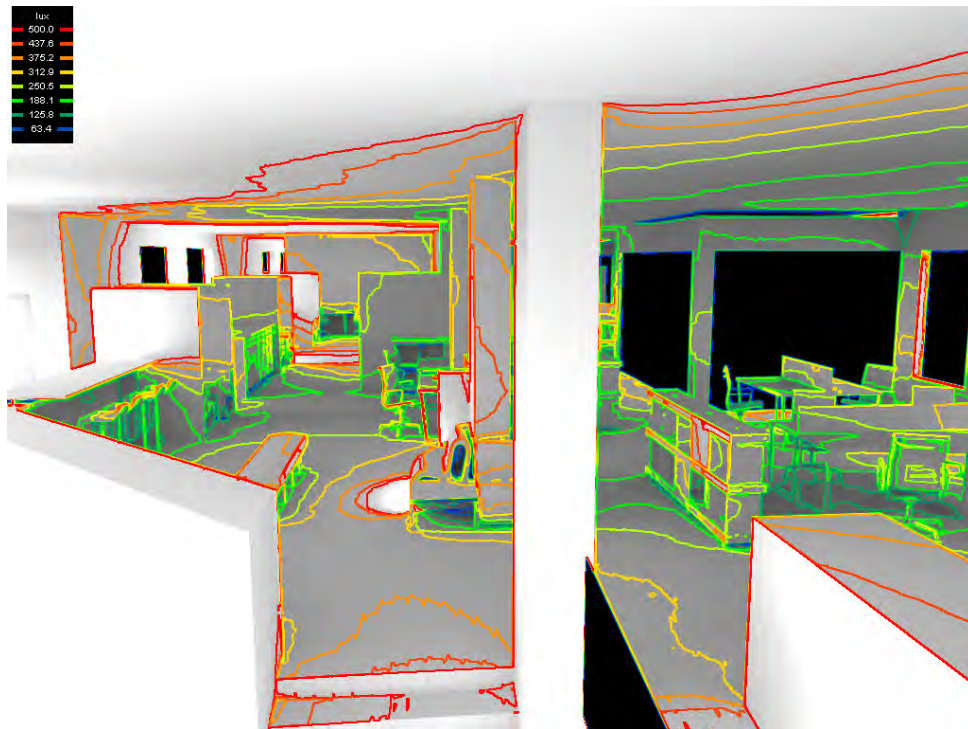
21 giugno, ore 12.00





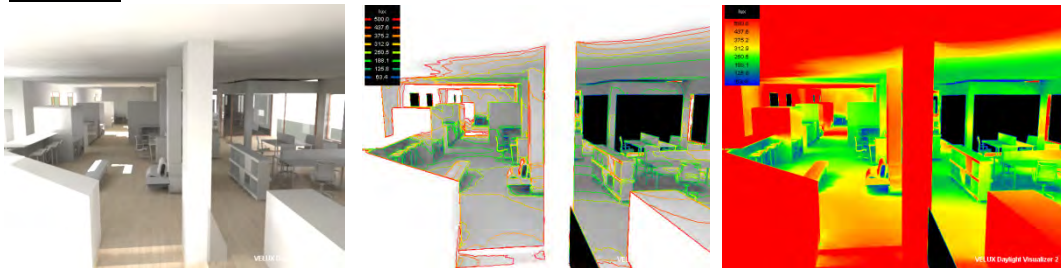
21 dicembre, ore 12.00



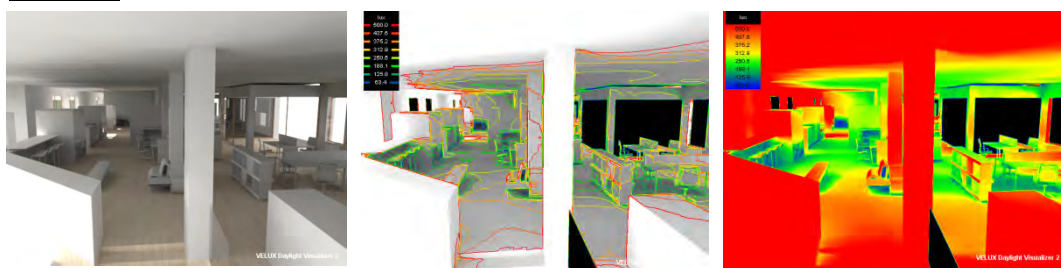


Per completezza, si riportano anche i risultati ottenuti per i restanti mesi dell'anno:

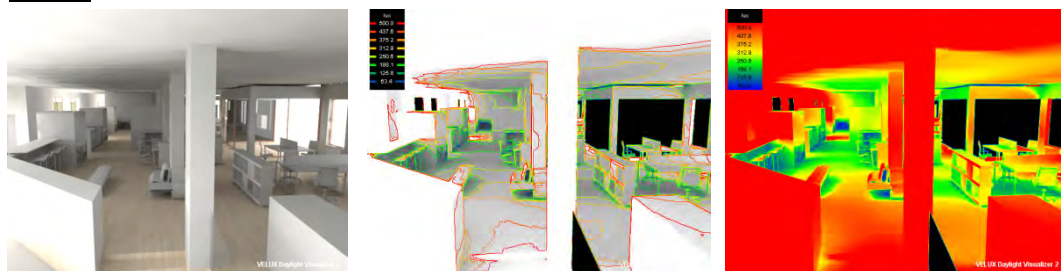
gennaio



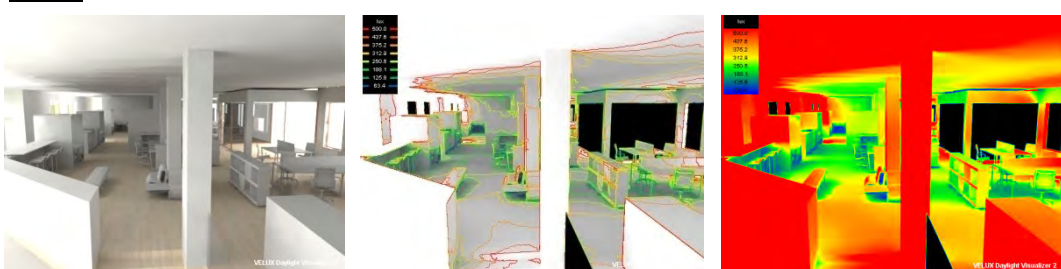
febbraio



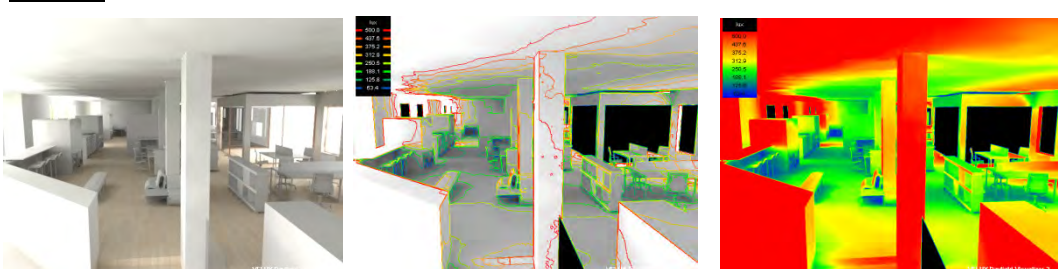
marzo



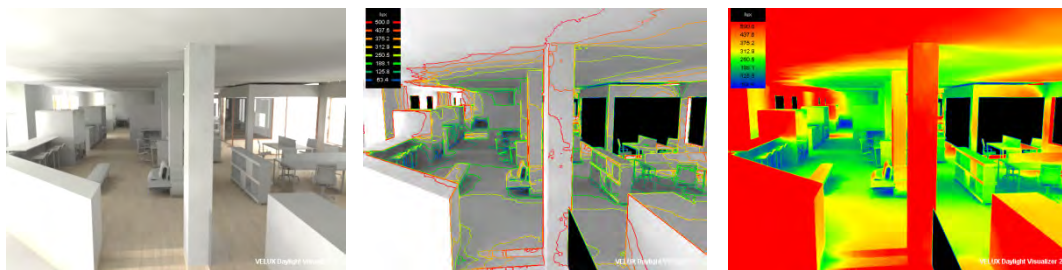
aprile



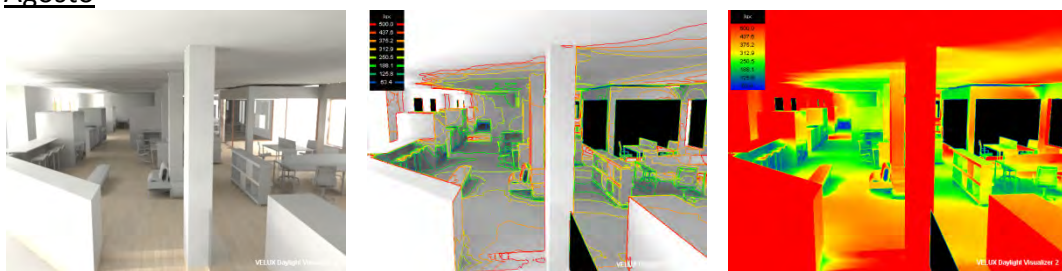
maggio



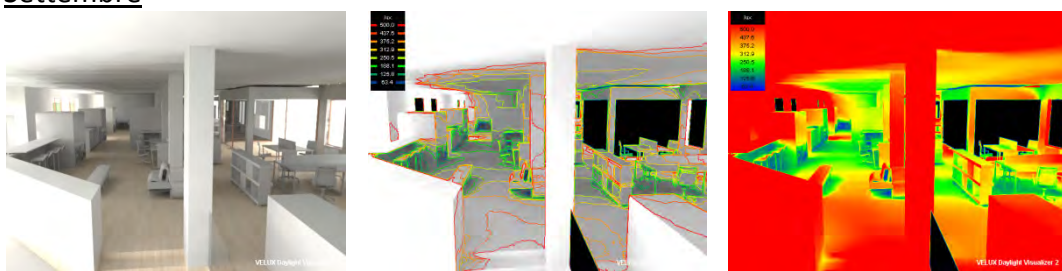
Luglio



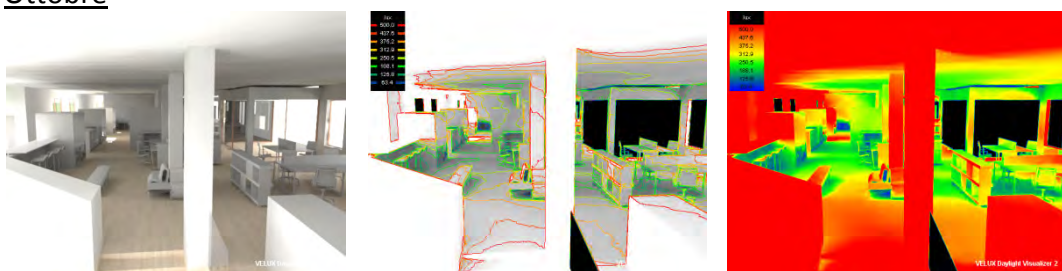
Agosto



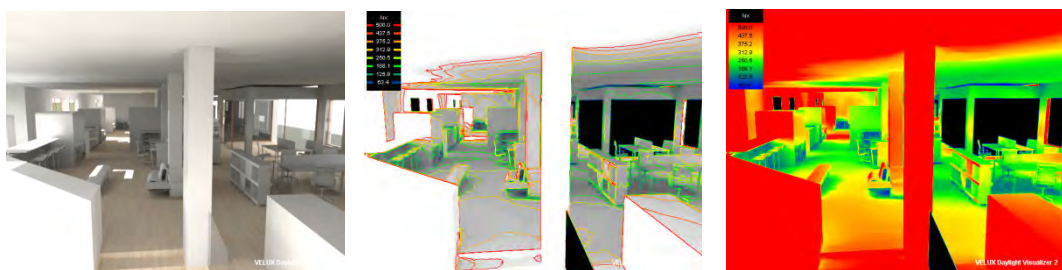
Settembre



Ottobre



Novembre



È possibile notare come lungo tutto l'arco dell'anno, si riesca a garantire un livello di illuminazione naturale rientrando nei limiti da normativa ma, soprattutto, come la disposizione dell'arredo crei una parziale barriera nei confronti della radiazione diretta proveniente da sud, garantendo un illuminamento per luce diffusa, meno fastidioso per i fruitori degli spazi e più idoneo a condurre l'attività lavorativa senza affaticamento della vista.

Particolare attenzione, com'è già anticipato, dovrà essere prestata in caso di utilizzo di videotermini. Questo tipo di attività prevede infatti un illuminamento di circa 500 lux. All'interno dello spazio analizzato non tutti i piani di lavoro garantiscono questo tipo di illuminazione poiché, trattandosi di un'area destinata ad attività di co-working senza postazioni fisse, garantire ovunque un'illuminazione naturale di tale livello avrebbe significato obbligare l'utilizzatore che non adoperava computer a condizioni di eccessivo illuminamento andando a minare le sue condizioni di comfort visivo. Si è dunque preferito intraprendere questo tipo di strategia progettuale al fine di garantire un numero adeguato di postazioni per ciascuna attività e, in caso di insufficiente numero di postazioni idonee per l'utilizzo di videotermini, adeguare quelle a illuminamento minore integrando l'illuminazione naturale con quella artificiale, come prescritto da normativa.

Capitolo 9

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI

Al fine di assicurare le corrette condizioni di comfort all'interno degli spazi è necessario che, parallelamente alla progettazione architettonica, vengano studiate soluzioni impiantistiche in grado di soddisfare le esigenze richieste.

L'integrazione impiantistica di un edificio che ospita uffici deve garantire il ricambio continuo d'aria, le corrette temperature nella stagione estiva e in quella invernale, l'acqua calda sanitaria e una corretta illuminazione degli spazi.

Le soluzioni impiantistiche inserite per andare a integrare/modificare il naturale comportamento dell'edificio sono:

- un sistema di ventilazione meccanica controllata VMC con recuperatore di calore, in grado di assicurare il corretto ricambio d'aria evitando eccessive dispersioni di calore
- un impianto di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento, alimentati da una pompa di calore aria/acqua che, unitamente a dei bollitori di accumulo, andrà a soddisfare anche le esigenze di acqua calda ad uso idrico- sanitaria.
- Un sistema di illuminazione basato sulla tecnologia led che unisce a condizioni di comfort visivo ottimale un ridotto consumo in termini energetici.

Le tipologie di impianti previste sono alimentate elettricamente; per questo motivo è stato progettato, in aggiunta, un impianto fotovoltaico posizionato in copertura sulla falda esposta a sud, che va a bilanciare i consumi degli altri impianti fornendo almeno il 50% dell'energia richiesta.

Seguono dunque i calcoli relativi al dimensionamento degli impianti e il calcolo del loro consumo energetico.

9.1 Pompa di calore

Per il dimensionamento della pompa di calore è stato necessario, come primo passo, calcolare il carico termico di picco invernale al fine di determinare la potenza richiesta alla macchina per il riscaldamento. Per fare questo si sono considerate le diverse soluzioni tecnologiche adottate come chiusure dell'involucro edilizio, moltiplicando la trasmittanza caratteristica di ognuna per la sua superficie e per il salto termico tra interno ed esterno.

	U [W/m ² K]	A (m ²) totale	t _i (°C)	t _e (°C)	Flusso (W)
C.V.semplice	0,21	3.036	20	-5	15.937
C.V.alucobond	0,14	274	20	-5	959
C.V.controtterra	0,20	1.518	20	-5	7.590
C.I.S.	0,17	568	20	-5	2.414
C.O.inf alucobond	0,17	120	20	-5	519
C.O.sup alucobond	0,23	120	20	-5	690
C.O. praticabile	0,24	486	20	-5	2.916
Finestre	1,40	1.427	20	-5	49.945
Doppia pelle	1,00	933	20	5	13.995
	L (m)	ψ _e	t _i (°C)	t _e (°C)	
PONTI TERMICI	4.477,00	0,20	20	-5	22.385
	H _v (W/K)		t _i (°C)	t _e (°C)	
VENTILAZIONE	10.150		20	-5	253.750
	TOTALE				371.100

Flusso (W)	S _{utile} (m ²)	Carico termico di picco (W/m ²)
371.100	7.447	49,83

Carico termico di picco (W/m ²)	S _{utile} (m ²)	Potenza richiesta (kW)
50	7447	371

Calcolato il valore della potenza richiesta, è stato possibile stimare la dotazione dell'edificio in 10 pompe di calore, ognuna da 34 kW. La scelta del macchinari da impiegare è ricaduta sul modello ATW H20T 34 di casa Templari.

È stato preferito l'utilizzo di più pompe di piccola dimensione rispetto a un numero inferiore di maggior potenza a seguito di un'analisi e ottimizzazione dei consumi. Questo accorgimento permette infatti un notevole risparmio energetico.

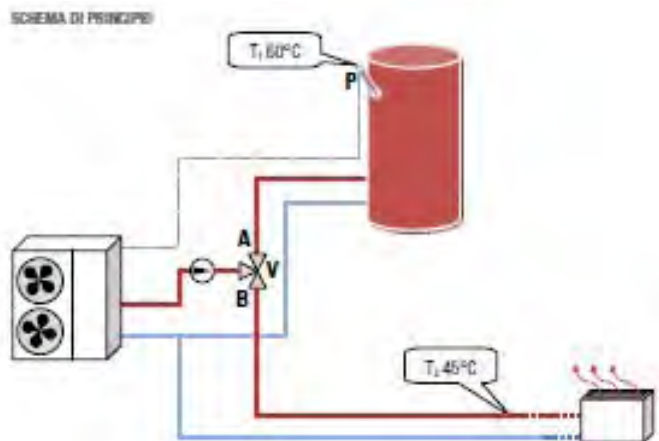


Figura 9.1: Schema di funzionamento dell'impianto pompa di calore per ACS e riscaldamento

Si è dunque proceduto con il calcolo dei consumi derivati dall'installazione di questi ultimi.

Per il calcolo della potenza assorbita, poiché la pompa di calore lavora con C.O.P. differente a seconda del salto termico a cui è sottoposta, si è scelto di scomporre il calcolo nei diversi periodi stagionali effettuando una stima dei giorni di durata delle temperature caratteristiche indicate per la zona geografica di Milano.

Questo accorgimento ha permesso di ottenere un calcolo del funzionamento che fosse il più vicino possibile a quello reale.

rese in riscaldamento versione base pannelli radianti

Modello	TEMPERATURA ACQUA INGRESSO/USCITA AL CONDENSATORE [°C]									
	Ta [°C]	RH %	30/35		40/45		50/55		60/65	
			Pt	Pe	Pt	Pe	Pt	Pe	Pt	Pe
34	-20	90	19,5	6,24	19,8	7,42	20,1	9,16	*	*
	-15	90	21,0	6,41	21,9	7,71	22,9	9,60	*	*
	-10	90	23,9	6,70	24,3	8,02	25,5	10,00	26,7	12,81
	-7	90	25,7	6,86	26,2	8,25	27,3	10,26	28,4	13,10
	-5	80	27,2	6,98	27,6	8,41	28,4	10,41	29,6	13,29
	-2	80	29,2	7,14	29,4	8,59	29,8	10,59	31,4	13,57
	0	80	31,6	7,32	31,6	8,81	31,9	10,86	33,4	13,86
	2	80	33,2	7,43	33,1	8,95	33,2	11,01	34,6	14,03
	5	70	35,5	7,59	35,3	9,15	35,3	11,25	35,7	14,18
	7	70	37,0	7,69	36,6	9,26	36,4	11,37	36,7	14,31
	10	70	39,7	7,86	39,1	9,47	38,8	11,62	*	*
15	70	45,0	8,17	44,0	9,84	43,2	12,04	*	*	

Pt: potenza termica [kW]
 Pe: potenza elettrica assorbita dai compressori [kW]
 Ta: temperatura aria ingresso all'evaporatore a bulbo secco [°C]
 RH: umidità relativa aria ingresso all'evaporatore [%]

Figura 9.2: Scheda tecnica della pompa di calore, tabella coefficiente di prestazione C.O.P.

	Templari ATW H ₂ O/T 34								
	A-5/W35	A-5/W55	A0/W35	A0/W55	A7/W35	A7/W55	A15/W35	A15/W55	
Pot. termica (kW)	27,20	28,40	31,60	31,90	37,00	36,40	45,00	43,20	
Pot. assorbita (kW)	6,98	10,41	7,32	10,86	7,69	11,37	8,17	12,04	
Consumo (kWh)	1.047	234,23	2.196	489	3.922	869,81	1.226	2.528	12.512

Consumo ATW H2OT 34 (kWh/a)	n°	Consumo totale (kWh/a)
12.512	10	125.115

Dopo aver determinato la potenza necessaria per il riscaldamento dell'acqua dell'impianto radiante a pavimento si è passati al calcolo del fabbisogno termico per la produzione di acqua calda ad uso sanitario, per tale calcolo è stato fatto riferimento alla norma UNI TS 11300.

FABBISOGNO TERMICO PER LA PRODUZIONE DI A.C.S								
N _{giorni lavorativi}	ρ (kg/l)	c (Wh/kgK)	a (l/gg)	Nu	V _w (l/gg)	t _{er} (°C)	t ₀ (°C)	Q _{DHW} (kWh/a)
236	1,00	1,16	20	650	13.000	40	10	106.950

9.2 Ricambio d'aria meccanizzato (VMC)

La Ventilazione Meccanica Controllata è un tipo di tecnologia che mira a garantire il corretto ricambio d'aria negli spazi di lavoro, intervenendo meccanicamente sui flussi in entrata e in uscita.

In termini energetici, l'installazione di questo tipo di impianti, oltre a garantire un'areazione ottimale costante dei vani, abbatte i valori delle dispersioni per ventilazione per classica apertura delle finestre, che rappresenta la modalità di ricambio d'aria più gravoso in ambito energetico.

L'installazione di recuperatori di calore che consentono lo scambio di calore tra aria in ingresso e in uscita, andando a diminuire il salto termico da coprire prima dell'immissione negli spazi, evita eccessivi consumi per portare l'aria alla corretta temperatura di immissione.

Per il dimensionamento dell'impianto è stato fatto riferimento a un valore del numero di ricambi ora calcolato considerando il prospetto XI della normativa di riferimento (UNI TS 11300) ottenendo un valore pari a $1,36 \text{ h}^{-1}$.

In particolare viene sfruttata la formula

$$n = (v_{\min} * i_s * A) / V$$

con

v_{\min} portata specifica d'aria esterna minima richiesta nel periodo di occupazione dei locali, valore che dal prospetto XI vale, per categoria di edificio E.2 "uso uffici e assimilabili", $39,6 \text{ m}^3/\text{h}$ per persona

i_s indice di affollamento, valore che dal prospetto XI vale, per categoria di edificio E.2 "uso uffici e assimilabili", $0,12 \text{ persone}/\text{m}^2$

A superficie utile di pavimento [m^2]

V volume netto della zona climatizzata presa in considerazione [m^3].



Figura 9.3: Schema di funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica controllata

È stato dunque possibile procedere al calcolo del volume d'aria dell'edificio

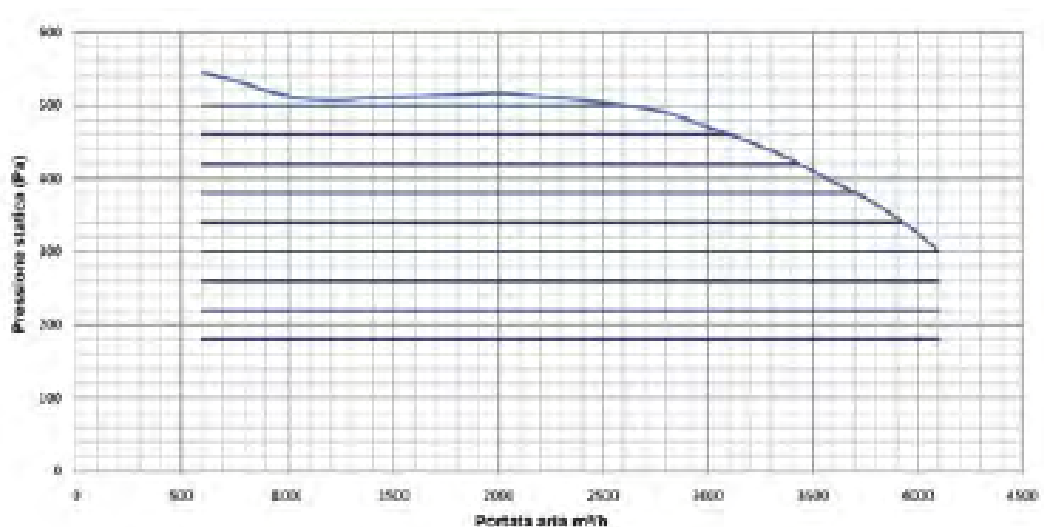
	A (m ²)	h (m)	V (m ³)
P _t	1.840	3,50	6.440
P ₁	1.400	3,00	4.200
P ₂	1.681	3,50	5.884
P ₃	1.610	3,00	4.830
P ₄	916	3,00	2.748
			24.102

Con i dati ottenuti si è poi proceduto al calcolo del valore della portata oraria globale d'aria da immettere:

V (m ³)	Ricambio (vol/h)	Portata (m ³ /h)
6.440	1,36	8.758
4.200	1,36	5.712
5.884	1,36	8.002
4.830	1,36	6.569
2.748	1,36	3.737
		32.778

A fronte della portata d'aria di ricambio stimata, si è deciso di suddividere il fabbisogno su otto macchinari in modo da rendere più agevole la fase di messa in opera e di ottimizzare la distribuzione dei canali di aerazione per evitare eccessive perdite.

Vengono ora riportate le schede tecniche degli impianti scelti per l'installazione:



Dati tecnici

DATI ELETTRICI		Helix 10	Helix 20	Helix 30
Potenza	kW	0,30	0,55	1,5
Corrente assorbita max	A	2,4	4,3	8,3
Rumorosità max	dB (A)	65	69	71

*Alimentazione 230V-1-60Hz

Una volta scelta la tipologia e i modelli dei macchinari da installare è stato possibile stimare anche il consumo derivante dal loro utilizzo.

ROSSATO GROUP Helix20				
Portata (m ³ /h)	n°	Portata totale (m ³ /h)	Potenza assorbita (kW)	Potenza totale assorbita (kW)
4.100	8	32.800	0,55	16.614

9.3 Sistema di illuminazione

Per stimare l'energia elettrica di fabbisogno per elettrodomestici all'interno dello stabile è stata ipotizzata la presenza delle classiche apparecchiature elettriche presenti in un edificio uffici e è stata stimata la durata media di utilizzo nella giornata.

Analogamente a quanto fatto per le apparecchiature elettriche, è stata stimata l'energia elettrica necessaria per l'illuminazione; per il raggiungimento di questo scopo è stato fatto riferimento ad un portfolio della azienda produttrice Philips, leader nel settore dell'illuminazione e all'avanguardia nel campo dell'innovazione e del design. È stato quindi possibile ottenere una stima veritiera dei consumi in base ai metri quadri degli spazi rapportati alle relative destinazioni d'uso.

Al fine di garantire la corretta illuminazione degli spazi interni, è stato previsto l'utilizzo di sistemi illuminanti basati sulla tecnologia LED, che incarna nuovi standard nel consumo di watt al metro quadro, abbattendo i consumi energetici. A seconda del tipo di utilizzazione degli spazi, i livelli di illuminamento richiesti hanno valori minimi molto differenti e, in quelle zone ove l'illuminazione non è sempre richiesta, grazie a centraline di controllo intelligenti è possibile regolare automaticamente, al rilevamento della presenza, l'accensione e lo spegnimento del sistema illuminante. Questo tipo di tecnologia è in grado di conciliare a bassi consumi energetici un alto livello di comfort negli spazi; le già menzionate centraline sono in grado infatti di controllare molto precisamente i terminali LED in grado di ricreare l'ambiente giusto per ogni esigenza, stato d'animo o attività.

Seguono i calcoli effettuati per il calcolo dei consumi orari previsti per le apparecchiature elettriche e per il sistema di illuminamento.

Elettrodomestici						
	n°	Potenza	Consumo	Ore di	Utilizzo	Utilizzo
Aspirapolvere	1	1000	236	236	1	236
Cella frigorifera	1	600	5.256	8760	24	365
Cappa aspirante	1	400	378	944	4	236
Cucina ad induzione	1	2000	1.888	944	4	236
Forno elettrico	1	2000	1.888	944	4	236
Lavastoviglie	1	2000	944	472	2	236
Macchina del caffè	2	1700	3.210	944	4	236
PC e server	350	70	34.692	1416	6	236
Multifunzione	20	180	1.699	472	2	236
Multifunzione standby	20	34	963	1416	6	236
			51.153			

Illuminazione					
	Soluzione	S (m ²)	Ore di funzionamento all'anno	Utilizzo (W/m ²)	Consumo (kWh/a)
Reception	Philips LuxSpace con OccuSwitch	74	944	3,00	210
Corridoi e zone di passaggio	Philips LuxSpace con OccuSwitch	734	944	3,00	2.079
Spazi espositivi	Philips LuxSpace con OccuSwitch	563	944	3,00	1.594
Sale riunione	Philips DayZone	442	472	8,70	1.815
Uffici open-space	Philips DayZone	1.791	1.180	8,70	18.386
Uffici a celle	Philips DayZone	1.450	1.180	8,70	14.886
					38.970

Ottenuti i valori di consumo orari è stato possibile stimare il valore del consumo globale di elettricità in base alle ore di funzionamento ipotizzate:

Consumo di elettricità	
	Consumo (kWh/a)
Elettrodomestici	51.153
Illuminazione	38.969,81
	90.123

9.4 Impianto fotovoltaico

Alla luce dei valori di consumo calcolati nei punti precedenti è maturata la decisione di integrare il sistema impiantistico con l'installazione di un impianto fotovoltaico per far fronte, almeno in parte, del fabbisogno energetico elettrico.

Il particolare orientamento della copertura dello stabile, che presenta una falda esposta in direzione sud con un'inclinazione di 30 gradi rispetto al piano orizzontale, ha subito permesso di identificare questo spazio come luogo ottimale per l'installazione dell'impianto.

Una seconda area, corrispondente alla copertura piana della parte est dell'edificio, verrà sfruttata per il posizionamento di pannelli.

L'impianto sarà allacciato alla rete, in modo tale da poter cedere eventuali surplus di energia e viceversa assorbire qualora le condizioni atmosferiche non garantiscano una produzione sufficiente per sopperire al fabbisogno del complesso.

L'impianto realizzabile è costituito da 297 pannelli posizionati sulla falda Sud della copertura del corpo di fabbrica principale e da 78 pannelli posizionati sulla copertura piana. Anche su quest'ultima i pannelli verranno posizionati con inclinazione di 30 gradi, avendo cura di disporre i pannelli ad una distanza l'uno dall'altro tale da evitare l'ombreggiamento reciproco.

Il calcolo dell'energia prodotta da un impianto fotovoltaico parte dalla valutazione della radiazione solare H_s incidente sul pannello. I valori della radiazione solare sono stati ottenuti tramite PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) dell'Istituto per l'Energia e i Trasporti (IET) della Commissione Europea.

L'energia prodotta dall'impianto viene definita tramite la relazione:

$$Q_{PV} = H_s \cdot P_{nom} \cdot \eta$$

in cui:

H_s radiazione solare incidente sul pannello, [W/K];

P_{nom} potenza nominale dell'impianto data dal prodotto tra la potenza di picco del singolo pannello [Wp] per il numero di pannelli che compongono l'impianto, [kW];

η coefficiente di riduzione che tiene conto dell'efficienza del singolo modulo e dell'efficienza componentistica.

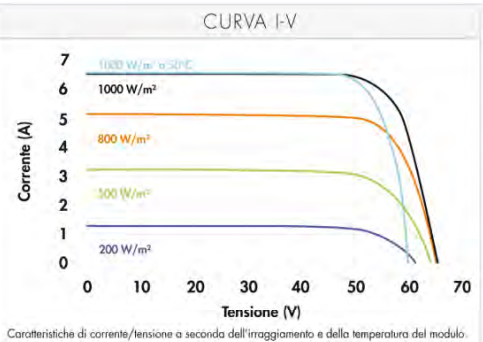
Viene allegata in seguito la scheda tecnica del pannello scelto:

SUNPOWER

MODULI FOTOVOLTAICI E20/333 E E20/327

MODELLI: SPR-333NE-WHT-D, SPR-327NE-WHT-D

DATI ELETTRICI			
Misurato in condizioni di prova standard (STC): Irraggiamento 1000 W/m ² , AM 1,5 e temperatura della cella 25°C			
Potenza nominale (+5/-0%)	P _{nom}	333 W	327 W
Efficienza della cella	η	22,9%	22,5%
Efficienza del modulo	η	20,4%	20,1%
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	54,7 V	54,7 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	6,09 A	5,98 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	65,3 V	64,9 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	6,46 A	6,46 A
Tensione massima del sistema	IEC	1000 V	
Coefficiente di temperatura	Potenza (P)	- 0,38%/K	
	Tensione [V _{oc}]	- 176,6 mV/K	
	Corrente [I _{sc}]	3,5 mA/K	
NOCT		+45°C +/- 2°C	
Corrente nominale del fusibile		20 A	
Limite di corrente inversa (3 stringhe)	I _k	16,2 A	
Messa a terra		Messa a terra positiva non necessaria	

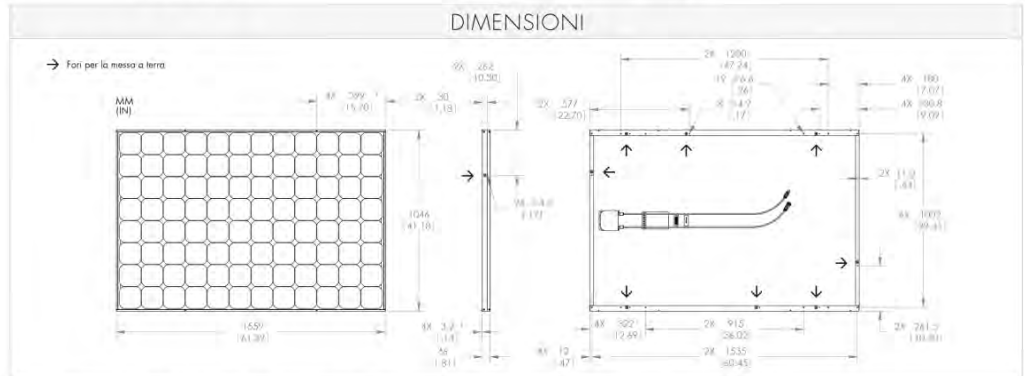


DATI ELETTRICI			
Misurato alla temperatura operativa nominale della cella (NOCT): Irraggiamento 800 W/m ² , 20°C, vento 1 m/s			
Potenza nominale	P _{nom}	247 W	243 W
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	50,4 V	50,4 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	4,91 A	4,82 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	61,2 V	60,8 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	5,22 A	5,22 A

CONDIZIONI OPERATIVE DI PROVA	
Temperatura	Da -40°C a +85°C
Carico max:	550 kg/m ² (5400 Pa), fronte (es. neve) nelle configurazioni di montaggio specificate
	245 kg/m ² (2400 Pa) fronte e retro (es. vento)
Resistenza all'impatto	Grandine: 25 mm a 23 m/s

GARANZIE E CERTIFICAZIONI	
Garanzie	25 anni di garanzia limitata sulla potenza
	10 anni di garanzia limitata sul prodotto
Certificazioni	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

DATI MECCANICI	
Celle solari	96 celle solari SunPower Maxeon™
Vetro anteriore	Vetro temperato anti-riflettente ad alta trasmittanza
Scatola di giunzione	IP-65 con 3 diodi bypass 32 x 155 x 128 mm
Cavi di uscita	Lunghezza dei cavi 1000 mm / connettori MultiContact (MC4)
Telaio	Legia di alluminio anodizzato tipo 6063 (nera)
Peso	18,6 kg



Prima di usare il prodotto leggere attentamente le istruzioni relative all'installazione e alla sicurezza. Per ulteriori informazioni visitare il sito www.sunpowercorp.it.

© 2011 SunPower Corporation. SUNPOWER, il logo SunPower, THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR e MAXEON sono marchi commerciali o marchi depositati di SunPower Corporation negli Stati Uniti e in altri Paesi. Tutti i diritti riservati. Ci riserviamo di modificare senza preavviso i dati contenuti nella presente scheda tecnica.

www.sunpowercorp.it
Documento #001-65483 Rev'B / A4_IT

Figura 9.4: scheda tecnica relativa al pannello fotovoltaico utilizzato per la realizzazione dell'impianto

ENERGIA PRODOTTA IMPIANTO FOTOVOLTAICO								
	n°	H _s (kWh/m ² /gg)	H _s (kWh/m ²)	Potenza nominale pannello (Wp)	n° pannelli	Potenza nominale impianto (kW)	η _{mod}	Q _{PV} (kWh)
Gen	31	1,64	50,84	333	357	119	0,8	4.835
Feb	28	2,60	72,80	333	357	119	0,8	6.924
Mar	31	4,00	124,00	333	357	119	0,8	11.793
Apr	30	4,95	148,50	333	357	119	0,8	14.123
Mag	31	5,45	168,95	333	357	119	0,8	16.068
Giu	30	5,80	174,00	333	357	119	0,8	16.548
Lug	31	6,39	198,09	333	357	119	0,8	18.839
Ago	31	5,61	173,91	333	357	119	0,8	16.540
Set	30	4,67	140,10	333	357	119	0,8	13.324
Ott	31	3,17	98,27	333	357	119	0,8	9.346
Nov	30	1,85	55,50	333	357	119	0,8	5.278
Dic	31	1,50	46,50	333	357	119	0,8	4.422
								138.041

A questo punto, posteriormente al dimensionamento degli impianti, è stato possibile effettuare un bilanciamento dei consumi.

Non avendo considerato perdite di impianto, è stato aumentato forfettariamente del 15% il valore consumi derivanti dalla pompa di calore e dall'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Confrontando i valori ottenuti con l'energia prodotta nell'arco dell'anno dall'impianto fotovoltaico è possibile notare come quest'ultimo sia in grado di fronteggiare all'incirca il 55% del fabbisogno energetico dell'edificio.

PDC	VMC	ENEL	FV	
125.115	16.614	90.123	138.041	
Consumi			Guadagni	
253.112			138.041	55 %

CONCLUSIONI

“Bisognerebbe progettare partendo da quello che non si deve fare, per poi trovare alla fine quello che si deve fare.”

-Achille Castiglioni-

L'intento di questo elaborato di tesi va oltre la stesura del banale progetto architettonico; lo scritto presentato rappresenta la testimonianza di un processo di crescita e sviluppo, non solo del progetto architettonico ma anche degli autori stessi.

Il carattere primario che sta alla base di questo percorso di crescita è la volontà di mettersi sempre in discussione, lasciando aperte tutte le porte del dubbio, al fine di potersi astrarre dal problema architettonico in cui il progettista si trova immerso e analizzare, da un nuovo punto di vista, ciò che è stato elaborato.

È chiaro che un processo di questo tipo è più impegnativo e gravoso per la tempistica ma ha consentito di potersi raffrontare al problema complesso con una metodologia operativa non canonica, capace di mettere alla prova le capacità maturate durante gli anni di studio e, solo in una seconda fase, di arrivare alla soluzione del problema architettonico e dunque alla stesura del progetto finale.

All'elaborazione di una prima versione del progetto è seguita infatti una fase di documentazione e studio atta a colmare le carenze emerse; questo ha portato ad una presa di coscienza che ha permesso un'autoanalisi critica sull'operato che è poi sfociata nella stesura del progetto finale.

Il punto sostanziale dell'intero percorso è dunque incentrato sulla fase di analisi che è seguita alla bozza del primo progetto. Aver definito, tra le varie funzioni, l'inserimento di un incubatore come elemento cardine su cui instaurare il flusso di attrazione verso l'interno del lotto, ha rappresentato una presa di coscienza sul fatto che non fosse sufficiente predisporre un banale edificio riordinato ad uso uffici, ma che fosse necessario ripensare al concetto stesso di incubatore, creando una struttura in grado di soddisfare le esigenze canoniche del lavoratore e parallelamente di immergere il neoimprenditore in un contesto che faciliti la tessitura di rapporti tra i lavoratori stessi e con la cittadinanza.

Per fare ciò è stata condotta una duplice indagine, bibliografica e sul campo, che ha permesso di venire a contatto diretto con le realtà presenti sul territorio e di studiare esempi esteri più lontani, analizzandone pregi e difetti, anche grazie all'ausilio prestato dalla direzione delle strutture.

Questo percorso è sfociato nella decisione di inserire nell'incubatore, oltre a tutti quei servizi standard per la vita dell'ufficio, anche un ristorante - lounge bar, accessibile facilmente sia dall'interno dell'incubatore, sia dagli spazi pubblici, in modo da far coincidere l'azione di svago con l'incontro e il raffronto con la popolazione. Un'opportuna dotazione in termini di arredo di questo spazio garantisce anche la libertà del lavoratore di rompere le barriere del concetto di ufficio e continuare, quando lo gradisca, l'attività lavorativa in un ambiente che possa risultare per lui più stimolante.

Di pari passo, anche la progettazione architettonica ha seguito un processo di crescita e maturazione che ha portato, dalla definizione, nella prima fase, di un masterplan concettuale e di una prima bozza di progetto, allo studio di soluzioni architettoniche atte a raggiungere gli obiettivi fissati dal percorso di analisi. Va da sé che queste ultime sono state condotte parallelamente alla scelta delle tecnologie da integrare al progetto, garantendo il massimo comfort e resa visiva.

Anche questa fase si è rivelata cruciale per la crescita e lo sviluppo: l'utilizzo di tecnologie costruttive che si aggiungono a quelle contemplate dal percorso di studi ha permesso, in primo luogo, di ottenere un risultato idoneo alle esigenze e, in seconda battuta, di raffrontarsi con un problema nuovo, andando ad arricchire l'esperienza degli autori.

La volontà, per esempio, di esaltare la permeabilità al piano terra dell'edificio "cerniera" ha portato all'esigenza di aumentare considerevolmente la luce dei pilastri, in modo da creare uno spazio che costituisse un nucleo di smistamento per le varie funzioni privo di ostacoli visivi, che permettesse a colpo d'occhio di scegliere la direzione in cui camminare per raggiungere la destinazione voluta.

L'adozione del sistema tecnologico delle travi Gerber e il suo dimensionamento ha individuato la soluzione di questo ostacolo di tipo strutturale, presentandosi come una preziosa occasione per approfondire un argomento pressoché sconosciuto.

Le indagini per il dimensionamento impiantistico, le verifiche illuminotecniche, di accessibilità disabili e di sicurezza al fuoco, garantiscono la completezza dell'elaborato, sempre attento alle prescrizioni normative.

Possiamo dunque concludere che un nuovo modo di fare impresa associato a un'attenta progettazione urbana e architettonica costituisce una soluzione efficace per rivalorizzare l'intera area, restituendo al quartiere un significativo pezzo della sua storia.

"L'architettura è un'arte di frontiera. Solo se si accetta la sfida di farsi contaminare, ha ragione di essere. Altrimenti è roba da salotto."

-Renzo Piano- *La responsabilità dell'architetto, 2000*

INDICE FIGURE

Figura 1.1 - Mappa illustrata del Ducato di Milano	7
Figura 1.2 - Raffigurazione di Milano.....	9
Figura 1.3 - Rappresentazione del Piano Beruto.....	11
Figura 1.4 – Edifici in piazza San Babila.....	13
Figura 1.5 – Immagine raffigurante l’interramento del Naviglio passante per Via Sforza	13
Figura 1.6 - Mappa classificazione dei climi Koppen.....	18
Figura 1.7 - Caratteristiche climatiche mensili Comune di Milano.....	20
Figura 1.8 - Istogramma valori di precipitazione medi mensili.....	20
Figura 1.9 - Umidità media relativa.....	21
Figura 1.10 - Indicazioni valori irradiazione diretta e diffusa mensile.....	21
Figura 1.11- indicazione valori di intensità e orientamento del vento stagionale.....	21
Figura 1.12- Popolazione stimata (base 2007).....	22
Figura 2.1 - Analisi viabilità.....	23
Figura 2.2 - Catalogazione fabbricati.....	24
Figura 2.3 – Immagine di Via Tertulliano a Milano.....	25
Figura 2.4 - Piano di ricostruzione del 1946.....	27
Figura 2.5 - PRG 1953.....	27
Figura 2.6 - Vecchia pubblicità promozionale della Plasmon.....	28
Figura 2.7 - Foto storica dell’ingresso di via Cadolini.....	29
Figura 2.8 – Analisi pieni e vuoti.....	31
Figura 2.9 – Analisi del verde.....	33
Figura 2.10 – Estratto PGT Milano, carta litologica.....	35
Figura 2.11 – Estratto PGT Milano, carta idrogeologica.....	35
Figura 2.12 – Tavola sismica.....	36
Figura 2.13 – Stralcio di mappa del SITAP.....	37
Figura 2.14 – Analisi dei poli attrattivi.....	39
Figura 2.15 – Albero degli errori, mancanza zoccolatura lapidea.....	75
Figura 2.16 – Albero degli errori, macchia.....	76
Figura 2.17 – Albero degli errori, colonizzazione biologica.....	77
Figura 3.1 – Schema della distribuzione preliminare della funzioni.....	86
Figura 3.2 – Vista 3D dell’auditorium.....	88
Figura 3.3 – Vista 3D del polo sportivo.....	88
Figura 3.4 – Vista 3D residenze.....	89
Figura 3.5 – Vista 3D edificio cerniera.....	90
Figura 3.6 – Vista 3D incubatore.....	91
Figura 3.7 – Vista 3D incubatore.....	91
Figura 3.8 – Indicazione percorsi piano terra e rialzato.....	92
Figura 3.9 – Indicazione percorsi piano seminterrato.....	92

Figura 4.1 – Vista esterna struttura del LIB Milano.....	97
Figura 4.2 – Vista ingresso del LIB Milano.....	97
Figura 4.3 – Vista esterna struttura ComoNext.....	99
Figura 4.4 – Vista interna struttura ComoNext.....	99
Figura 4.5 – Vista esterna della struttura di Bergamo formazione.....	100
Figura 4.6 – Vista interna della struttura di Bergamo formazione.....	100
Figura 4.7 – Rappresentazione grafica della mission di Euroimpresa.....	101
Figura 4.8 – Locanda di comunicazione Vegapark Venezia.....	102
Figura 4.9 – Vista dell'interno di Hat Factory a San Francisco.....	103
Figura 4.10 – Vista interna di Hub Milano, una delle 30 sedi di The Hub.....	104
Figura 4.11 – Vista interna dell'Indy Hall di Philadelphia.....	105
Figura 4.12 – Vista interna dell'Indy Hall di Philadelphia.....	105
Figura 4.13 – Render di progetto Aerospace Valley di Toulouse.....	107
Figura 4.14 - Riferimenti del nodo 1-A in pianta e sezione.....	117
Figura 4.15 - Riferimenti del nodo 1-B in pianta e sezione.....	118
Figura 4.16 - Riferimenti del nodo 1-C in pianta e sezione.....	119
Figura 4.17 - Riferimenti del nodo 1-D in pianta e sezione.....	120
Figura 4.18 - Riferimenti del nodo 1-E in pianta e sezione.....	121
Figura 4.19 - Riferimenti del nodo 1-F in pianta e sezione.....	122
Figura 5.1 - Sezione rappresentativa della struttura dell'edificio cerniera.....	162
Figura 5.2 - Sistema di equilibrio dei carichi.....	163
Figura 5.3 - Pianta strutturale edificio cerniera.....	163
Figura 5.4 – Rappresentazione schematica accumulo neve.....	164
Figura 5.5 – Scheda tecnica lamiera grecata.....	170
Figura 5.6 – Rappresentazione schema strutturale per calcolo zona di influenza.....	175
Figura 5.7 – Rappresentazione schema trave principale.....	179
Figura 5.8 – Rappresentazione forze interne.....	179
Figura 5.9 – Rappresentazione schema strutturale per individuazione pilastro tipo..... e zona d'influenza	185
Figura 6.1 – Localizzazione in pianta degli uffici utilizzati per lo studio.....	192
Figura 6.2 – Esempio di realizzazione partizioni interne in vetro.....	193
Figura 6.3 – Esempio di serramento che verrà utilizzato in progetto.....	193
Figura 6.4 – Pianta piano secondo con arredo, oggetto di studio della sicurezza..... al fuoco	196
Figura 6.5 – Grafico per la determinazione del coefficiente di riduzione.....	200
Figura 7.1 – Proiezioni ortogonali elemento trave Gerber.....	215
Figura 7.2 – Rappresentazione reazioni agenti sulla trave Gerber.....	216
Figura 7.3 – Rappresentazione carichi sulla trave Gerber.....	219
Figura 7.4 – Schema statico trave Gerber.....	220

Figura 9.1 – Schema di funzionamento dell’impianto.....	228
Figura 9.2 – Scheda tecnica pompa di calore.....	228
Figura 9.3 – Schema di funzionamento dell’impianto di VMC.....	230
Figura 9.4 – Scheda tecnica pannello fotovoltaico.....	236

INDICE DELLE NOTE

¹ Paolo Diacono (Cividale del Friuli, 720 – Montecassino,799) è stato un monaco, storico e poeta longobardo. Scrisse racconti sulla storia romana e sui longobardi.....	8
² P. Diacono, <i>Storia dei Longobardi</i> , ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, p.6.....	8
³ P. Diacono, <i>Storia dei Longobardi</i> , ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Galli Insubri: tribù proveniente dalla Gallia ma originari della zona del Reno che giungono in Italia attorno al 400 a.C. e si insediano al centro della Pianura Padana.....	8
⁴ G. Clemente, <i>Guida alla storia romana</i> , ed. Mondadori, Milano 1977, Massimiano: abile stratega militare e politico. Viene nominato nel 285 d.C. co-imperatore dall'imperatore Diocleziano ed elevato al prestigioso rango di Cesare.	8
⁵ P. Diacono, <i>Storia dei Longobardi</i> , ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Liutprando: sovrano longobardo.....	8
⁶ P. Diacono, <i>Storia dei Longobardi</i> , ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, Ansperto: arcivescovo di Milano dall'868 all'881.....	8
⁷ P. Diacono, <i>Storia dei Longobardi</i> , ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008, mastro Guintellino: Architetto medievale di strutture difensive cittadine. In via S. Damiano a Milano è possibile leggere un testo in suo onore scolpito in una lastra di pietra: "VESTIGIA DELLA DIFESA DI MASTRO GUINTELLINO CONTRO GLI ASSALTI DEL BARBAROSSA A RICORDO DELLA LEGA LOMBARDA NEL CENTENARIO DEL GIURAMENTO DI PONTIDA 1167-1967"	8
⁸ M. Colombo, <i>Il castello sforzesco attraverso i secoli</i> , 2002-2008, in www.storiadimilano.it	8
⁹ Vettabbia: canale emissario del fiume Seveso e in parte anche dei Navigli. Per approfondimenti: G. Lupini, <i>La rete fognaria di Milano</i> in http://www.storiadimilano.it/citta/milanotecnica/fognature/fognature.htm . A. Calderini, <i>Milano archeologica</i> , in <i>Storia di Milano</i> , vol.I, pag.522, cit. La Vettabbia poi "rappresentava forse una via d'acqua navigabile tra Milano e il Po, almeno a cominciare dalla fine della repubblica a tutto l'impero"	8
¹⁰ <i>Storia di milano</i> , Milano Treccani, 1995-1996 Federico III Hohenstaufen anche Federico I del Sacro Romano Impero, detto Barbarossa (Waiblingen, 1122 – Saleph, 10 giugno 1190) fu imperatore del Sacro Romano Impero. Salì al trono di Germania il 4 marzo 1152. Dal 1158 assediò più volte Milano poiché si ribellava alle direttive imperiali da lui impartite.....	9
¹¹ L. Beltrami, <i>Guida storica al castello di Milano, Milano 1894, Ferrante Gonzaga: governatore di Milano dal 1546 al 1554</i>	9
¹² <i>Storia di milano</i> , Milano Treccani, 1995-1996, Filippo II di Spagna: ereditò il trono del ducato di Milano e molti altri regni da suo padre Carlo V.....	9
¹³ Redefossi: canale artificiale creato per sopperire alle piene del fiume Seveso.....	9
¹⁴ <i>Storia di milano</i> , Milano Treccani, 1995-1996, Savoia: dinastia reale europea che nel XIX secolo si pose a capo del movimento di unificazione nazionale italiano che condusse alla proclamazione del Regno d'Italia il 17 marzo1861.....	10
¹⁵ <i>Storia di milano</i> , Milano Treccani, 1995-1996, Cesare Beruto: ingegnere municipale nel 1884.....	10

¹⁶ A. Boatti, <i>Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro</i> , ed CittàStudi, Novara, 2007.....	10
¹⁷ A. Boatti, <i>Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro</i> , ed CittàStudi, Novara, 2007.....	12
¹⁸ Lit. G. Masera e A. Pavia, <i>Pianta di Milano con l'indicazione del Piano Generale Regolatore Edilizio e di Ampliamento</i> , 1911; Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli.....	12
¹⁹ C. Albertini, <i>Città di Milano, Piano Regolatore</i> , 1933; Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni, Civica Raccolta delle Stampe Achille Bertarelli.....	12
²⁰ A. Boatti, <i>Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro</i> , ed CittàStudi, Novara, 2007.....	12
²¹ F. Oliva, <i>L'urbanistica di Milano: quel che resta dei piani urbanistici nella crescita e nella trasformazione della città</i> , ed. Hoepli, Milano, 2002.....	14
²² Fonte: Comune di Milano, Settore Statistica e S.I.T., Servizio Statistica.....	15
²³ Fonte: ISTAT 2010.....	15
²⁴ Koppen climate classification: classificazione mondiale climatica basata sulla vegetazione nativa presente nei diversi territori del pianeta combinata con rilievi mensili della temperatura e delle precipitazioni.....	18
²⁵ F. Butera, "Architettura e ambiente: Manuale per la qualità temica, luminosa e acustica degli edifici" ETAS libri, Milano, 1995.....	19
²⁶ http://www.comune.milano.it/sit2006	27
²⁷ G. Bastetti, Associazione culturale QUATTRO, giornale di informazione e cultura della Zona Vittoria Forlanini, articolo del mese di Marzo 2009, fonte : http://www.quattronet.it/104_marzo_09/104_plasmon.htm	28
²⁸ www.competitivite.gouv.fr	106
²⁹ Roberto di Cosmo, professore all'università di Parigi e rappresentante di alcune imprese inserite nel progetto. Intervista di Roberto Galoppini in <i>Mi piace la Francia</i> , piccolo reportage della capitale europea, Logiciel Libre.....	107
³⁰ Incubatori privati: realtà internazionale e modello italiano: collana Capitale di Rischio e impresa, Quaderno 10, studio compiuto dall'Associazione Italiana Investitori Istituzionali nel Capitale di Rischio.....	108
³¹ Report incubatori d'impresa, polo scientifico tecnologico avanzato all'interno dell'area ex Sgl Carbon, a cura del Parco Scientifico e Tecnologico delle Marche.....	110
³² Nello sviluppo del progetto sono state in particolare considerate le seguenti norme: UNI 10349:1994 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici". UNI EN ISO 13788:2003 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo". UNI 10351:1994 "Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore". UNI 10355:1994 "Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo." UNI EN ISO 6946:2008 "Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo".....	123

³³ F.M. Butera, <i>Architettura e ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici</i> , ed. Etaslibri, 1995, Verifica di Glaser: procedimento di calcolo e verifica della formazione di condensa all'interno del pacchetto tecnologico studiato. Il problema della condensazione del vapor d'acqua, sia che avvenga sulle superfici delle strutture, sia che avvenga all'interno delle stesse, rappresenta un rischio sotto un duplice aspetto: quello legato alla conservazione delle strutture e quello legato alla salubrità degli ambienti.....	123
³⁴ F.M. Butera, <i>Architettura e ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici</i> , ed. Etaslibri, 1995, Trasmittanza termica: capacità isolante di uno o più elementi. La trasmittanza misura la quantità di calore che nell'unità di tempo attraversa un elemento della superficie di 1 m ² in presenza di una differenza di temperatura di 1 K tra l'interno e l'esterno.....	123
³⁵ Sfasamento dell'onda termica: Definisce la differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa Il valore ottimale dello sfasamento è di 12-13 ore. È importante avere uno sfasamento di almeno 8 ore e non minore di 10 ore nelle zone geografiche con climi estivi più impegnativi. Con tali valori di sfasamento infatti, il calore entrerà nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi di aria. Il suo valore, comunemente sconosciuto e trascurato nella progettazione convenzionale, è di grande influenza soprattutto nel determinare il comfort termico estivo e quindi ha notevoli ripercussioni anche sul risparmio energetico.....	123
³⁶ Alucobond, Alucore, 3A Composites GmbH - Filiale Italia, Piazzale Biancamano, 8 – Milano.....	132
³⁷ Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.4.....	164
³⁸ Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.3.....	166
³⁹ Ved. D.M. 14.01.08, cap. 3.3, tab. 3.3.I.....	166
⁴⁰ Ved. D.M.14.01.08, cap. 3.3.7, tab. 3.3.II, 3.3.III, fig. 3.3.2.....	166
⁴¹ Ved. Circolare 2.02.09 n.617, <i>Coefficiente di attrito</i> , cap.C3.3.11.....	167
⁴² Ved. Cap.5.3, <i>dimensionamento lamiera gracata</i> , Scheda tecnica lamiera gracata Marcegaglia EGB 210 H=10cm.....	175
⁴³ Ved. Cap.5.3, <i>dimensionamento lamiera gracata</i> , calcolo di q = carichi incidenti sulla lamiera grecata.....	175
⁴⁴ Ved. Tab.2.6.I, <i>Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU</i>	177
⁴⁵ γ_{G1} , coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqu, quando pertinenti. γ_{G2} , coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali. γ_{Qi} , coefficiente parziale della azioni variabili.....	177
⁴⁶ Per il calcolo del peso delle travi secondarie si è moltiplicato il peso al metro della singola trave fornito dal profilario della Arcelor per la lunghezza di 4m della stessa. Il valore trovato è stato moltiplicato per 50, numero di travi che verranno posizionate sul solaio. Infine si è diviso il tutto per i metri quadri della soletta (480 m ²). Quindi: $(24,7 \text{ [kg/m]} * 4 \text{ [m]} * 50) / 480 \text{ [m}^2] = 10,29 \text{ kg/ m}^2 = 0,1 \text{ kN/ m}^2$	179

⁴⁷ Ved. D.M.14.01.08, Tabella 4.2.V.....	182
⁴⁸ Il calcolo del carico proveniente dalla struttura “doppia pelle” è stato riportato nel capitolo 7.1 “Dimensionamento della trave Gerber”	185
⁴⁹ Si è scelto di considerare il piano come appartenente alla categoria B2 “uffici aperti al pubblico” a causa della presenza di una sala conferenze suscettibile ad affollamento. (ved. D.M.14.01.2008 tab.3.1.II).....	186
⁵⁰ Eurocodice 2 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”. Limite geometrico: $A_{s,min} [mm^2] = 0,003 A_c$ dove A_c è l’area della sezione di calcestruzzo. Limite meccanico : : $A_{s,min} [mm^2] = 0,15 N_{ad} / f_{sd}$.dove f_{sd} .è la tensione di snervamento dell’acciaio che vale 374 N/mm ² . Limite tecnologico: 4 Φ 12.....	187
⁵¹ La lunghezza delle diagonali è stata ricavata moltiplicando la lunghezza del singolo profilo ($\sqrt{2} * 1m$) per il numero totale di profili (10).....	216
⁵² Essendo un carico strutturale, poiché è parte integrante del bilanciamento dei carichi sulla trave Gerber, si utilizzerà un valore pari a 1,3.....	217
⁵³ Si è scelto di utilizzare un pannello grigliato elettroforgiato del peso di 0,29 kN/m ² . Il valore trovato, moltiplicati per il coefficiente di amplificazione dei carichi diventa 0,44 kN/m ²	217
⁵⁴ Si considera anche il peso della trave IPE100 che, moltiplicato per il coefficiente di amplificazione dei carichi strutturali, ha valore 0,08 [kN/m] * 1,3 = 0,10 kN/m.....	217
⁵⁵ Il carico accidentale è stato valutato per la sola manutenzione pari a 0,5 kN/m ² . Tale valore, moltiplicato per il coefficiente di amplificazione dei carichi variabili (1,5)risulta essere 0,75 kN/m ²	217

INDICE DELLE TAVOLE

- Tavola 2.1 - Analisi fotografica del contesto
Tavola 2.2 - Analisi fotografica del contesto
Tavola 2.3 - Analisi fotografica del contesto
Tavola 2.4 - Analisi fotografica del contesto
Tavola 2.5 - Analisi fotografica, visione del lotto dall'esterno
Tavola 2.6 - Analisi fotografica, visione del lotto dall'esterno
Tavola 2.7 - Analisi fotografica, visione del lotto dall'esterno
Tavola 2.8 - Analisi fotografica, visione dal lotto verso l'esterno
Tavola 2.9 - Analisi fotografica, visione dal lotto verso l'esterno
Tavola 2.10 - Analisi forze, debolezze, opportunità, e minacce
Tavola 2.11 - Rilievo geometrico dimensionale e materico dello stato di fatto
Tavola 2.12 - Rilievo geometrico dimensionale e materico dello stato di fatto
Tavola 2.13 - Rilievo geometrico dimensionale e materico dello stato di fatto
Tavola 2.14 - Rilievo geometrico dimensionale e materico dello stato di fatto
Tavola 2.15 - Rilievo geometrico dimensionale e materico dello stato di fatto
Tavola 2.16 - Rilievo tecnologico dello stato di fatto
Tavola 2.17 - Rilievo tecnologico dello stato di fatto
Tavola 2.18 - Rilievo particolari tecnologici dello stato di fatto
Tavola 2.19 - Rilievo particolari tecnologici dello stato di fatto
Tavola 2.20 - Rilievo particolari tecnologici dello stato di fatto
Tavola 2.21 - Rilievo particolari tecnologici dello stato di fatto
Tavola 2.22 - Rilievo particolari tecnologici dello stato di fatto
Tavola 2.23 - Rilievo del degrado dello stato di fatto
- Tavola 3.1 - Planivolumetrico dello stato di progetto
Tavola 3.2 - Prospetto nord incubatore, stato di progetto
Tavola 3.3 - Prospetto nord-ovest "cerniera", stato di progetto
Tavola 3.4 - Prospetto sud incubatore, stato di progetto
Tavola 3.5 - Prospetto sud-est "cerniera", stato di progetto
Tavola 3.6 - Prospetto est incubatore stato di progetto
Tavola 3.7 - Prospetto est residenze, stato di progetto
Tavola 3.8 - Prospetto ovest residenze, stato di progetto
Tavola 3.9 - Prospetto ovest auditorium, stato di progetto
Tavola 3.10 - Prospetto nord centro sportivo, stato di progetto
Tavola 3.11 - Prospetto ovest centro sportivo, stato di progetto
- Tavola 4.1 - Schema servizi offerti dagli incubatori
Tavola 4.2 - Distribuzione funzionale degli spazi
Tavola 4.3 - Pianta piano interrato, stato di progetto
Tavola 4.4 - Pianta piano rialzato, stato di progetto
Tavola 4.5 - Pianta piano primo, stato di progetto
Tavola 4.6 - Pianta piano ristorante, stato di progetto

Tavola 4.6 bis - Pianta arredo piano ristorante, stato di progetto

Tavola 4.7 - Pianta piano terzo, stato di progetto

Tavola 4.8 - Pianta piano quarto, stato di progetto

Tavola 4.9 - Pianta parcheggi, piano interrato

Tavola 4.10 - Sezione parcheggi, piano interrato

Tavola 4.11 - Sezione 2-2 edificio incubatore e "cerniera"

Tavola 4.12 - Sezione 3-3 edificio "cerniera" incubatore

Tavola 4.13 - Scheme design - funzionamento invernale

Tavola 4.14 - Scheme design - funzionamento estivo

Tavola 4.15 - Pianta tipo studio demolito-costruito

Tavola 4.16 - Prospetto nord studio demolito-costruito

Tavola 4.17 - Sezione globale di inquadramento nodi

Tavola 4.18 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.19 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.20 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.21 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.22 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.23 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.24 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.25 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 4.26 - Nodi tecnologici stato di progetto

Tavola 6.1 - Accessibilità disabili pianta piano interrato

Tavola 6.2 - Accessibilità disabili pianta piano rialzato

Tavola 6.3 - Accessibilità disabili pianta piano ristorante

Tavola 6.4 - Tavola antincendio pianta piano interrato

Tavola 6.5 - Tavola antincendio pianta piano rialzato

Tavola 6.6 - Tavola antincendio pianta piano ristorante

Tavola 6.7 - Tavola antincendio pianta piano terzo

Tavola 7.1 - Calcolo deformabilità della sezione interna della trave Gerber in acciaio

Tavola 7.2 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in acciaio

Tavola 7.3 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in acciaio

Tavola 7.4 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in acciaio

Tavola 7.5 - Calcolo deformabilità della sezione interna della trave Gerber in alluminio

Tavola 7.6 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in alluminio

Tavola 7.7 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in alluminio

Tavola 7.8 - Calcolo deformabilità della sezione esterna della trave Gerber in alluminio

BIBLIOGRAFIA

- E. Malara, *Il Naviglio di Milano*, Hoepli, Milano, 2008
- P. Diacono, *Storia dei Longobardi*, ed. San Paolo, Cinisello Balsamo, 2008
- G. Clemente, *Guida alla storia romana*, ed. Mondadori, Milano, 1977
- A. Calderini, *Milano archeologica*, in *Storia di Milano*
- *Storia di Milano*, Milano Treccani, 1995-1996
- L. Beltrami, *Guida storica al castello di Milano*, Milano 1894
- A. Boatti, *Urbanistica a Milano : sviluppo urbano, pianificazione e ambiente tra passato e futuro*, ed. CittàStudi, Novara, 2007
- *Civiche Raccolte d'Arte Applicata ed Incisioni*, Civica Raccolta delle stampe Achille Bertarelli.
- F. Oliva, *L'urbanistica di Milano: quel che resta dei piani urbanistici nella crescita e nella trasformazione della città*, ed. Hoepli, Milano, 2002
- F. Butera, "Architettura e ambiente: Manuale per la qualità termica, luminosa e acustica degli edifici" ETAS libri, Milano, 1995
- *profilario elementi acciaio Arcelor di Arcelor Group*
- G. Toniolo, *cemento armato: calcolo agli stati limite*, ed. Masson, Milano Parigi Barcellona, 1995
- G. Toniolo, *calcolo strutturale: i telai*, ed. Masson, Milano Parigi Barcellona, 1994
- M. Mandelli, L. Pirovano, *VerDeSign: percorsi e riflessioni fra arte e paesaggio*, ed. Franco Angeli, Milano, 2010
- M. A. Pisani, *Consolidamento delle strutture, Guida ai criteri, ai materiali e alle tecniche più utilizzati*, ed. Ulrico Hoepli, Milano 2008
- F. Butera, *Architettura e ambiente. Manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, Etas Libri, Milano, 1995

SITOGRAFIA

- M. Colombo, Il castello sforzesco attraverso i secoli, 2002-2008, in www.storiadimilano.it
- G. Lupini, La rete fognaria di Milano in <http://www.storiadimilano.it>
- <http://www.comune.milano.it>
- interrimento dei navigli, www.acquafallata.it
- Sito del Comune di Milano, www.comune.milano.it
- www.istat.it
- www.maps.google.it
- ricerca storica sull'azienda Plasmon, www.plasmon.it
- ricerca storica sull'azienda Plasmon, g.bastetti, associazione culturale Quattro, www.quattronet.it
- poli di competitività in Francia, www.competitivite.gouv.fr
- www.marcegagliagroup.it

RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni"
- UNI 10349:1994 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici".
- UNI EN ISO 13788:2003 "Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo".
- UNI 10351:1994 "Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore".
- UNI 10355:1994 "Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo."
- UNI EN ISO 6946:2008 "Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo".
- progettazione delle strutture in calcestruzzo, eurocodice 2
- regolamento di igiene del Comune di Milano, titolo 3 del 23-05-1995
- barriere architettoniche, legge 13/1989
- barriere architettoniche, DPR 503/1996
- sicurezza al fuoco, Circolare del Ministero dell'Interno n°91 del 14-09-1961
- azione del vento: circolare 2209 n° 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.