

POLITECNICO DI MILANO



Scuola di Ingegneria Edile – Architettura
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile - Architettura

Ricarica le Batterie!

Riqualificazione dell'Ambito di Trasformazione Urbana
Piazza d'Armi a Milano

Relatore: Prof. Arch. Angela Colucci

Co-relatore: Prof. Ing. Gabriele Masera

Tesi di laurea di:

Solange Eileen Maria Bormioli Matr. 671255

Cecilia Enrica Carla Castiglioni Matr. 680213

Anno Accademico 2012 / 2013

POLITECNICO DI MILANO



Scuola di Ingegneria Edile – Architettura
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile - Architettura

Ricarica le Batterie!

Riqualificazione dell'Ambito di Trasformazione Urbana
Piazza d'Armi a Milano

Relatore: Prof. Arch. Angela Colucci

Co-relatore: Prof. Ing. Gabriele Masera

Tesi di laurea di:

Solange Eileen Maria Bormioli Matr. 671255

Cecilia Enrica Carla Castiglioni Matr. 680213

Anno Accademico 2012 / 2013

Indice

1.Introduzione al progetto	2
1.1 Inquadramento territoriale	4
Milano	4
L'area di progetto.....	7
1.2 Il PGT e l'ATU "Piazza d'Armi"	9
L'ATU "Piazza d'Armi"	10
2.La lettura del contesto urbano	12
2.1 Il rilievo fotografico	14
2.2 L'Indagine storica	17
Lo sviluppo della città	17
L'evoluzione del tessuto urbano	23
L'ospedale militare di Baggio	28
La Caserma Santa Barbara	32
La Piazza d'Armi.....	41
2.3 Lo studio della morfologia urbana	42
Le tipologie edilizie	42
Le mappe di Nolli	44
2.4 L'Uso del suolo.....	46
2.5 Analisi socio-demografica	47
2.6 Studio della mobilità	48
2.7 Il Sistema del verde.....	50
2.8 La lettura del paesaggio urbano	52
Analisi Lynchiana.....	53
3. Sintesi.....	60
3.1 Analisi FDOM	62
3.1 La carta dei limiti e delle opportunità	66
4.La ricarica delle Batterie	68
4.2 Il Concept Plan	70
L'idea- chiave	70

4.1 La visione per il quartiere	73
Obiettivi, strategie ed azioni.....	73
La Greenway	76
Il Concept del verde.....	78
5. Il museo come forma innovativa	82
5.1 Il Museo oggi.....	84
La funzione innovativa ed educativa.....	86
5.2 Il museo “Leonardo da Vinci” a Milano	89
5.3 Il deposito museale	92
Il problema dei “tesori invisibili”	92
5.4 Riferimenti legislativi.....	95
5.4 I casi studio	100
Il museo militare di Dresda	100
Il deposito museale dei trasporti di Londra	101
Il Musil a Rodengo Saiano	102
Il Muse di Trento	103
6. Il masterplan	106
6.1 Il masterplan.....	108
Le linee-guida progettuali	109
6.2 Sistema, funzione ed articolazione dei quartieri	114
Il Museo della Scienza e della Tecnica.....	114
Circolo Ufficiali Santa Barbara.....	115
Circolo ippico A.N.I.R.E.	117
Centro servizi.....	117
Centro congressi.....	118
Centro direzionale.....	119
Quartiere Burri	120
Quartiere Klee	121
Quartiere Mondrian.....	123
6.3 Il sistema degli spazi pubblici verdi	125
Parco Klee	125

Giardino della musica	126
Parco delle Volòire.....	126
Giardini del dirigibile	127
Parco dell'orologio	127
Giardini Mondrian	128
Parco della salute	128
Giardini Amedeo D'Aosta	129
La vegetazione	130
7.Il museo del DNA.....	136
7.1 La macchina nella macchina	138
Il Progetto funzionale-spaziale.....	138
7.2 Il deposito museale visitabile.....	145
8.Il progetto tecnologico.....	152
8.Il progetto tecnologico.....	152
8.1 Sostenibilità ambientale	154
Un problema crescente.....	154
8.2 La costruzione stratificata a secco	159
Strategie energetiche e gestione delle risorse naturali	160
Materiali adottati	163
8.3 Parametri tecnici dell'involucro	165
Resistenza e trasmittanza termica.....	166
Controllo della condensazione interstiziale.....	168
Massa, inerzia termica, attenuazione e sfasamento	172
Controllo del benessere acustico.....	173
Chiusure e partizioni	175
9.Il progetto strutturale	184
9.1 Generalità.....	186
Introduzione alla struttura	186
Normativa di riferimento.....	187
La maglia strutturale	187
Caratteristiche dei materiali	189

9.2 Analisi dei carichi.....	191
Peso proprio	191
Carico da neve	191
Carico da vento.....	192
I carichi	195
9.3 Predimensionamento	197
La struttura	197
Il carroponete.....	199
Verifiche.....	200
10.Approfondimenti.....	218
10.1 Le scaffalature metalliche.....	220
Classificazione.....	220
10.2 Statica degli scaffali.....	227
Livelli di sicurezza.....	227
Definizione dei carichi.....	228
Le problematiche dei profili sottili.....	229
Prove sperimentali	231
Prove sperimentali per la caratterizzazione delle proprietà dell'acciaio	235
Bibliografia	238
Normativa.....	241
Sitografia	244
Indice delle figure	245
Ringraziamenti	250

«I gesti della mano sono quelli dell'istinto, i più liberi ed i più rapidi. Come in un gioco paziente ed ostinato. C'è un momento in cui tutto viene assieme: le cose che già esistono, il loro ricordo e la ricerca del nuovo»

Renzo Piano

Estratto

Il presente lavoro di tesi tratta la riqualificazione urbana di una vasta porzione di territorio, indicata dal PGT di Milano come ATU "Piazza d'Armi", in cui è sito attualmente il complesso della Caserma Santa Barbara e dell'Ospedale Militare.

L'obiettivo primario del progetto è quello di salvaguardare parte dell'identità storica della Caserma, attraverso il recupero delle preesistenze di maggior pregio e rilievo architettonico, custodendo, ove possibile, le funzioni-simbolo ivi ospitate. "Ricarica le Batterie!" è da intendersi, quindi, come un' esortazione a ricaricare di energia quell'area, che ha ospitato dal 1931 le Batterie del Reggimento Artiglieria a Cavallo, un reparto della Brigata di Cavalleria dell'Esercito Italiano.

Dopo un'attenta fase di analisi, volta a porre in evidenza la forma, la natura, i limiti e le opportunità dell'ambito, si è passati alla definizione di quel carattere, unico ed irripetibile, in possesso ad ogni progetto di trasformazione urbana che abbia la pretesa di esaltare le qualità e le specificità dei luoghi.

Le risposte ai nostri quesiti erano lì, insite nell'area. Sono arrivate dall'osservazione e dall'ascolto diretto delle esigenze, espresse non solo da una comunità ma da un insieme d'istanze ambientali, il cui studio è risultato indispensabile ai fini dell'orientamento e dello sviluppo del processo progettuale.

La rivoluzione compiuta all'interno del sito in esame, ha fatto della Scienza e della Tecnica la sua ragion d'essere. Il motore che muove l'intero progetto è una vera e propria macchina museale, la cui forza è racchiusa nella sua stessa capacità di trasmettere e diffondere un sapere multidisciplinare. Dove c'è un museo, c'è storia. Dove c'è storia, c'è cultura. Dove c'è cultura, ci sono gli uomini.

L'edificio-macchina, protagonista dei nostri approfondimenti architettonici, tecnologici e strutturali, rientra nella categoria dei depositi museali visitabili e per la sua particolare conformazione a scatola, non vuole essere solo un grande contenitore di oggetti ma, diventare esso stesso oggetto di esposizione.

La trasformazione da noi proposta, si carica di simboli e di significati che vanno al di là dell'insediamento di funzioni abitative od attività con scopi ricreativi e didattico-educativi, ma vuole porsi ad esempio per stimolare la collettività al costante mutamento, alla continua ricerca e scoperta che portano al rinnovo e al progresso dell'umanità.

Lo strumento che ci ha permesso di ricucire questo tessuto urbano con il resto della città, dando forma e consistenza ad undici zone differenti, nelle quali costruito e non costruito fanno parte di un unico disegno inscindibile, è stata l'Arte, intesa come massima espressione tecnica ed estetica, dotata di una forza innovatrice tale, da ridare spirito e vivacità ad un luogo, altrimenti privo di emozioni.

Il masterplan, frutto di questa tesi, è il risultato di molteplici considerazioni circa il dominio coerente e razionale di un'area, le cui dimensioni hanno costituito la sfida maggiore.

Abstract

This thesis deals with the urban improvement of an extended area known as per Milan's PGT "ATU" Place of Arms, at present the Santa Barbara headquarters and The Military Hospital.

The main purpose of the project is to save the historical identity of this military building, by recovering the most valuable parts of architectural relief and keeping, where possible, the key rules housed there. "Recharge Battery!" is therefore to be meant as a call to recharge of energy the area that, since 1931, hosted the Battery of Horse Artillery Regiment.

After having carefully analyzed and pointed out the shape, nature, limitations and opportunities, of the area, we went through defining "that" unique and unrepeatabe feature which characterizes every urban transformation project that claims to enhance the qualities and the specificities of places.

The answers to our questions were there, in the area itself. They came from observing and listening directly to the needs expressed not only by a community but by a set of environmental concerns. This analysis turned out to be essential for the direction and the development in the design process.

As a consequence of the revolution accomplished within the site, Science and Technology have found its "raison d'etre". The whole project driving idea is about a machine-museum whose strength is enclosed in its own ability to carry and spread a multidisciplinary knowledge. Where there is a museum, there's history. Where there is history, there's culture. Where there is culture, there is mankind.

This machine-building is classified as a museum depot to be visited, which is not intended to be just a big container of objects but, thanks to its particular box-shape, to become itself the exhibition subject.

The proposed transformation is full of symbols and meanings that, going beyond the housing functions and the recreational and educational purposes, aims to encourage the community to the constant changing for the renewal and the progress of humanity.

Art was the instrument that inspired us to mend this urban area with the rest of the city, by giving shape and life to eleven different zones. In this areas "built" and "un-built" are part of a single inseparable plan. Art is here to be understood as the maximum expression of technology and aesthetics with an innovative force, to give spirit and liveliness to an otherwise emotionless place.

The thesis masterplan is the result of many considerations as regards the most coherent solution to rationalize an area whose size has been the project biggest challenge.

1. Introduzione al progetto

1.1 Inquadramento territoriale

Milano

La città di Milano, capoluogo della regione Lombardia, con circa un milione e 300 abitanti, è il centro dell'area metropolitana più popolata d'Italia; si estende su un'area di 181,76 km² con un'altitudine media di 122 m s.l.m. ed è suddivisa in nove zone, denominate municipi circoscrizionali, con poteri consultivi e di ordinaria amministrazione.



1.1 Il Comune e la Provincia di Milano

La sua provincia, composta da 134 comuni, confina a Nord con Varese e la provincia di Monza e Brianza, a Est con Bergamo, a Sud-est con Cremona e Lodi, a Sud-ovest con Pavia e ad Ovest con Novara (Piemonte); essa è situata nel tratto di alta pianura padana compresa tra il fiume Ticino ad Ovest e il fiume Adda ad Est. Il territorio è attraversato anche dall'Olona, dal Lambro, dal Seveso, dalla rete dei Navigli milanesi¹ e da alcuni torrenti.

Il Lambro, proveniente dal Triangolo Lariano, lambisce la periferia Est di Milano e confluisce nel Po presso Orio Litta, mentre il Seveso, che proviene dalle colline a sud di Como, dopo aver lambito la Brianza si perde nel labirinto idrico della città di Milano, confluendo in parte nel Naviglio della Martesana e quindi nel Cavo Redefossi ed in parte nel Cavo Vettabbia. Attualmente la maggior parte di questi corsi d'acqua, naturali e non, si trova sotto il manto stradale;

¹ Naviglio Grande, Naviglio Martesana, Naviglio Pavese.

il sistema non è più navigabile², ma conserva inalterato il suo potenziale irriguo.

Oltre a queste importanti vie idriche, a Milano convergono storicamente importanti vie di comunicazione di età romana di importanza regionale, nazionale e internazionale: la Via Emilia, nata nel 187 a.C. per collegare l'Adriatico agli insediamenti pedemontani, proseguita in età augustea fino a Mediolanum e ad Augusta Praetoria; la strada per Comum e i passi transalpini, la pedemontana per Bergomum e le province venete e a Sud quella diretta a Ticinum, cioè Pavia e le province liguri.

Tale proficua collocazione nel contesto di una pianura molto fertile, ha influenzato notevolmente la storia della città ed il ruolo che essa ha avuto nei confronti della nazione italiana e dei paesi transalpini.

Rete infrastrutturale e mobilità urbana

Milano costituisce un importantissimo nodo stradale ed autostradale, punto di congiunzione tra la A4, trasversale padana Est-Ovest (Torino - Trieste) con la A1, dorsale Nord-Sud (per Bologna, Firenze, Roma e Napoli). Inoltre è ben collegata a tre aeroporti Linate, OrioAlserio, e Malpensa HUB, costituendo importante crocevia per molte destinazioni estere.

Altre arterie autostradali che raggiungono la città sono la A7 per Genova, e le autostrade dei Laghi, A8 e A9. Le autostrade sono collegate fra loro da un sistema di tre tangenziali: la A50 ad Ovest, la A5 ad Est e la A52 a Nord, la cui lunghezza complessiva è di 74,4 km.

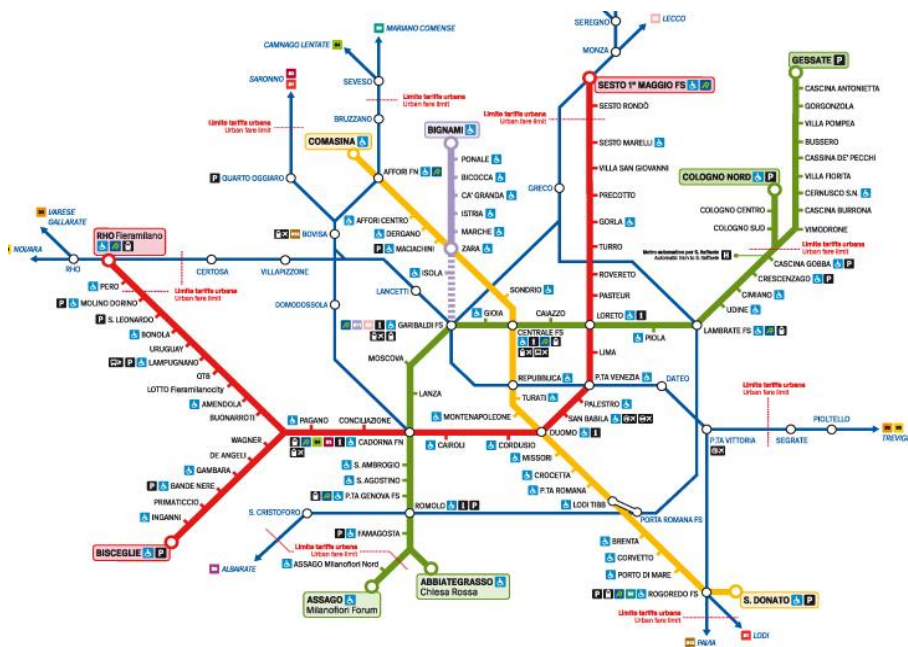
Fra le più importanti strade statali, che spesso assumono nelle tratte di penetrazione urbana, caratteristiche di superstrada, ricordiamo: la *Nuova Valassina* (SS 36), la *Milano - Meda* (SS 35), la *Nuova Paullese* (SS 415) e la *Nuova Vigevanese* (SS 494). Altre strade statali sono la *Via Emilia* (SS 9), la *Padana Superiore* (SS 11), la *Strada del Sempione* (SS 33), la *Varesina* (SS 233), e la *Valtidone* (SS 412).

La città inoltre, è raggiunta da alcune delle principali linee ferroviarie italiane: la Milano-Torino, la Milano-Venezia, la Milano-Genova e la Milano-Bologna, nonché punto di partenza delle due linee alpine del Sempione e del Gottardo e di quelle ad alta velocità. La stazione più grande è quella *Centrale*, con un traffico giornaliero di 320.000 passeggeri, capolinea di treni a lunga percorrenza e di alcuni servizi regionali; a seguire, in ordine di importanza, le stazioni di Cadorna (sede delle Ferrovie Nord), di Porta Garibaldi, di Lambrate e Rogoredo. Le linee di trasporto pubblico di superficie sono composte da 17 linee tramviarie, una linea tram interurbana, quattro linee filoviarie, di cui due di

² Ad eccezione del Naviglio Grande, il cui traffico passeggeri ha valenza esclusivamente turistica.

circonvallazione e numerose linee automobilistiche. Particolare rilievo storico riveste nella città il *tram*: a fianco dei più moderni Sirio ed Eurotram convivono vetture più datate, caratterizzate dal colore giallo/crema, che hanno fatto la storia della rete tramviaria di Milano, diventandone così un simbolo, tanto che alcune di queste sono impiegate per attività promozionali (scuola-in-tram, tram-turistici, tram-ristoranti e bar, per noleggio a privati, feste, ecc.).

La rete di trasporto pubblico urbano, gestita dall’Azienda Trasporti Milanesi, serve capillarmente la città e buona parte della provincia, grazie a quattro linee di metropolitana, a cui se ne aggiungerà un’altra entro il 2015. La metropolitana di Milano, con le sue centouno stazioni, è la prima in Italia per estensione, sviluppandosi per 92 km di cui circa 70 km su territorio urbano mentre i restanti 22 km sui comuni limitrofi dell’Hinterland, a cui si aggiunge il *passante ferroviario*.



1.2 La rete metropolitana e le tratte ferroviarie urbane

Le piste ciclabili hanno uno sviluppo relativamente modesto, mentre la città è prima in Italia e terza in Europa, dopo Londra e Barcellona, per il servizio di *bike-sharing* con 200 stazioni e 3650 biciclette a disposizione degli utenti a fine 2012³.

Milano, infine, conta di tre aeroporti dedicati al normale traffico civile, in ordine di distanza: l’Aeroporto “Enrico Forlanini” di Linate, situato nella zona Est della città, l’Aeroporto di Milano-Malpensa in provincia di Varese e l’Aeroporto di Bergamo-Orio al Serio.

³ Sito ufficiale *Bike Sharing Milano*

L'area di progetto

L'area di progetto si localizza nella zona 7 del capoluogo meneghino, ovvero una delle nove zone di decentramento della città. La Piazza d'Armi annessa alla caserma S. Barbara, è sita nel quartiere Forze Armate. Quest'ultimo confina a Nord coi quartieri di Quarto Cagnino e Stadio, a Nord-Est con il quartiere Selinunte, ad Est col quartiere Siena, a Sud coi quartieri San Gimignano e Primaticcio (zona 6) e infine ad Ovest con Baggio ed il Parco delle Cave.



1.3 Le circoscrizioni di Milano

L'ambito di trasformazione urbano (ATU) in oggetto comprende un'area particolarmente estesa di 749.518 m², che presenta al suo interno due superfici classificate come aree militari oblitee, costituenti la caserma e l'ospedale militare, e una terza superficie dai contorni indefiniti interessata dalla presenza di orti familiari abusivi.

L'area di progetto è quindi localizzata nella periferia occidentale di Milano, in una porzione di territorio che risulta per lo più sconnessa dagli spazi adiacenti, in cui, a zone residenziali dense si alternano zone residenziali discontinue, miste all'insediamento di grandi impianti di servizi pubblici e privati.

Come spesso accade per le aree periferiche, vaste e in via di espansione, le situazioni abitative e sociali presenti al loro interno sono molto diversificate, si può passare infatti, nel giro di pochi metri, da grandi agglomerati di case popolari alienanti e fuori-scala a piccoli e medi complessi residenziali curati e ben integrati con l'intorno, a villette a schiera o monofamiliari. Baggio⁴, che costituisce il nucleo più antico della zona, fino ad alcuni anni fa, era caratterizzato dalla pessima fama di quartiere dormitorio e poco raccomandabile per episodi di criminalità e di disagio sociale. Tale fama è testimoniata peraltro da alcuni detti, quali: *"Baggio, quartiere selvaggio"* e *"Non andare a Baggio se non hai coraggio"*. Oggi, pur conservando dei connotati prettamente popolari, il quartiere è decisamente migliorato grazie anche alla tenacia dei suoi abitanti, che stimolando le ultime amministrazioni municipali al recupero delle aree degradate e abbandonate, hanno maturato un maggior senso di attaccamento e di appartenenza al luogo.

La caserma occupa una superficie di 571.212 m² e le infrastrutture in essa contenute sono protette da un muro perimetrale confinante a Nord con Via Tosi e Via Domokos, ad Est con Via Chinotto, a Sud con Via delle Forze Armate, ad

⁴ Precedentemente comune autonomo, viene annesso a Milano nel 1923.




Ovest con Via Mazzarino. Gli accessi principali sono situati sul lato Est, vale a dire su P.zle Perrucchetti, mentre gli ingressi secondari per il transito dei mezzi corazzati, dei veicoli speciali e di autocolonne, sul lato Ovest.

L'ospedale militare, che si estende su una superficie di 125.174 m², anch'esso delimitato da una recinzione perimetrale essendo soggetto al demanio statale, confina a Nord con Via delle Forze Armate, ad Est con Via Labus, a Sud con Via Berna e ad Ovest con Via Saint Bon. L'ambito è attraversato da una lunga strada storica, la "Milano - Baggio - Castelletto", oggi Via delle Forze Armate, che divide la caserma dall'ospedale e attorno alla quale si sviluppa l'intero quartiere.

La rivalutazione dell'area è avvenuta anche grazie allo sviluppo e alla riqualificazione delle acque e della vegetazione che caratterizza il Parco delle Cave, diventato uno dei più grandi e suggestivi polmoni verdi della città, molto caro ai milanesi.



1.4 L'Ambito di Trasformazione Urbana Piazza d'armi

-  Caserma militare S.Barbara
-  Ospedale militare
-  Orti abusivi

1.2 Il PGT e l'ATU "Piazza d'Armi"

Il Consiglio Comunale della città di Milano ha approvato⁵ con delibera n.25 del 14 luglio 2010 il nuovo Piano di Governo del Territorio della città, che sostituisce dopo trent'anni il Piano Regolatore Generale del 1980.

L'obiettivo principale del PGT, introdotto dalla L.R. 12/2005, è quello di definire delle nuove linee guida da dare ai professionisti per migliorare la città affinché non ci sia consumo di suolo bensì la valorizzazione dell'esistente. Si tratta di uno strumento moderno, molto più complesso del vecchio PRG, ma anche più flessibile per quanto riguarda lo sviluppo urbanistico e territoriale, creato col fine di trasformare Milano da città post- industriale a città basata sui servizi, guidata dalla strategia dei mutamenti e da quella della competizione internazionale. Il PGT si basa su una relazione illustrativa e su tre documenti tra di loro correlati:

- il Documento di Piano e le sue relative NTA, costituito da 8 articoli, 5 allegati e 2 tavole;
- il Piano dei Servizi e relative NTA, costituito da 15 articoli, il catalogo dei servizi, 3 tavole e 10 allegati, dei quali, il più complesso è rappresentato da 89 schede dei nuclei di identità locali (NIL);
- il Piano delle Regole e le relative NTA con 37 articoli, 6 serie di tavole suddivise in 44 tavole e 8 allegati.

Se il vecchio PRG si basava su principi come centralismo ed uniformità, il nuovo strumento s'ispira a criteri di sussidiarietà, differenziazione, sostenibilità ed efficienza, che mirano ad avere una città più vivibile, attrattiva e in continuo mutamento. La strategia che il PGT adotta per limitare il consumo di suolo, consiste nella densificazione, ovvero: promuovere la crescita della città nella città, cioè non consumare *green field*⁶, ma edificare sul *brown field*, quali scali ferroviari, aree tecnologiche, aree industriali in disuso, o comunque su aree già edificate.

Se gli abitanti di Milano, oggi, sono circa un milione e trecento, il PGT prevede che nel 2030 siano un milione e 780mila. Partendo da questo dato e prendendo atto che il suolo è una risorsa esauribile e preziosa, il piano ipotizza di trasformare quelle aree che occupano già volume nella città, ma che risultano disabitate e degradate. Gli Ambiti di Trasformazione Urbana previsti dal PGT sono: sette scali ferroviari, cinque caserme del demanio, zone private e di proprietà comunale.

⁵ Il lavoro di questa tesi di Laurea è iniziato in fase d'approvazione del piano, tale piano è stato approvato il 21 novembre 2012 con alcune modifiche, le quali non verranno prese in considerazione.

⁶ Spazi liberi

L'ATU "Piazza d'Armi"

Secondo quanto stabilito dal PGT adottato, l'Ambito di Trasformazione Urbana "Piazza d'Armi", dovrà avere come vocazione principale lo sport e lo spettacolo, dedicando una percentuale maggiore o uguale al 50% della superficie totale, a spazi e servizi d'interesse pubblico generale.

L'area che si estende per 749.518 m² dovrà avere un coefficiente di densificazione pari ad 1,25 e una s.l.p. massima accoglibile di 936.897,50 m².

Inoltre la trasformazione dovrà caratterizzarsi per presenza di un parco urbano permeabile, di superficie pari al 50% sul totale, in grado di garantire continuità rispetto ai sistemi ambientali presenti e in programmazione. In particolare lo sviluppo est-ovest dell'ambito stesso consentirà un facile collegamento tra il tessuto consolidato e il parco delle Cave, determinando un ingresso al sistema di *Bosco in città*. La realizzazione di viabilità interrata permetterà di liberare superficie dal traffico veicolare e contribuirà, allo stesso modo, alla creazione di un'area ambientale nella quale verranno favoriti trasporto pubblico e mobilità lenta. Un nuovo collegamento su ferro tra le stazioni di San Cristoforo e Certosa (sulla cui linea sono previste due fermate all'interno dell'ATU), nonché un corridoio verde saranno tali da garantire forte accessibilità all'area.

Obiettivi

I principali obiettivi sollecitati dal piano, si possono così sintetizzare:

- realizzare un parco urbano di collegamento tra le polarità del luogo;
- favorire la mobilità lenta e il trasporto pubblico;
- realizzare una connessione (corridoio verde) tra Nord e Sud all'interno dell'area
- realizzare un nuovo collegamento su ferro tra S.Cristoforo e Certosa che s'interra in prossimità della Piazza d'Armi;
- garantire la connessione al sistema "Rotonde per l'Arte";
- sollecitare il mix funzionale;
- favorire l'insediamento di servizi ad alto tasso di frequentazione;
- realizzare spazi a verde per l'esercizio della pratica sportiva da parte dei cittadini e altre funzioni di interesse pubblico e generale per una superficie non inferiore al 50% della superficie territoriale dell'ambito.

2.La lettura del contesto urbano

Le indagini e le tecniche di analisi utilizzate col fine di conoscere a fondo il contesto urbano sono dipese sia dalla natura che dalla dimensione dell'area in esame, per questo è stato condotto uno studio approfondito su diversi livelli. Innanzitutto, si è deciso di analizzare il tessuto urbano, nelle sue forme e nella sua evoluzione storica e i servizi ad esso connessi, sia per le molteplici funzioni che il progetto ha intenzione di inserire, sia per la presenza nell'area di una preesistenza particolarmente significativa, quale la caserma Santa Barbara. Altrettanto importante è stato l'esame del sistema viabilistico, date le variazioni che è destinato a subire negli anni a venire, così come lo studio dello spazio pubblico e del paesaggio urbano. L'analisi, non si sofferma solo sulla valutazione dell'esistente, ma coinvolge i progetti per il futuro, descrive scenari possibili, formula previsioni. Il nostro interesse, infine è stato rivolto a capire quali fossero le dinamiche sociali ed economiche delle persone che nascono, vivono e lavorano in zona, nonché i loro desideri e aspirazioni, perché il progetto potesse avvicinarsi il più possibile anche a loro.

2.1 Il rilievo fotografico

Il rilievo fotografico dell'area in oggetto, è stato realizzato a più riprese, attraverso sopralluoghi resi difficili dall'accessibilità limitata all'area stessa, essendo questa di presidio militare.

L'ambito di intervento è caratterizzato da ampie superfici prevalentemente pianeggianti, sia per quanto riguarda l'impianto della Caserma e dell'Ospedale Militare, sia per quanto riguarda la Piazza d'Armi, ovvero il vasto spazio verdeggiante utilizzato per l'addestramento e le esercitazioni militari.

Sono stati rilevati edifici di interesse architettonico quali: la cavallerizza coperta, costituita da una struttura in ferro e vetro, la palazzina di comando, con la caratteristica pianta a ferro di cavallo e le scuderie.

I piani superiori della maggior parte degli edifici presenti non sono stati visitati in quanto riservati esclusivamente al corpo del Ministero della Difesa.

Per la medesima ragione, non è stato possibile usufruire delle piante e dei disegni architettonici in possesso alla caserma, essendo vietata al pubblico la loro divulgazione.



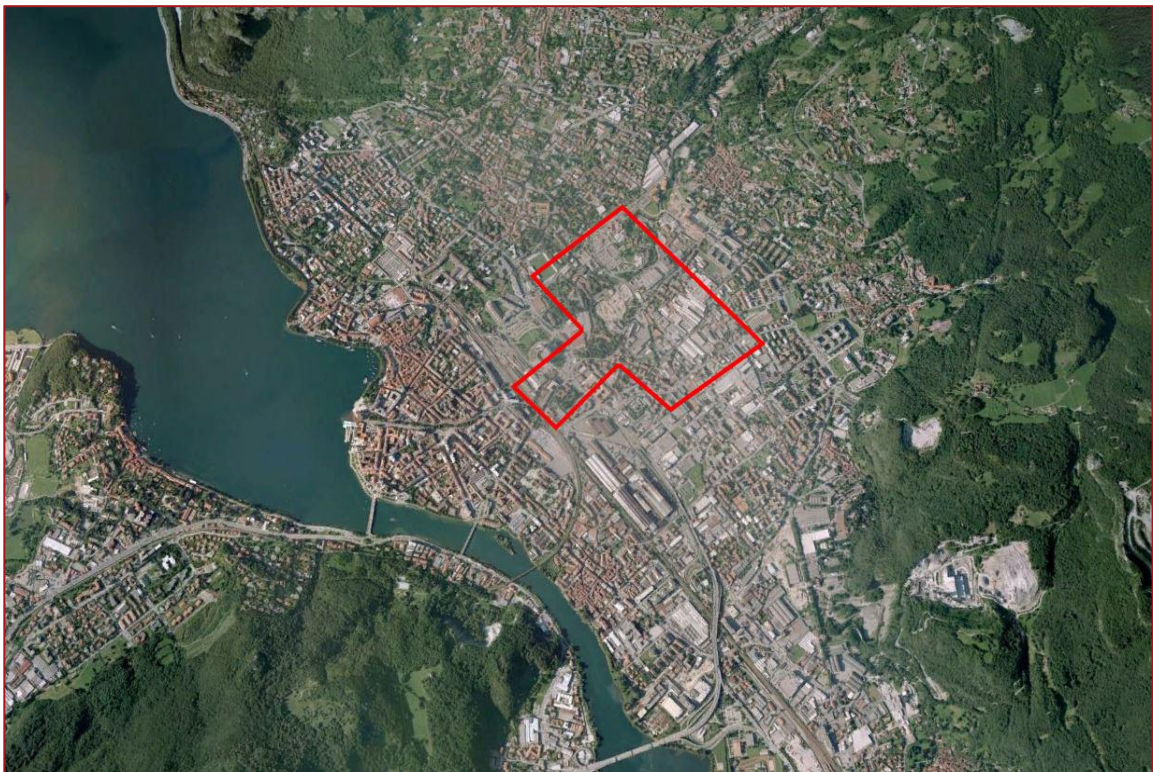
2.1 Vista a “volo d’uccello” dell’area di progetto_ resa tridimensionale da modellazione grafica



2. 2 Vista a “volo d’uccello” dell’area di comando della caserma



2. 3 Vista a “volo d’uccello” dell’area occupata dall’ospedale militare



2. 4 Confronto di scala tra l’ATU Piazza d’Armi e la città di Lecco

2.2 L'Indagine storica

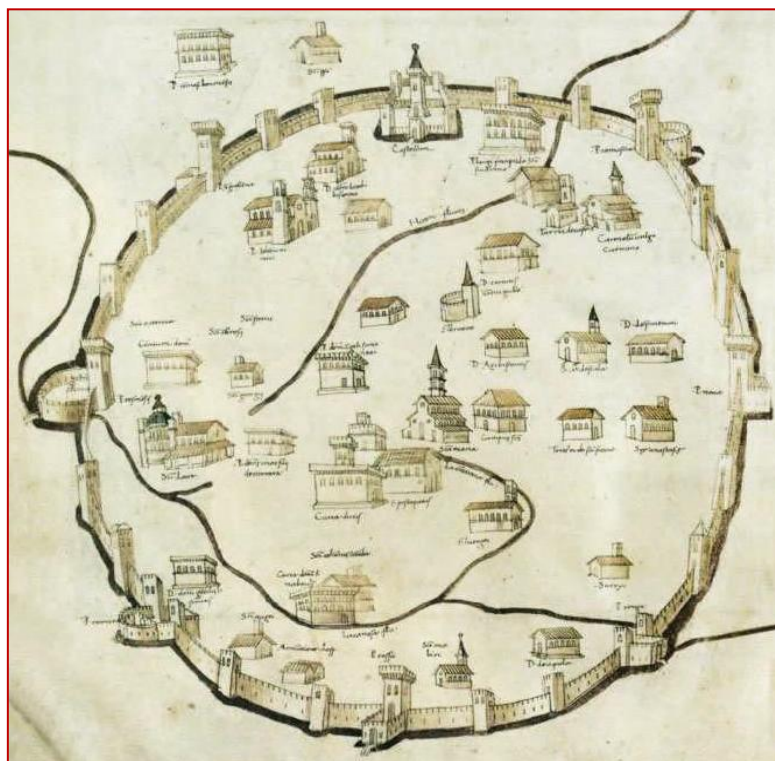
Lo sviluppo della città

Milano fu fondata, secondo Tito Livio, dagli Insubri durante il regno di Tarquinio Prisco, nel 590 a.C. in un luogo pianeggiante e asciutto adatto alle grandi adunate di preghiera. Nel 223 a.C. fu conquistata dai Romani, che la chiamarono *Mediolanum*⁷ e accrebbe progressivamente la sua importanza fino a divenire una delle capitali dell'Impero Romano d'Occidente.

Il capoluogo lombardo, nel corso della storia, assume svariati ruoli: da importante centro sotto il dominio longobardo durante il Medioevo a capitale, prima del Ducato di Milano nel Rinascimento e poi del Regno d'Italia durante il periodo napoleonico.

Con l'avvento della rivoluzione industriale, a cavallo tra il XIX e il XX secolo, Milano conobbe uno straordinario sviluppo che coinvolse sia il settore produttivo che quello terziario ponendosi al centro delle vicende economiche del Paese.

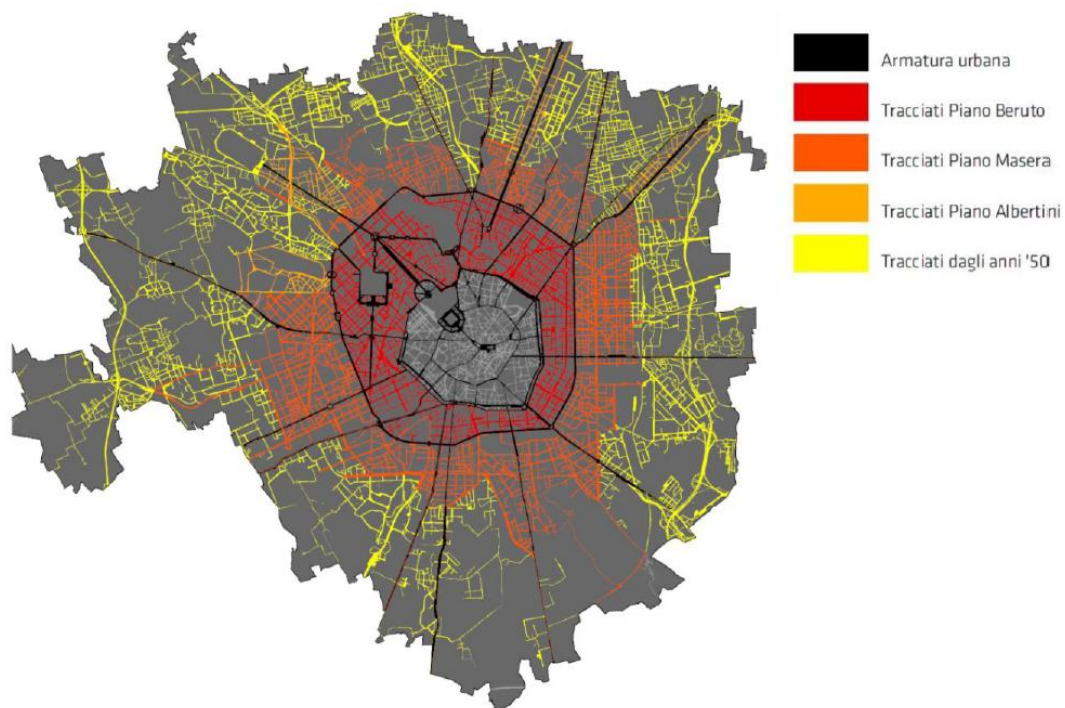
Da questo periodo in avanti, soprattutto dal dopoguerra, subì un forte processo di urbanizzazione legato all'espansione industriale che interessò anche le città limitrofe, divenendo meta importante di migrazione non solo dalle vicine campagne ma da tutto il territorio nazionale.



2. 5 Le mura medievali

⁷ In mezzo alla pianura

La città di Milano ha sfruttato le potenzialità della pianura che la ospita: l'evoluzione del tessuto urbano segue infatti, uno sviluppo razionale per fasce concentriche intorno al nucleo originario di matrice romana, ampiamente sviluppato nel Medioevo e continuamente rimaneggiato fino ai giorni nostri. La prima cerchia si creò quando i Romani inglobarono il primitivo insediamento gallo-insubrico nel II sec. a.C., quindi le mura medievali circondarono quelle romane nel XII secolo circa e a loro volta furono attorniate da quelle spagnole nel XVI sec. d.C.. Tale impianto, caratterizzato da uno schema che intreccia anulari e radiali, la cui intersezione è sottolineata dalla presenza, reale o virtuale delle "porte", è ancora oggi leggibile e talmente forte da resistere a qualsiasi modello di sviluppo territoriale alternativo.



2. 6 Il reticolo dei Piani Regolatori storici e recenti

Il piano Napoleonico

Nel 1796 con l'arrivo di Napoleone Bonaparte si apre per la città di Milano un periodo di grandi innovazioni non solo politiche, ma anche urbanistiche.

Viene redatto un vero e proprio piano di riordino e sviluppo della città che prese successivamente il nome di "Piano Napoleonico". Gli elementi portanti di tale piano erano essenzialmente due: la costruzione di un nuovo asse viario che collegasse la città direttamente con la Francia⁸, attuale Corso Sempione⁹, ed a sud-est con la via Emilia, attuale Corso di Porta Romana, e la trasformazione

⁸ Tale collegamento avvenne con l'unione di due antiche strade regionali, la Varesina e la Gallaratese

⁹ La costruzione dell'arco trionfale che ne segna il termine, come porta urbana simbolica, fu completata solo nel 1838 su disegno neoclassico del Cagnola

del Castello Sforzesco con la realizzazione di una grande piazza circolare intorno ad esso.

Il piano fu definitivamente interrotto con la caduta dell'Impero Napoleonico¹⁰.

Dai primi anni dell'Ottocento fino all'unità d'Italia, Milano è oggetto di lavori di allargamento e allineamento di strade e fognature, di edificazione di suoli liberi e risistemazione dei Navigli. Occorre attendere il 1884 perché il sindaco Bellinzaghi commissioni all'ing. Cesare Beruto la redazione del nuovo Piano Regolatore.

Il piano Beruto del 1889

Per la stesura del progetto si tenne conto che gli abitanti della città nel 1881 ammontavano a 314.187 unità e secondo un calcolo se ne prevedeva un incremento a 500.000; previsione che fu largamente superata se già nel censimento del 1911 si contavano 600.612 abitanti¹¹. Questo notevole incremento demografico, favorito anche dall'annessione dei Corpi Santi¹², spiega come il Beruto tendesse a conservare ed accentuare la forma stellare assunta da Milano nel corso dei secoli¹³.

Per rispondere a queste esigenze di espansione, il Piano prevede la realizzazione di un sistema viario radiale reticolare, che s'inserisca nelle originarie arterie di penetrazione, formando isolati di circa 400 m di lato. La scelta del Beruto di limitarsi a segnare i tracciati stradali principali aveva il fine di non pregiudicare lo sviluppo urbano futuro con una maglia troppo stretta, in modo tale da permettere anche grandi costruzioni residenziali o industriali. Così facendo, si lasciava che la minuta lottizzazione venisse studiata con parziali Piani regolatori anticipando quella che sarà la distinzione tra Piano Regolatore Generale e Piano Particolareggiato Attuativo.

Sono questi inoltre, gli anni in cui si decide la sistemazione del complesso del Castello Sforzesco com'è giunto a noi oggi. Tra le varie soluzioni proposte dal Beruto quella che prevalse in corso d'attuazione prevedeva la realizzazione di due emicicli distanziati e simmetrici, l'uno circue il Castello, costituito dal Foro Bonaparte, l'altro circue l'Arco della Pace, costituito dal sistema di Via Canova e Via Melzi. Tra i due elementi semicircolari, laddove sorgeva l'antica Piazza d'Armi, viene successivamente creato il Parco, spazio verde di circa 40 ettari, fortemente voluto dal Consiglio comunale e progettato dall'arch.

¹⁰ Cfr. Boatti Antonello (2007), Le origini della città, in *Urbanistica a Milano*, Milano, ed. De Agostini, pp. 29-30

¹¹ Cfr. Boatti Antonello (2007), Dai primi piani urbanistici al piano del 1953, in *Urbanistica a Milano*, Milano, ed. De Agostini, p. 35

¹² (1873), cioè i comuni e i borghi sviluppatisi al di fuori delle mura spagnole

¹³ Cfr. Treccani Giovanni (1995), Nell'unità italiana 1859-1900, vol. XV della *Storia di Milano*, Milano, ed. Ricordi, p.426

Alemagna secondo il modello romantico dei parchi all'inglese, con alberi e arbusti disposti in maniera pittoresca, aiuole e percorsi irregolari, specchi d'acqua e canali naturalistici.

La Piazza d'Armi viene quindi, spostata a Nord-Ovest in un'area più periferica ed esterna allo scalo di smistamento, tracciata dal Beruto come componente simmetrica al Cimitero Monumentale e tenendo come asse principale di simmetria, quello Nord-Sud, vale a dire il corso Sempione. Egli trascura ogni ragione di coerenza tra la trama stradale interna e quella esterna, tracciata da lui medesimo, nella convinzione che lo scalo di smistamento dovesse durare in quel luogo e in quella forma in eterno. Quando nel 1930 lo scalo ferroviario venne soppresso, emerse il conflitto tutt'oggi presente tra i due sistemi stradali adiacenti e discordi.

Il piano Pavia-Masera del 1912

Man mano che il flusso immigratorio, favorito dallo sviluppo industriale, investe la città, interi quartieri nascono dal nulla tra gli stabilimenti produttivi e gli aggregati rurali preesistenti, ormai al di là dei Bastioni in aperta campagna. In questa fase, in cui l'espansione milanese è diretta principalmente verso Est e verso Nord-Ovest, la città necessita di un nuovo Piano Regolatore, la cui stesura viene affidata agli ingegneri Angelo Pavia e Giovanni Masera. Lo schema viario si limita a riprendere quello del Beruto prolungando le radiali interrotte e creando nuove perpendicolari ad esse, confermando perciò uno sviluppo di Milano sempre più avvolgente e radiocentrico rispetto al nucleo storico.

Il piano Pavia-Masera viene elaborato e approvato tra il 1910 e 1912 ed è fortemente influenzato dallo sviluppo di nuove infrastrutture, partendo dalla dilatazione della maglia viaria berutiana con il tracciamento di nuove strade spesso di grandi dimensioni che si raccordano a sistemi di piazze e viali¹⁴.

Fu proprio durante quegli anni, che viene localizzata la Fiera Campionaria a Nord-Ovest, nell'area occupata dalla Piazza d'Armi.

Ciò favorisce lo sviluppo edilizio verso i viali delle circonvallazioni, disegnate dai piani regolatori e la stessa Fiera diventa punto di interesse per lo sviluppo urbanistico ed architettonico, influenzando con il suo impianto a recinto quadrangolare la struttura dei tessuti circostanti.

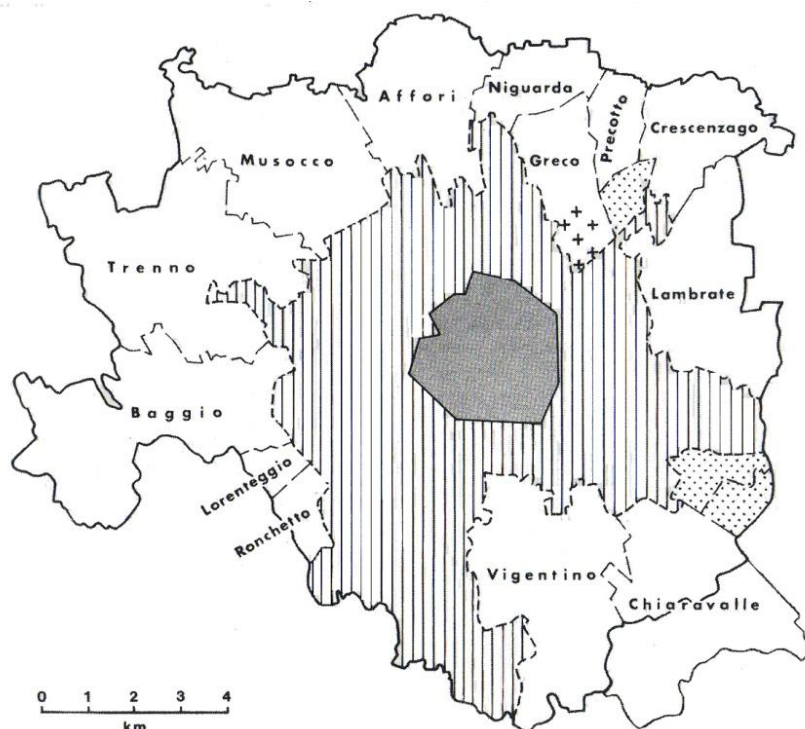
Si sviluppano residenze e strutture collettive di pregio in una maglia viaria ben disegnata con spesso alberature, conferendo all'area pregio architettonico attirando una popolazione medio borghese nella zona.

¹⁴ Cfr. Corina Morandi (2005), Milano, la grande trasformazione urbana, Marsilio Editori Venezia, pp. 42-50.

Seguendo questo impulso vengono anche realizzati impianti sportivi cittadini come l'ippodromo del Galoppo¹⁵, il Lido di Milano¹⁶ e lo Stadio di San Siro¹⁷, in un tessuto caratterizzato da un disegno autonomo, molto lontano dal tracciato a maglia regolare del resto della città con tipologie di case isolate a bassa densità.

Il piano Albertini del 1934

A seguito di un concorso bandito nel 1926 per rispondere ai problemi creati dall'aggregazione di undici Comuni al Comune di Milano, nasce l'esigenza di un nuovo piano regolatore l'ingegnere Cesare Albertini, propone un nuovo piano per lo sviluppo della città che viene approvato nel 1934.



2.7 Ingrandimento del comune di Milano, con le frazioni annesse nel 1923

Questo piano prevedeva lo sviluppo di quasi l'intero territorio comunale e lo "sventramento" del tessuto di antica formazione cambiando sia il ruolo che la forma del centro storico inserendo attività terziarie e direzionali nella zona a est del Duomo creando l'asse Corso Matteotti-Piazza Meda, realizzando edifici di qualità con distinti linguaggi architettonici come il Palazzo della Borsa¹⁸.

Al di fuori dei bastioni invece, il piano assume un reticolo geometrico continuo di strade e piazze, salvo strane eccezioni come la zona a nord-ovest di San Siro, dove emergono i quartieri di edilizia popolare.

¹⁵ Piazzale dello Sport 6, Paolo Vietti-Violi, 1920

¹⁶ Piazzale Lotto 15, Cesare Marescotti, 1930

¹⁷ 1926

¹⁸ Piazza degli Affari 6, Paolo Mezzanotte, 1928-31

Ancora oggi si nota questa forte differenza tra l'attenta politica degli sventramenti realizzati nel centro storico, con attenzione architettonica nella ricostruzione, per dare un'immagine di una città di alto prestigio e centro direzionale economico, al fine di affermare la città come capitale economica nazionale, e dall'altra parte la continua pressione sulla città, creata dal continuo aumento della popolazione¹⁹, che vedrà il suo apice negli anni 70²⁰ per poi decrescere, che ha l'esigenza di una abitazione.

Sicuramente anche l'affermarsi della nuova urbanistica razionalista che propone l'edificazione in serie aperta e la rottura del rapporto tra facciata e filo esterno, e le nuove teorie del soleggiamento e dei principi d'igiene influenzano la città e il rapporto con il verde.

In questo periodo nella parte ovest della città nasce il quadrilatero dei quartieri, come quello di Piazzale Segesta e Piazzale Selinunte, dove gli edifici si allineano, con un rigido parallelismo, tipico della progettazione dell'ex Istituto Case Popolari²¹.

Proprio nel piano Albertini, pensato per rispondere ai problemi creati dallo sviluppo della città di Milano come città monocentrica, nasce l'idea di creare delle cittadelle monofunzionali: la *Città studi* (1921-27), la *Città Annonaria* con l'ortomercato, la *Città Sportiva* di San Siro con l'Ippodromo (1925), lo Stadio e il Lido, la *Fiera Campionaria* (1923); e la *Cittadella Militare*. Quest'ultima prevedeva la costruzione di cinque caserme e l'Ospedale Militare intorno alla Piazza d'Armi, collegata agli scali ferroviari di San Cristoforo e Musocco tramite una tratta ferroviaria. Per motivi economici però viene realizzata solo la caserma di Artiglieria a Cavallo, detta anche «Perrucchetti» identificando il complesso con il Piazzale su cui si affaccia l'edificio principale.

¹⁹ Nel 1932 Milano conta un milione di abitanti contro gli 800 mila del 1921.

²⁰ Nel 1971 Milano raggiunge 1 milione 700 mila abitanti, oggi la popolazione è stimata intorno al milione e 200 mila persone.

²¹ ovvero Azienda Lombarda Edilizia Residenziale, di Milano che ha assunto tale denominazione (ALER) in attuazione della legge della Regione Lombardia n. 13 del 1996 che ha trasformato in azienda vera e propria gli Istituti Autonomi Case Popolari.

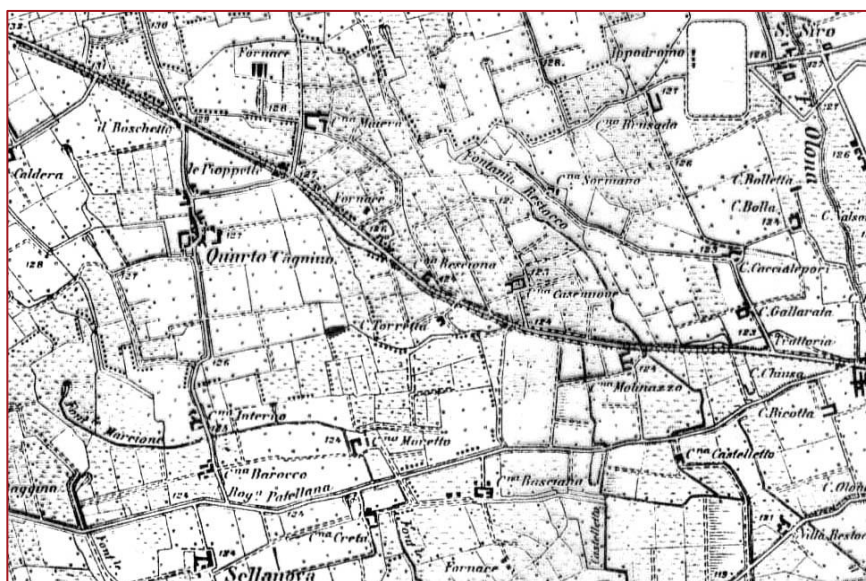
L'evoluzione del tessuto urbano

Per poter comprendere come si sia evoluta nel tempo, l'area in oggetto, sono state rintracciate e successivamente consultate le seguenti cartografie storiche, in ordine cronologico:

- 1910 *Piano Pavia-Masera*
- 1934 *Piano Albertino*
- 1965 Carta tecnica
- 1972 Carta tecnica
- 1992 Carta tecnica
- 2004 Carta tecnica

Oltre a questi documenti, sono state prese in considerazione anche immagini d'epoca, mappe e cartine stradali, testi e racconti dedicati alla storia del luogo che ci hanno permesso di indagare altri elementi quali: il ruolo delle strade, i caratteri architettonici degli edifici principali, gli avvicendamenti di funzioni nei complessi storici, l'uso e l'importanza degli spazi pubblici.

Dallo studio delle fonti sopracitate si evince come lo sviluppo territoriale del luogo sia estremamente recente. Agli inizi del Novecento infatti, l'area era interessata dall'aperta campagna, caratterizzata da un paesaggio prevalentemente rurale e dall'esistenza di qualche piccolo borgo e cascina sparse qua e là, dedite all'agricoltura e all'allevamento, in particolar modo dei bachi da seta. L'area di Baggio, comprendeva alcune vicine località come Quarto Cagnino, Sellanuova e piccoli borghi come Cascina Castelletto, Cascina Linterno, Cascina Barocco, Cascina Moretto, Cascina Basciana e Creta.



2. 8 Cartografia del 1888

Con il progresso industriale sorgono concerie e filande, una cooperativa edile e una cooperativa di consumo. A causa del sovraffollamento e degli affitti gravosi di Milano molti lavoratori si trasferiscono progressivamente nell'area di Baggio, dove i terreni per costruire le case costavano meno. Infatti, Baggio e i suoi dintorni passano da circa 4.000 abitanti nel 1901 ad oltre 6.100 nel 1921: un aumento considerevole, nonostante la decimazione causata dalla Grande Guerra e dalle frequenti epidemie.



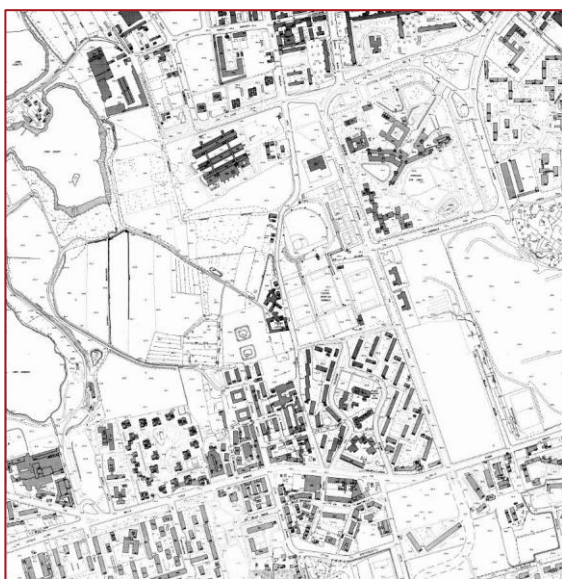
2.9 Cartografia del 1910_ Piano Pavia-Masera

La strada storica che collegava Baggio con Milano era chiamata "Baggina", l'attuale Via delle Forze Armate, percorsa ogni giorno a piedi dagli operai diretti verso i primi stabilimenti industriali della città; questo avvenne fino al 1913 quando venne realizzata la prima linea tranviaria diretta verso la periferia occidentale della città.

Dalla cartografia del 1910 emerge come il tracciamento dei principali assi viari caratterizzanti l'area, risalga proprio a quegli anni ad opera degli ingegneri Pavia e Masera; la definizione del loro piano infatti, poneva come limite occidentale di sviluppo per la città, la "Nuova Piazza d'Armi", delimitata a Nord dalla Strada Provinciale Vercellese, oggi Via Novara, ed a Sud dalla Strada Comunale della Maddalena, oggi Via delle Forze Armate. Le carte dell'IGM sottolineano come, all'epoca dell'insediamento della Caserma Santa Barbara, nel 1931, la zona di progetto non fosse ancora particolarmente edificata, fatta eccezione per: un elegante complesso residenziale, tuttora esistente, costituito da cinque edifici a pianta rettangolare, alti tre piani, ubicati tra Via delle Forze Armate e Via Luigi Annoni; la scuola elementare "S. Cabrini" e l'adiacente scuola magistrale "G. Sacchi" entrambe su Via delle Forze Armate; la chiesa dei Santi Nabore e Felice su Piazzale Perruchetti; il deposito tranviario del 1929

Ma ciò che spicca maggiormente dal punto di vista urbano, in relazione alle sue proporzioni è la costruzione del più grande quartiere sociale della città, attorno a Piazzale Selinunte. Ultimato nel 1947, in stile razionalista, questo complesso che si sviluppa su un'area di 370.000 m², conta ben 6.092 alloggi suddivisi in centoventiquattro edifici, pressoché uguali e dalle linee rigide e squadrate.

La progettazione, ad opera degli architetti Albini ed Angilella per conto dell'Aler²² aveva come scopo insidiare undicimila residenti. In realtà, le criticità edilizie date da abitazioni misere e desolanti e da strade interne strette e claustrofobiche, hanno trasformato il quartiere in un centro di esclusione e di illegalità, rimasto in breve abbandonato a se stesso.



2. 12 Cartografia del 1972



2. 13 Cartografia del 1972

La densificazione abitativa vera e propria dell'area arriva a cavallo tra gli anni '60 e '70, in pieno boom economico. L'Italia infatti, attraversa un periodo di forte crescita industriale, grazie all'incremento vertiginoso del commercio internazionale; da paese basato essenzialmente su un'economia agricola, passa ad essere una delle nazioni più sviluppate sulla scena mondiale. L'aumento del reddito, l'impulso tecnologico, l'incremento dell'occupazione e dei consumi, finì per pervadere di ottimismo diversi settori della realtà economica italiana, non per ultimo quello edilizio.

In soli vent'anni il contesto in cui è sita la caserma Santa Barbara cambia drasticamente. Da paesaggio semi-rurale si passa ad avere un'area suburbana a tutti gli effetti; nascono nuove strade, nuovi edifici, nuovi isolati, nella maggior parte dei casi, in modo caotico e disordinato, senza carattere ma soprattutto senza un piano di sviluppo urbano ben definito.

²² Azienda Lombarda Edilizia Residenziale

Le strutture principali che si insediano in questa zona sono: l'ospedale San Carlo Borromeo, con i suoi oltre mille posti letto, ultimato nel 1966; l'istituto d'istruzione superiore "Curie-Sraffa" in Via Fratelli Zoia; il grande deposito di autobus e filobus di Via Novara; la sede smaltimento rifiuti dell'Amsa²³ e l'edificio a corte di proprietà della società di cosmetici Helen Curtis (oggi della L'Oreal), entrambi in Via Primaticcio.

Per quanto riguarda l'edilizia residenziale, è a questo periodo che risale la maggioranza delle case popolari presenti in zona come, per citarne alcune, l'insieme dei diciotto edifici tra Via Ferreri e Via San Giusto o il complesso condominiale di una trentina di unità che si sviluppa attorno alla Parrocchia Madonna dei Poveri, tra Via Alessio Olivieri e Via Fratelli Zoia.



2. 14 Cartografia del 1994

Durante gli anni '90, l'area di progetto non è interessata da una così fitta urbanizzazione, se messa a confronto con i decenni precedenti. Al di là della difficile situazione politico-economica che investe il paese, l'espansione della città verso Ovest, pare rallentare. La zona di Baggio, si caratterizza sempre più, come un'area popolare ed interessata da un vasto disagio sociale.

Una volta raccolti tutti i dati sopracitati emersi dalle varie fonti a nostra disposizione si è passati alla realizzazione grafica della tavola 04, sull'evoluzione storica del tessuto urbano.

La metodologia adottata è stata quella di utilizzare come base la cartografia più recente (2004) e di confrontarla con quella immediatamente precedente, colorando con le tinte più chiare gli edifici che compaiono solo su quella più aggiornata. Gli edifici campiti rappresentano le trasformazioni avvenute negli

²³ Azienda Milanese Servizi Ambientali

anni compresi tra la data di rilievo della penultima carta e quella dell'ultima. Si è proseguito nel medesimo modo anche per le soglie successive, colorando con toni sempre più scuri, le parti dell'area che emergevano per differenza, tra le varie soglie storiche.

L'elaborazione analitica dei documenti storici ci ha permesso di orientare il progetto verso la conservazione di alcuni elementi di valore, come il fronte storico su Via Chinotto, il maneggio coperto, il deposito ATM o la struttura a multipadiglione dell'ospedale militare, e dall'altra, verso l'individuazione di quegli elementi da riqualificare o ai quali rinunciare.

L'ospedale militare di Baggio



2. 15 Ingresso dell'ospedale militare su Via Saint Bon

Nel 1931 viene costruito l'ospedale militare più grande d'Italia, 125.000 m², ancora oggi esempio di architettura sanitaria, che vuole ricordare con il suo parco, gli stabilimenti di cura termale di inizio Novecento.

Il corpo dell'ospedale militare, nasce in periodo napoleonico, durante la prima Repubblica italiana, quando viene istituito il primo nucleo volontario dell'Esercito Italiano. I francesi, giacobini e antireligiosi, requisivano chiese e conventi per trasformarli in caserme ed ospedali. Fu allora, che il 14 marzo 1797 l'ex convento di Sant'Ambrogio, attuale sede dell'università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, venne trasformata prima in infermeria dell'esercito

napoleonico, poi in magazzino ed infine in ospedale²⁴, il primo Ospedale Militare in Italia.

L'ospedale militare di Sant'Ambrogio prosegue la sua opera con ruolo principale, soprattutto, durante la Grande Guerra, quando Milano diventa un punto centrale di passaggio delle truppe da e per il fronte. A seguito del gravoso lavoro sostenuto dall'ospedale durante la guerra e con il bando del 1926-27 per il Piano Regolatore, si avverte l'esigenza di dotare la città di Milano di una struttura ospedaliera militare più adeguata alla dimensione della città.

Vengono costruiti nuovi edifici militari in periferia nord-ovest, presso la località di Baggio, tra cui il nuovo Ospedale Militare²⁵.

Baggio, negli anni Venti, essendo aperta campagna, era considerata una delle zone più salubri della città, nonché area strategica per la sua vicinanza alla stazione San Cristoforo²⁶ e per la buona rete di strade che la collegata con l'Hinterland milanese.



2. 16 Vista dell'ospedale militare da Via Berna

Il nuovo ospedale venne costruito in tempi record fra 1929 e 1931, con l'idea che potesse ospitare tutti i militari del Nord Italia e in alcuni casi anche civili.

²⁴ Archivio Centro Audiovisivo dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano

²⁵ Il trasferimento dell'Ospedale Militare a Baggio, fu per Padre Agostino Gemelli, che nella sua vita si dedicò alla costituzione di un'università cattolica, approvata nel 1920 da papa Benedetto XV, l'occasione di poter trasferire l'università presso la storica sede del monastero ambrosiano, che fu inaugurata il 7 dicembre 1921 e progettata dal celebre architetto Giovanni Muzio.

²⁶ La prossimità con la stazione rese possibile creare un binario che conducesse i treni che trasportavano i feriti della Seconda Guerra Mondiale direttamente all'interno dell'ospedale.

L'impianto architettonico che lo caratterizza è quello del multipadiglione e per l'epoca, sicuramente all'avanguardia sia per quanto riguarda il progetto distributivo che quello strutturale. Il complesso consiste, nella sua totalità, in trentaquattro edifici in stile neorinascimentale e in una ciminiera di mattoni, dislocati all'interno di un parco di 60.000 m².²⁷ Il corpo centrale dell'ospedale si sviluppa, in direzione trasversale rispetto al lotto che lo ospita ed è costituito da quindici fabbricati disposti parallelamente fra loro, collegati da una galleria ad anello vetrata.

L'ospedale si articola nei dodici padiglioni, che ospitano al loro interno le stanze per i malati, nel padiglione dell'accettazione e in quello della direzione²⁸, infine in quello degli ambienti di servizio e delle cucine.

I dodici padiglioni²⁹ sono posti ad una distanza di 20 m l'uno dall'altro, ovvero ad una distanza pari al doppio della loro altezza.

L'idea di collegare i padiglioni tramite un'unica galleria, caratterizzata a piano



2. 17 Il corpo centrale dell'ospedale militare e la ciminiera

terra da porticati aperti sui cortili e sui giardini interni, e al primo piano da ampie vetrate con intelaiature in ferro, è una scelta più che idonea per una costruzione destinata ad attività ospedaliere; infatti i corridoi, oltre a fungere da

²⁷ In cui si trovano cedri, magnolie, platani, aceri giapponesi, pini neri, abeti rossi, ciliegi e alcune rare piante africane che facevano parte di un antico orto botanico.

²⁸ Con il suo portale dalle colonne in granito rosso di Baveno e la facciata color crema.

²⁹ Articolati su 3 livelli: interrato, rialzato e primo piano.

collegamento tra i vari edifici venivano utilizzati ai piani superiori per le cure solari e a quelli inferiori per le funzioni ricreative dei malati.

Nella parte orientale si trovano i locali tecnici che permettono il funzionamento dell'ospedale: la ciminiera³⁰, gli impianti meccanici per i servizi termici e d'illuminazione, la lavanderia, i locali per la disinfestazione e sterilizzazione, i depositi e la Chiesa di San Martino e dei Beati Sabaudi³¹.

L'edificio sacro, risalente agli anni Trenta, presenta una struttura in pietra, in tipico stile neoclassico, con la facciata rappresentante un tempio romano, intervallata da quattro lesene in stile ionico, sormontate da un frontone. All'interno si trova un'ampia volta a botte che sovrasta un'unica campata.

Durante l'ultimo conflitto mondiale l'Ospedale Militare seguì le vicende storiche della nazione, finendo requisito prima dai tedeschi, poi dai partigiani e dalle truppe alleate anglo-americane. Solo nell'ottobre del 1946 venne restituito all'Esercito Italiano in condizioni di degrado assoluto e nel 1955 dopo adeguati lavori di ripristino delle infrastrutture, venne dedicato alla memoria del Sottotenente medico Loris Annibaldi, eroicamente caduto sul fronte greco e Medaglia d'Oro al Valore Militare.³²



2. 18 Immagine del complesso ospedaliero da Via Saint Bon

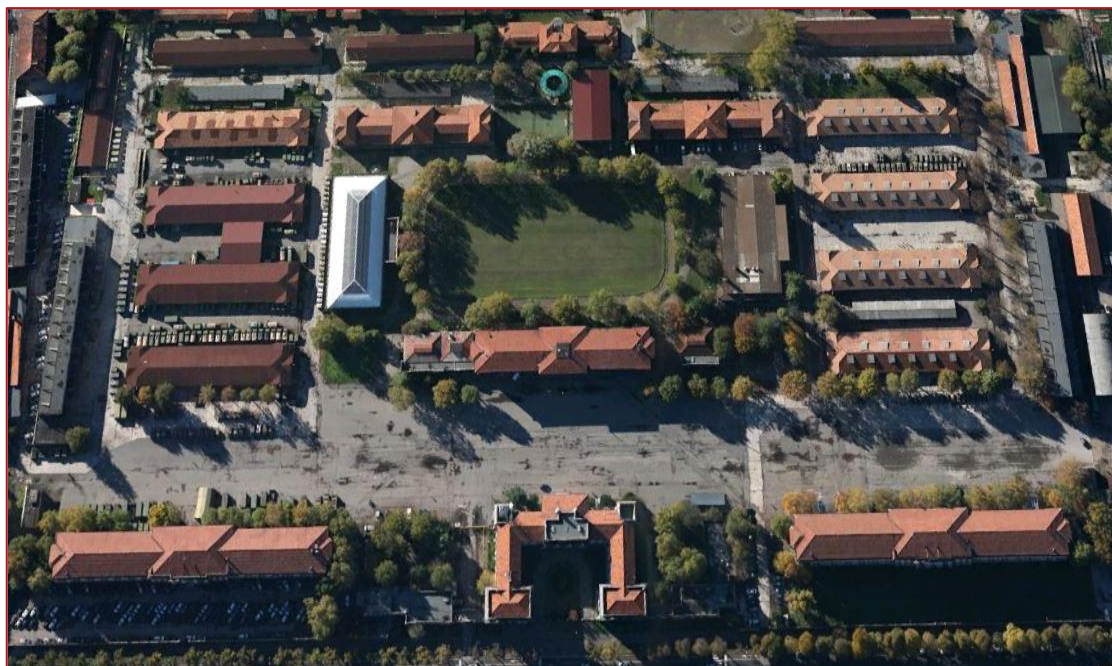
³⁰ Protetta dalla Sovrintendenza ai Beni Architettonici, alta novanta metri.

³¹ Inaugurata nel 1931 dall'arcivescovo Ildefonso Schuster.

³² Fonte: intervista al Generale di Brigata Samuele Valentino, pubblicata il 18/06/2011 su Milorenteggio.com quotidiano on-line a cura di Principia Bruna Rosco

La Caserma Santa Barbara

La caserma "Santa Barbara", che rappresenta uno dei complessi militari più grandi esistenti in Italia, ospita dal 1931 il Reggimento Artiglieria a Cavallo e dal 1964 il 1° Reggimento Trasmissioni, in sostituzione al 27° Reggimento Artiglieria Pesante Campale "Marche", trasferitosi ad Udine³³ in quell'anno.



2. 19 Vista aerea della Caserma Santa Barbara

Venne edificata tra il 1927 e il 1930 ad opera del Comune di Milano su progetto dell'Ing. Fontana³⁴, ed inaugurata nell'aprile del 1931, alla presenza del Re Vittorio Emanuele III.

Il complesso della caserma, che si estende su 165.000 m², ospita al suo interno trentaquattro edifici con differenti funzioni ed una Piazza d'Armi di 36 ettari utilizzata per l'addestramento dei reparti e per la scuola guida sui mezzi cingolati. Esso confina: a Nord con via Domokos, a Sud con via delle Forze Armate, ad Est con via Chinotto e ad Ovest con via Mazzarino. Gli accessi principali sono situati sul lato Est, mentre gli ingressi secondari, per il transito dei mezzi corazzati, dei veicoli speciali e di autocolonne sul lato Ovest.

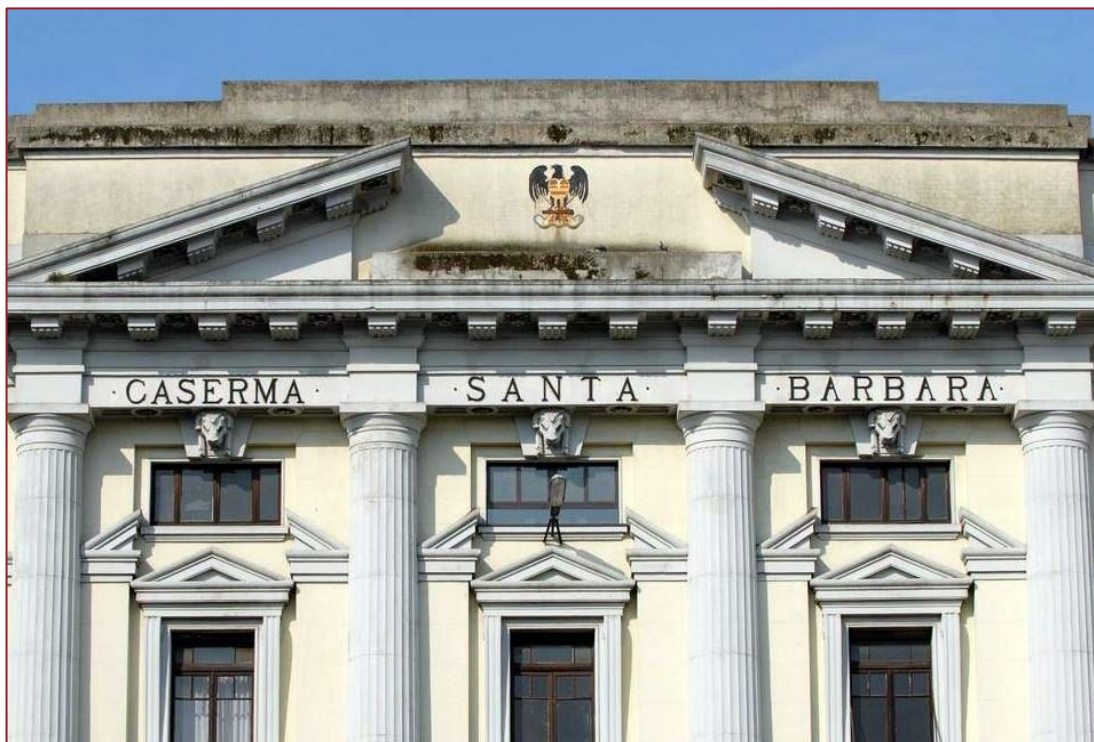
La Palazzina di Comando, affacciata su Piazzale Perrucchetti, è il fulcro della caserma. Essa è in stile neoclassico, caratterizzata da un impianto a ferro di cavallo, con due ali sporgenti rispetto al corpo centrale, che abbracciano il giardino d'onore, ingresso principale al complesso.

³³ Il 27° Reggimento Artiglieria Pesante Campale "Marche" inizialmente era stanziato a Milano presso la Caserma di San Vittore, ma nel 1934 viene collocato presso la Caserma Perrucchetti.

³⁴ Docente aggiunto alla Cattedra di Costruzioni al Politecnico di Milano.

La facciata si presenta come un tempio, con un imponente frontone spezzato, retto da quattro colonne doriche che incorniciano tre livelli di finestre, anch'esse sormontate da cimase in pietra a forma triangolare; al di sotto della trabeazione sporgono tre teste di leone scolpite in pietra bianca.

All'interno del timpano si trova il simbolo delle Batterie a Cavallo, l'aquila di Artiglieria, ed è inciso il loro motto, coniato dal duca Amedeo d'Aosta: "*Igni ferroque tonantes, in hostem celerrime volant*"³⁵.



2. 20 Particolare di facciata della Palazzina di Comando

Gli interni dell'edificio sono interamente dipinti nei colori del reggimento, il rosso che nell'araldica indica il valore, il coraggio, il sangue e la passione per la patria, e l'ocra che indica la scienza.

Nei sotterranei del corpo centrale si trova l'unico museo militare di Milano, che racchiude i cimeli raccolti in quasi due secoli.

Alla destra della Palazzina di Comando si trova il Circolo Ufficiali con eleganti saloni adibiti a cerimonie e feste, tra cui si distinguono: Sala Savoia³⁶, che è stata riprodotta esattamente com'era nella vecchia caserma Principe Eugenio di Porta Vittoria, la Sala dei Colonnelli dove sono esposti i ritratti di tutti i comandanti delle Batterie e la saletta del Comandante, un piccolo ambiente, molto originale, opera dell'architetto Caccia Dominioni. Al piano interrato si trova il "covo di calotta", una taverna dove, secondo un'usanza nata sotto

³⁵ Dal latino: « Volano velocissime contro il nemico, con ferro e fuoco tuonanti »

³⁶ Oggi chiamata Sala Voloire.

Napoleone, gli ufficiali più giovani³⁷ nominano il capo-calotta, il quale dovrà indossare un copricapo particolare che fungerà da interfaccia tra i giovani ufficiali e il Comando.



2. 21 Interno del Circolo Ufficiali



2. 22 Interno del Circolo Ufficiali

³⁷ Di norma gli ufficiali con grado di Tenenti e Sottotenenti.

Ai lati del corpo centrale, si trovano due grandi edifici in stile neoclassico, dette “Casermette”, che contribuiscono a formare il fronte principale su via Chinotto.

All'interno sono collocati uffici, alloggi e ambienti di servizio disposti su tre piani e suddivisi lungo una pianta rettangolare tripartita che presenta un'area centrale leggermente più ampia delle due ali laterali. La facciata scandita da lesene, presenta tre livelli di finestre ai piani superiori e un lungo porticato continuo a pian terreno.



2. 23 La “Casermetta” su Piazzale Amedeo d’Aosta

Sul retro del fronte principale si trova il Piazzale Amedeo d’Aosta, lungo circa 800 m, utilizzato quotidianamente come spazio di manovra e in occasioni particolari, come luogo per parate militari e manifestazioni ufficiali. Esso funge inoltre, da diaframma tra la Palazzina di Comando e la terza “Casermetta”, gemella delle precedenti, che con la facciata posteriore delimita il lato lungo del galoppatoio. Sono presenti anche un maneggio coperto³⁸ e due galoppatoi: uno all'aperto, dove oggi si svolgono importanti gare ippiche internazionali e l'altro al coperto, ovvero la “cavallerizza”. La cavallerizza coperta, esempio di architettura militare austera ed elegante, è dedicata al comandante Ollivieri. Si tratta di un edificio funzionale, che presenta interessanti dettagli e finiture tipiche della sensibilità tardo Déco. La sua peculiarità risiede nella copertura, costituita da una leggera struttura metallica, composta da profili in ferro chiodati tra loro e da un rivestimento in vetro. L’edificio ricorda le grandi strutture in voga agli inizi del Novecento e nel periodo tra le due guerre, come la copertura ad archi della stazione centrale di Milano.

³⁸ In cui si svolge l'attività dell'Associazione ANIRE (Associazione Nazionale Italiana Riabilitazione Equestre), alla quale il Reggimento offre il personale militare, cavalli e infrastrutture. Il maneggio è dedicato a Emanuela Setti Carraro, morta assassinata a Palermo insieme al marito il Generale Dalla Chiesa nel 1982, sostenitrice dell'ippoterapia.



2. 24 La cavallerizza

All'interno della cavallerizza si trovano il rettangolo di terreno ricoperto di sabbia, destinato agli esercizi di equitazione e al salto agli ostacoli, e gli eleganti ambienti rialzati che si affacciano su di esso e da cui è possibile assistere alle prove di dressage. Anche qui, gli interni hanno i caratteristici colori del reggimento, il rosso e l'ocra, i pavimenti sono a scacchiera in piastrelle di bardiglio grigio e marmo bianco di Carrara, mentre i parapetti delle balconate interne e i serramenti sono in ferro battuto. L'edificio è stato restaurato recentemente e riportato al suo stato originario; alle pareti è possibile ammirare foto d'epoca e stemmi della famiglia Savoia. Gli edifici destinati a rimesse ed officine sono in stile rustico con ampie superfici vetrate e saracinesche metalliche e sono ubicati sul lato occidentale del galoppatoio all'aperto. Le scuderie e le strutture di cura veterinaria, anch'esse in stile rustico, con tetti a falde in coppi e grandi portoni, sono situati alle spalle di quest'ultimi. Le scuderie ricordano quelle dell'ippodromo di San Siro, ma con all'interno dei dettagli in stile Déco, quali gli ornamenti a forma di ferro di cavallo³⁹ e le luminarie.

³⁹ Cfr. Calvini Angela (2008), L'ospedale Militare di Baggio, in *I palazzi dell'esercito a Milano*, Milano, ed. Mursia, pp.36-49



2. 25 Particolare dell'interno



2. 26 Stemma della famiglia Savoia



2. 28 Le scuderie



2. 27 Le scuderie

Le Volòire

La storia della caserma Santa Barbara è strettamente legata a quella del reggimento delle Batterie a Cavallo, ovvero le celebri Volòire.

Istituite da Alfonso Ferrero della Marmora nel 1831 presso la Venaria Reale di Torino, le Volòire, presenti a Milano già dal 1861 e di stanza presso la Piazza d'Armi del Castello Sforzesco, vengono ufficialmente riconosciute nel 1887 come corpo d'artiglieria veloce.

Il 1 dicembre di quell'anno viene costituito il Reggimento, riunendo le Batterie nella caserma "Principe Eugenio" in Corso di Porta Vittoria a Milano, nonché ex Convento Santa Prassede. L'emblema del corpo è il seguente: due cannoni e la granata, tipici dell'artiglieria, s'incrociano con due sciabole, simbolo della cavalleria.

Nel 1931 la caserma "Principe Eugenio" viene lasciata e demolita per la costruzione del nuovo Palazzo di Giustizia, imponente opera di Marcello Piacentini⁴⁰, e il Reggimento necessita così di una nuova collocazione, in una zona più vasta e periferica della città.

L'area individuata sarà quella occupata dall'attuale caserma Santa Barbara, in Piazzale Perrucchetti.



2. 29 Disegno dell'uniformologo Q. Cenni_ copertina del calendario 1968 del Reggimento

⁴⁰ Costruito tra 1932 e il 1940. L'entrata posteriore del Palazzo, non a caso, si affaccia sulla via Santa Barbara, la Santa protettrice degli artiglieri, infatti un'immagine della Santa viene sempre posta nei depositi munizioni delle Unità Navali e delle caserme.

Storicamente una Batteria era costituita da un cannone, attaccato ad un tiro composto da sei cavalli, articolato in tre pariglie (volata, di mezzo e timone) con i cavalli di sinistra montati dagli artiglieri conducenti, preceduti dal capo pezzo e seguiti, a cavallo, da altri quattro serventi per un totale di undici cavalli per squadra pezzo.

Le Batterie essendo dotate di pezzi leggeri, con tutti i serventi montanti a cavallo, riuscivano a garantire una notevole velocità di spostamento e d'azione sul campo di battaglia. Sulla base di questa caratteristica di velocità, equiparata al volo, si diffuse fra i piemontesi l'appellativo affettuoso di "volòire"⁴¹, denominazione tramandata e gelosamente mantenuta tutt'oggi dal Reggimento Artiglieria a Cavallo.

Infatti, oltre che una denominazione semi-ufficiale, "volòire" è anche il grido di guerra del Reggimento, gridato nei momenti più alti delle cerimonie e all'esito del tradizionale "Caricat!" di cavalleria.

<p><i>Il 12 Aprile 2013 sarà celebrato il 182° Anniversario della Costituzione delle Batterie a Cavallo.</i></p> <p><i>La presenza della S. V. sarà particolarmente gradita</i></p> <p><i>Il 77° Comandante del Reggimento. Col. Sergio Vignocchi</i></p> <p><small>Caserma S. Barbara P.le Perrucchetti, 1 - Milano</small></p>	<p><i>10.30 Schieramento: inizio cerimonia militare</i></p> <p><i>11.10 Termine cerimonia militare</i></p> <p><i>11.15 Carosello della Sezione a Cavallo.</i></p> <p><i>a seguire</i></p> <p><i>I Signori ospiti al termine della celebrazione sono invitati al Vin d'honneur nei locali del Circolo Ufficiali delle Batterie a Cavallo</i></p> <p><i>Si prega di affluire entro le ore 10.15</i></p> <p><small>R.S.V.P. Entro il 09/04/2013 02/48703340 int. 284 (08.00 - 16.30) segcte@rgtacav.esercito.difesa.it</small></p>
--	---

2. 30 Invito ufficiale alla parata militare per il 182° Anniversario della Costituzione delle Batterie a Cavallo

⁴¹ In dialetto piemontese significante appunto "volante".



2. 31 Immagine della parata militare



2. 32 Foto con gli ufficiali della Calotta delle Batterie a Cavallo

La Piazza d'Armi

La Piazza d'Armi in età napoleonica si trovava in prossimità del Castello Sforzesco, nel cortile della Rocchetta.

Nel 1906, con l'apertura del Traforo del Sempione, Milano ospita l'Esposizione Universale, durante un periodo denso di novità e di grande entusiasmo per la città. È proprio in tale circostanza, che si decide di spostare la Piazza d'Armi a Nord-ovest, per poter organizzare l'evento su un'area sufficientemente ampia. La manifestazione, che era dedicata ai trasporti, si svolse in due zone distanti un paio di chilometri e divise da uno scalo merci ferroviario: la "Vecchia Piazza d'Armi", attuale Parco Sempione, piantumato in quella circostanza, e la "Nuova Piazza d'Armi"⁴² collegate per l'occasione da un trenino elettrico.

Storicamente eventi come questi venivano organizzati presso i Bastioni di Porta Venezia, come quando nel 1881 i Giardini Pubblici ospitarono l'Esposizione Nazionale delle Belle Arti e nel 1920, la prima fiera campionaria⁴³.

Il successo ottenuto dalla fiera, a livello economico e per afflusso di visitatori, durante l'edizione del 1922, spinse gli organizzatori ad esaminarne i limiti strutturali ed organizzativi. Primo tra tutti quello della sede: il fatto di essere collocata in una zona urbana di grande circolazione comportava la necessità di smontare e rimontare ogni anno i padiglioni; ciò condizionava negativamente le esigenze espositive per motivi di spazio e rendeva impossibile fornire servizi adeguati alla gran massa dei visitatori.

La Fiera campionaria necessitava quindi, di una collocazione definitiva e stabile; l'Esposizione Universale del 1906 offrì la soluzione: la grande Piazza d'Armi posta al di là del corso Sempione e della linea delle Ferrovie Nord, verso cui si andava estendendo la rete cittadina dei trasporti tramviari. Un'ampia aria di 387.000 m² che da allora e per decenni verrà conosciuta come Fiera di Milano e dove oggi è in fase di costruzione il nuovo complesso Citylife⁴⁴.

La Piazza d'Armi venne quindi ricollocata negli anni Trenta, dove la si trova tuttora, con l'idea di creare una vera e propria cittadella militare distante dal centro, nella periferia occidentale di Milano, in zona Baggio-San Siro.

⁴² Cfr. pag.20 e seguenti

⁴³ Organizzata per la prima volta da un ente apposito, il regio Ente Autonomo Fiera Internazionale di Milano.

⁴⁴ Progetto di riqualificazione disegnato da Arata Isozaki, Daniel Libeskind e Zaha Hadid.

2.3 Lo studio della morfologia urbana

L'area in prossimità dell'ATU "Piazza d'Armi" si presenta come una porzione di territorio caratterizzata da una morfologia urbana aperta, vale a dire da superfici ampie e permeabili tra gli spazi edificati.

Per morfologia urbana s'intende la relazione che s'instaura tra la residenza e lo spazio pubblico, e quindi su una scala più alta, il rapporto che si stabilisce tra aggregazioni differenti di tipologie edilizie con il tracciato viario.

Alla base di questo tipo di analisi vi è lo studio del legame tra la forma della casa e la forma della città. L'urbanistica infatti, considera la città e il territorio come dei manufatti.

La natura di un manufatto, a sua volta, non è separabile dal luogo in cui esso si trova, poiché nel luogo è stabilito un ordine formale rispetto al quale le opere dell'uomo si conformano. Esse definiscono quindi, un'unità col luogo stesso, quella condizione nella quale risiede il carattere specifico di ogni atto insediativo, di ogni fatto urbano: il *genius loci*.

*"La città come manufatto è composta da una moltitudine di fatti urbani"*⁴⁵.

Lo scopo degli studi a seguire è proprio l'individuazione dei fatti urbani, vale a dire quegli elementi che consentono di cogliere la logica costruttiva della città nelle sue parti formalmente compiute ed architettonicamente riconoscibili.

Le tipologie edilizie

I sopralluoghi, che ci hanno permesso di avere una conoscenza diretta del sito in esame, sono stati uno strumento di analisi fondamentale; così come le immagini satellitari e la funzione Street View del programma Google Earth, per ritrovare facilmente dettagli, modelli tridimensionali e fotografie da diversi punti di vista.

Essendo l'area particolarmente estesa ed eterogenea, presenta al suo interno molteplici e distinte tipologie edilizie; queste sono suddivisibili in varie categorie che si differenziano l'una dall'altra in base alle altezze e alla presenza di determinate caratteristiche dimensionali, distributive ed organizzative.

In generale si possono distinguere:

- *Case unifamiliari* - ospitano un solo nucleo familiare, sono isolate e circondate da uno spazio verde privato.

⁴⁵ Aldo Rossi, 1966

- *Case a schiera* - consistono nell'aggregazione di alloggi unifamiliari, ciascuno dei quali ha due lati in comune con gli alloggi contigui e dispone di due fronti liberi.
- *Case a corte* - caratterizzate dalla presenza di uno spazio aperto, comune o privato, munito di accesso verso strada e intorno al quale si dispongono una o più unità abitative.
- *Case a ballatoio* - dette anche "case di ringhiera", rappresentano una particolare tipologia di appartamenti in cui i ballatoi fungono da spazio comune per accedere alle diverse stanze o, nel caso di un condominio, alle singole unità abitative. Il ballatoio, è l'elemento architettonico a ridosso della parete dell'edificio, generalmente quella esterna, munito di ringhiera o di un parapetto o di una balaustra di protezione.
- *Palazzine plurifamiliari* - ovvero condomini consistenti in un fabbricato solitamente libero da ogni lato, con più appartamenti per piano e con un numero variabile di piani. La caratteristica di questa tipologia abitativa è la presenza di cortili interni o chiostrini sui quali si affacciano i vani di servizio. Si tratta di una soluzione residenziale che si diffuse nelle prime fasce periferiche delle grandi città, nel secondo Dopoguerra.
- *Case in linea* - caratterizzate dall'aggregazione di almeno due palazzine unifamiliari, con un numero di piani, di corpi scala e di alloggi variabili per piano. Il corpo di fabbrica ha generalmente dimensioni costanti lungo l'asse trasversale e può crescere indefinitamente lungo l'asse longitudinale. Questo tipo di soluzione abitativa è detta "a stecca" quando l'asse longitudinale è rettilineo, "a crescent" quando l'asse è curvo, "ad angolo" quando segue assi di aggregazione ortogonali.
- *Case a torre* – ovvero condomini isolati, che si sviluppano verticalmente, e consentono di diradare nel verde il costruito, pur mantenendo alta la densità abitativa. Questo tipo di edilizia fu promossa soprattutto dagli architetti razionalisti nella prima metà del Novecento perché offriva maggior superficie libera per uso pubblico e gli alloggi presentavano migliori condizioni di illuminazione ed aerazione. La casa a torre può superare i 30 metri e presenta un numero variabile di appartamenti per piano.

Le mappe di Nolli

Una tecnica per mappare la città pubblica, è quella dell'ingegnere e architetto comasco Giovanni Battista Nolli (Como,1692 – Roma,1756) più noto come incisore e cartografo.

Egli svolge inizialmente la professione di geometra a Milano, dove cura la compilazione del catasto locale. Successivamente si trasferisce a Roma, che a differenza di altre grandi capitali europee, manca a quel tempo di una mappa moderna e particolareggiata.

Nel 1736, Nolli matura l'idea di redigere una carta che riporti dettagliatamente strade, monumenti e territorio circostante; per fare questo, si avvale della collaborazione del figlio Carlo, cui si aggiungono nel tempo altre personalità illustri, come il giovane incisore veneto Giovanni Battista Piranesi ed il siciliano Giuseppe Vasi.



2. 33 Parte della Nuova Topografia di Roma

Il cardinale Prospero Lambertini, salito al soglio pontificio come Benedetto XIV (1740-1758), ufficializza la realizzazione della mappa di Roma, autorizzando gli incaricati ad entrare in proprietà private quali palazzi, giardini, cortili, chiese e conventi per effettuare i rilievi.

La tecnica utilizzata da Nolli "... *rivela le sottili e complesse relazioni tra spazio pubblico e privato a Roma. L'edilizia privata è indicata con un tratteggio grigio e risulta come scavata dagli spazi pubblici, esterni ed interni. Questi spazi, aperti o coperti, sono mostrati nel dettaglio attraverso un poché più scuro. Gli interni delle chiese vengono evidenziati come le piazze e i cortili dei palazzi, pur essendo articolati in una grande varietà di scala e qualità.*"⁴⁶

Il risultato è una prestigiosa e straordinaria mappa (176 x 208 cm), la Nuova Topografia di Roma, composta da dodici fogli e corredata da indici dettagliati di strade e monumenti, ultimata e pubblicata nel 1748.

La mappa, inoltre, mostra la nuova divisione, voluta nel 1744 da Benedetto XIV⁴⁷, della città di Roma, in quattordici Rioni; questo, porta successivamente alla realizzazione di splendide targhe lapidee, indicanti vie e piazze, molte delle quali tuttora presenti nelle strade della capitale.

Città pubblica e città privata

Applicare il metodo di Nolli all'area progettuale, mappando tutti gli spazi pubblici, è stato utile per far emergere i luoghi delle relazioni e delle connessioni della parte di città di cui ci si è occupati.

Il termine *spazi pubblici* non va inteso solo per quegli ambiti, come i parchi o i giardini di proprietà pubblica e di libero accesso, ma in senso più ampio, per tutte quelle aree che costituiscono ciò che può essere chiamata *città pubblica*. Con questo termine si riassume la combinazione degli elementi fisici e non-fisici che supporta l'ampia varietà di azioni sociali e di attività urbane.

La *città pubblica* e la *città privata* sono il più delle volte, inscindibili: "... *agiscono come due livelli sovrapposti, spesso collegati e a volte confusi l'uno nell'altro – qualche volta ci sono spazi semi-pubblici o semi-privati–, ma la città pubblica agisce da elemento di collegamento tra le diverse componenti.*"⁴⁸

Per l'elaborazione grafica della tavola 06, si è deciso di adottare la seguente strategia:

- una campitura piena indica le superfici non permeabili, quindi inaccessibili alla maggior parte delle persone; rientrano in questa categoria: gli edifici residenziali, i depositi, gli stabilimenti produttivi e tutte le strutture di proprietà privata.
- Una campitura retinata indica le superfici semi-permeabili, cioè quegli spazi dotati di maggior fruibilità, ma delimitati da elementi fisici e il cui

⁴⁶ Cit. Venturi R., Scott Brown D., Izenour S. (1985), *Imparare da Las Vegas: il simbolismo dimenticato della forma architettonica*, a cura di M. Orazi, ed. Quodlibet Abitare, p.29

⁴⁷ al Pontefice è dedicata la mappa di Nolli

⁴⁸ Cit. Palazzo D.(2008), *Urban Design. Un processo per la progettazione urbana*, Mondadori università, Milano

accesso è parzialmente controllato; fanno parte di questa categoria: gli spazi aperti interni agli edifici, i cortili, gli uffici amministrativi, gli impianti sportivi e ricreativi, le case di cura.

Tutto ciò che è lasciato senza campitura, rappresenta le superfici permeabili: strade, piazze, parchi, giardini, aiuole, sparti-traffico, marciapiedi, aree pedonali e piste ciclabili, per quanto riguarda spazi ed infrastrutture, vale a dire quei luoghi aperti dove avvengono gli spostamenti e le relazioni delle persone. Per quanto concerne invece, i servizi pubblici si è deciso di far rientrare in questo campo: le scuole, i luoghi di culto, gli ospedali e i poliambulatori.

Grazie alla mappa di Nolli, è emerso quali siano i luoghi della vita collettiva, gli spazi pubblici dell'area, e il rapporto di questi con l'intorno.

2.4 L'Uso del suolo

Una trasformazione urbana porta sempre una differente domanda dei servizi all'interno di un'area, motivo per cui, è stato indispensabile svolgere un'analisi dei servizi oggi presenti, per poter indirizzare le scelte progettuali nel miglior modo possibile, andando a sopperire alle necessità dell'area.

L'analisi della destinazione d'uso del suolo, dell'ATU Piazza d'Armi, denota la presenza quasi esclusiva di edifici residenziali, fatta eccezione per quelli che offrono al pian terreno, servizi di vario genere.

Secondo i dati forniti dagli elaborati del Piano dei Servizi del PGT, la destinazione d'uso degli edifici della zona risulta in prevalenza ad uso abitativo.

Infatti secondo le tabulazioni le destinazioni d'uso risultano in percentuale:

- Ad uso abitativo: 83,1% - 86,1%
- Uffici: 1,8 - 3,7%
- Commercio e Industria: 3,8% - 6,9%
- Servizi Pubblici: 3,4% - 4,8%
- Altro 2,9% - 3,6%

E' emerso inoltre, che circa il 46,3% delle abitazioni risulta essere in affitto.

Oltre alla principale vocazione residenziale, l'area è caratterizzata dalla presenza di numerose ed importanti strutture sanitarie: l'Ospedale San Carlo Borromeo, il Centro Diagnostico Italiano, sei centri poliambulatoriali, due strutture psichiatriche, tre centri di ricovero e cura, quattro farmacie private, due farmacie comunali, un veterinario.

In zona sono situati diversi impianti sportivi: il complesso cittadino di San Siro con lo Stadio Meazza e gli ippodromi del trotto e del galoppo, dieci centri polisportivi tra cui il J.F. Kennedy.

Sono presenti, inoltre, due grandi depositi dell'ATM, uno per filobus ed autobus, l'altro per tram e un'area dell'AMSA per lo smaltimento rifiuti urbani.

Per quanto riguarda il sistema dell'istruzione in zona sono situati: una ventina di asili-nido, una quindicina di scuole per l'infanzia, otto scuole primarie, nove scuole secondarie, un istituto tecnico ed un professionale.

Secondo le indicazioni del PGT, la dotazione dei servizi totale per la zona dovrà essere pari a 1.404.475 m² ovvero 59m²/ab, mentre la dotazione minima dei servizi totale dovrà essere di 643.897 m² ovvero 28 m²/ab.

Per un'analisi più approfondita si riportano gli indicatori territoriali:

- Numero di esercizi di vicinato: 144 pari a 0,5 unità/ha
- Numero di esercizi commerciali media grandezza: 3 pari a 0,01unità/ha
- Numero esercizi commerciali grandi: 0,0 unità
- Numero di pubblici esercizi: 48 pari a 0,2 unità/ha
- Superficie di vendita di esercizi di vicinato per unità di superficie: 23m²/ha pari a 0,3 m²/ab
- Superficie di vendita di esercizi di media distribuzione per unità di superficie: 13m²/ha pari a 0,2m²/ab
- Numero d'impresе: 76⁴⁹ unità

2.5 Analisi socio-demografica

La costruzione di nuovi complessi residenziali e l'aumento dei servizi ha permesso oggi al quartiere una maggiore mescolanza a livello sociale, favorendo l'ingresso nel quartiere di molte nuove famiglie, ma rimangono ancora oggi sacche di degrado e fenomeni di disagio sociale.

Secondo gli ultimi dati forniti dal PGT, nell'allegato 3 del piano dei servizi, dove si possono trovare le 88 schede dei nuclei d'identità locale (NIL), i residenti nella zona⁵⁰ Forze Armate sono 23.760, di cui il 10,9% stranieri, in prevalenza di cittadinanza filippina; la densità abitativa è di 7.409 ab/Km².

La popolazione dell'area risulta per la maggior parte composta da adulti, infatti, solo il 4,8% della popolazione è costituita da bambini aventi dagli 0 ai 5 anni d'età, mentre il 10,5 % è rappresentato dagli anziani sopra i 75 anni.

⁴⁹ Dato riferito all'anno 2007

⁵⁰ Cfr. scheda 56 con denominazione Forze Armate, allegato 3, Piano dei servizi, PGT.

Dagli studi effettuati è emerso che la popolazione si sposta quotidianamente, con un flusso di abitanti in uscita pari a 9.875 unità, mentre quello in entrata si valuta attorno ai 7.745 abitanti.

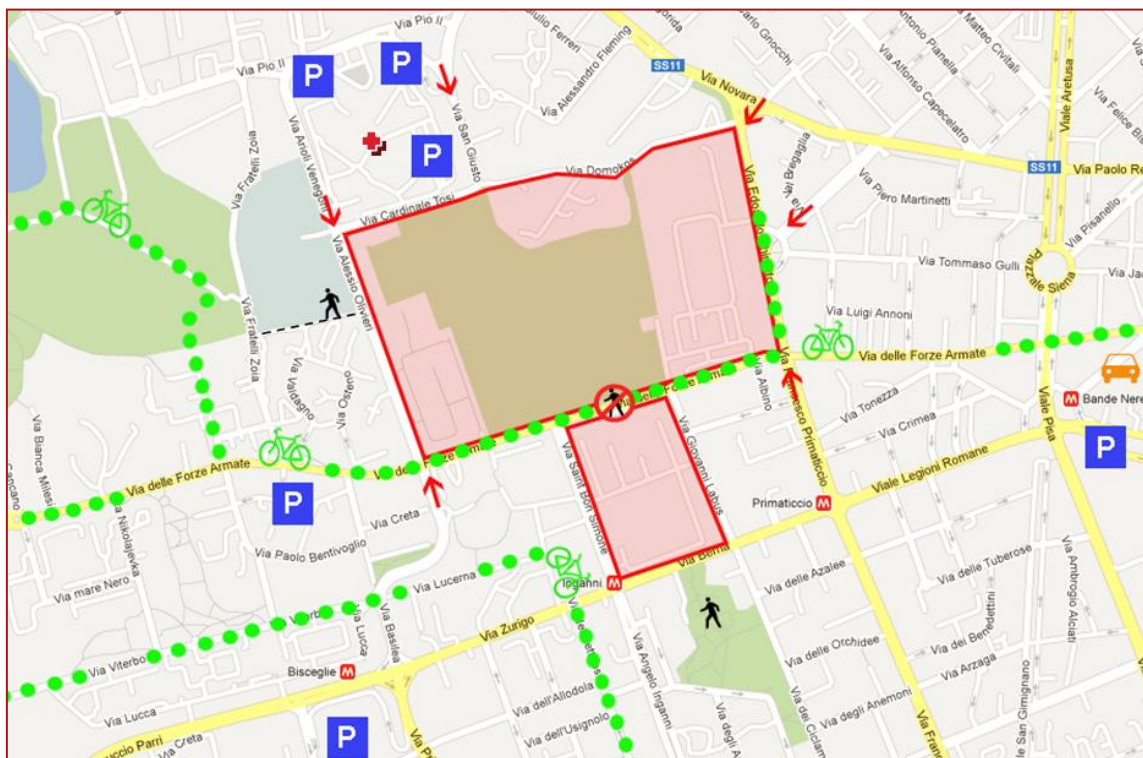
Le proiezioni demografiche per il 2027 stimano che la popolazione diminuirà, prevedendo 19.360 abitanti, di cui il 3,5% bambini fino ai 5 anni d'età ed il 23,3% anziani oltre i 75 anni; quindi, si prevede non solo una diminuzione della popolazione dell'area ma anche un netto invecchiamento della stessa.

2.6 Studio della mobilità

L'accessibilità all'area

Gli accessi alla sede progettuale sono molteplici, dato che la zona è ben connessa dai mezzi pubblici al resto della città. I principali autobus ATM che attraversano il quartiere, con le corrispondenti tratte sono:

- la linea 49 *P.zle Lotto – Stazione S.Cristoforo*;
- la linea 63 *De Angeli – Quartiere degli Olmi*;
- la linea 64 *Quartiere Lavagna – Quinto Romano*;
- la linea 67 *Baggio – P.ze Baracca*;
- la linea 72 *De Angeli – Molino Dorino*;
- la linea 78 *Lorenteggio – Via Govone*;
- la linea 80 *De Angeli – Bonola*;
- la linea 327 *Biseglie – Trezzano sul Naviglio*;



2. 34 Schema degli accessi principali all'area

L'area è raggiungibile in pochi minuti con la metro M1: le fermate più vicine sono Primaticcio e Inganni.

Sono presenti in zona alcune piste ciclabili, i cui percorsi però non sempre sono continui, ben definiti e opportunamente segnalati lungo Via delle Forze Armate e Via Chinotto, Via dello Storno, Via Lucerna, Via Viterbo e all'interno del Parco delle Cave.

Attualmente non sono presenti stazioni *Bikemi*, il servizio di bike sharing di Milano, ma in futuro è auspicabile e possibile che vengano installate anche qui, dato il notevole successo riscontrato nelle altre aree della città. E' presente invece, a meno di un km dalla caserma S.Barbara, in Piazza Bande Nere il servizio *GuidaMi*, cioè di car sharing, che mette a disposizione del cittadino una vasta gamma di veicoli, utilizzabili in qualsiasi momento. Entrambe le iniziative dell'ATM hanno come fine la riduzione dei problemi legati a traffico ed inquinamento.

La disponibilità di parcheggi in zona è piuttosto ampia; è presente una struttura multipiano in Via Caterina da Forlì con 400 posti auto e un'altra coperta in prossimità della Stazione Bisceglie con oltre 1200 posti. Altri parcheggi disponibili a pagamento sono quelli pertinenti al vicino Ospedale San Carlo.

Le sedi stradali che delimitano l'area progettuale sono dotate di doppi marciapiedi, ciò nonostante gli attraversamenti pedonali sono rari, e le aree o i percorsi esclusivamente pedonali sono per lo più assenti.

Traffico e viabilità

L'area di progetto è situata in una zona dove sono presenti strade ad alto scorrimento, caratterizzate da una frequenza compresa tra i 2000 e i 3000 veicoli all'ora, che la pongono facilmente in comunicazione sia col centro di Milano che con i principali abitati periferici vicini e ad essa adiacenti, come Settimo Milanese, Cesano Boscone, Abbiategrasso, Romano Banco, Rozzano. Il traffico perciò, specialmente nelle ore diurne, è piuttosto intenso sia su Via Novara (SS11), che su Via Berna, e su Via Lorenteggio (SS494).

I percorsi stradali caratterizzati invece, da un traffico medio-intenso ed una frequenza compresa tra i 1000 e i 2000 veicoli all'ora sono: Via Chinotto (poi Via Primaticcio), Via delle Forze Armate e Via Saint Bon. Infine, a soli 3 km in linea d'aria dall'area progettuale scorre la A50, Tangenziale Ovest di Milano, con un flusso medio superiore ai 3000 veicoli orari.

Alla luce di questo, è facile immaginare come la zona in questione, in particolar modo negli orari di punta, risulti congestionata e pervasa da inquinamento acustico ed atmosferico.

2.7 Il Sistema del verde

La zona 7 è quella con il maggior numero di aree verdi di tutto il Comune di Milano. Difatti, in essa si trovano il parco delle Cave, il bosco in Città, il parco di Trenno, il parco di Baggio, il parco Valsesia, il parco Annarumma, il parco Diotti Manaresi ed il parco del Centenario.

L'area di progetto è caratterizzata da ampi spazi sistemati a verde tra gli edifici e dall'assenza di recinzioni (fatta eccezione per i complessi scolastici, per ovvi motivi di sicurezza). Questo tipo di progettazione, che configura un quartiere "aperto", è molto frequente nel periodo tra il secondo Dopoguerra ed i primi anni '70. La scelta di lasciarlo "aperto" appare coerente con quest'impostazione planivolumetrica, poiché recintandolo costituirebbe una lunga barriera urbanistica tra ampie parti del territorio, senza possibilità d'attraversamento anche solo pedonale, a differenza di un'urbanizzazione con isolati di minori dimensioni che, pur venendo recintati, mantengono un'accettabile permeabilità del tessuto urbano.

Nella zona presa in esame troviamo ampi spazi di verde pubblico: tra Via Lucca e Via Parri si conformano come fascia di protezione dalla strada ad alto scorrimento, mentre in Via Viterbo si allargano nel Parco Viterbo-Forze Armate.

Un'altra ampia area comunale tra Via Viterbo e Via Bentivoglio è stata data in concessione ad una società per la realizzazione di un centro ippico, ma, non essendo stato completato entro i termini, il Comune le ha revocato la concessione del terreno. A fianco di quest'area, sempre su terreno comunale, vi è un centro sportivo per il gioco del calcio gestito da un'associazione privata.

Nell'area ci sono molti spazi liberi da edificazioni, comprendenti anche l'area Cascina Sella Nuova, da ristrutturare, che potrebbero esser ricollegati e messi a sistema di verde pubblico con il parco Annarumma tra Via Creta e Via Lucerna e il futuro parco sul deviatore dell'Olonà, tra Via Bagarotti e Via Parri, nella prospettiva di realizzare un parco lineare da Via Saint Bon fino a Via Bagarotti (spina verde).

Il Parco delle Cave

Il Parco delle Cave è il secondo parco di Milano per dimensioni, dopo il parco Nord, con un'estensione pari a 135 ettari.

Situato nel quartiere di Baggio, è caratterizzato da quattro laghi, boschi, corsi d'acqua, orti urbani, un'area agricola con marcite e soprattutto la cascina Linterno.

Insieme al "Bosco in città" e al Parco di Trenno costituisce parte del Parco Agricolo Sud di Milano.

La storia di questo parco inizia negli anni venti con l'estrazione di ghiaia e sabbia, in un territorio di vaste aree agricole, provocando la nascita di quattro cave: Cabassi, Casati, Ongari-Cerutti, Aurora.



2. 35 Immagine del Parco delle Cave

Negli anni sessanta, alla cessazione delle attività estrattive e di molte attività agricole segue un lento abbandono della zona; le Associazioni del territorio, con l'allora Consiglio di Zona 18, alcuni cittadini ed il primo Assessore all'Ambiente del Comune di Milano Ercole Ferrario, decidono di dare attuazione al piano regolatore del 1976, che destinava l'area delle Cave a Parco e si inizia il risanamento dell'area con l'immissione di acque del Ticino, tramite il Canale Villoresi.

Voluto dall'allora Assessore ai Parchi del Comune di Milano Cinzia Barone, realizzato dagli architetti Reggio e Lodola di Milano, viene prodotto sul finire degli anni Ottanta il progetto "Parco delle Cave"; tale progetto vide il coinvolgimento di tutte le Associazioni della Zona 18, che lo approvarono e venne ultimato solo nel 1997.

2.8 La lettura del paesaggio urbano

Kevin Lynch⁵¹, pubblica nel 1960 “*L'immagine della città*”, il risultato di una indagine durata cinque anni sul modo in cui i frequentatori delle città percepiscono lo spazio urbano ed organizzano le informazioni spaziali che ricevono ed elaborano durante le loro esperienze.

L'esito a cui Lynch giunge, utilizzando come casi studio Boston, Jersey City, e Los Angeles, è che esiste un'immagine pubblica della città data dalla sovrapposizione di molte immagini individuali.

Le persone, infatti, percepiscono lo spazio urbano che frequentano o nel quale vivono attraverso elementi e schemi mentali comuni, che possono essere sintetizzati nelle seguenti cinque categorie:

- *Percorsi*: sono i canali lungo i quali l'osservatore si muove abitualmente, occasionalmente o potenzialmente come: strade, camminate, passaggi, vie pedonali, linee di trasporto pubblico e altri canali utilizzati per spostarsi. Per molte persone, questi costituiscono gli elementi preminenti della loro immagine.
- *Margini*: costituiscono quelle interruzioni lineari di continuità che l'osservatore percepisce come limite o confine tra due diverse aree come mura, edifici, spiagge, rive.
- *Quartieri*: sono porzioni di città di grandezza media o ampia, contraddistinte da caratteri specifici e da una propria identità, in cui l'osservatore entra mentalmente “dentro”.
- *Nodi*: vale a dire i punti focali o i luoghi strategici di una città, verso i quali o dai quali l'osservatore si muove. Possono essere: intersezioni tra vie di comunicazione, punti d'incontro, un attraversamento o una convergenza di percorsi. Il nodo può rappresentare, anche, la condensazione di qualche uso o caratteristica fisica.
- *Riferimenti*: sono oggetti dello spazio velocemente identificabili, anche a distanza, che funzionano come punto di riferimento ed orientamento, solitamente sono un oggetto fisico ben definito.

In ogni elemento considerato ci possono essere caratteristiche tali da poterlo attribuire ad una categoria piuttosto che ad un'altra; l'attribuzione di tali elementi urbani, dunque, non è da applicare in modo rigido.

⁵¹ Kevin Lynch nasce nel 1918 a Chicago, IL, e muore nel 1984 Martha's Vineyard, MA, è considerato uno grande urbanista e architetto statunitense. Frequenta la Yale University, fece il tirocinio nello studio Taliesin di Frank Lloyd Wright e presso il Rensselaer Polytechnic Institute e si laureò in urbanistica presso il MIT nel 1947. L'anno dopo iniziò ad insegnare al MIT dove concentra la sua attività di ricerca nello studio della percezione del paesaggio urbano da parte delle persone, approfondendo la psicologia ambientale e la geografia della percezione.

Secondo Lynch, la leggibilità di un luogo, ossia la capacità da parte di una comunità di ambientarsi, orientarsi e capire un determinato spazio urbano, gioca un ruolo fondamentale, quando il progettista si accinge a modificarne una parte. L'individuazione, infatti, dell'immagine pubblica e della ricorrenza degli elementi nelle "mappe mentali" dei cittadini, consente all'urbanista di agire sulla città, laddove l'analisi faceva emergere le debolezze sul piano visivo.

Il riconoscimento dei cinque elementi chiave in una porzione di città, sottoposta a progetto, dovrebbero compiersi sulla base di una consultazione con il pubblico; il riconoscimento degli stessi da parte del progettista limita e per certi versi, snatura l'analisi e i risultati, anche se può essere comunque utilizzata come base per lo studio.

Analisi Lynchiana

Una delle lezioni più importanti di Lynch è stata quella di aver collocato i cittadini tra i protagonisti della fase analitica. Volendo ripercorrere i suoi passi, è stata eseguita un'intervista diretta agli abitanti ed ai frequentatori della zona 7 di Milano, in particolar modo nei quartieri: Forze Armate, Siena, Selinunte, Stadio e Quarto Cagnino.

A ciascun intervistato, a seconda delle risposte date, venivano poste determinate domande, associate alla richiesta di stesura di una mappa, attraverso schizzi. Il questionario da noi elaborato, prima di effettuare il sopralluogo vero e proprio, comprendeva le seguenti domande:

- Cosa le viene in mente, innanzitutto, se le dico Zona 7 di Milano? Come la descriverebbe?
- Riesce a descrivermi il quartiere in cui si trova adesso? Potrebbe tracciarmi una rapida pianta esemplificativa? Non ci attendiamo un disegno accurato – solo un rozzo schizzo.
- Vorrebbe mostrarmi sulla sua pianta la direzione del Nord?
- Può descrivermi il tragitto che Lei compie di solito per andare al lavoro da casa sua? Immagini di compiere effettivamente tale tragitto e mi descriva la sequenza delle cose che Lei vedrebbe, udirebbe o fiuterebbe lungo la strada. Ci interessano le caratteristiche fisiche delle cose che incontra.
- Quali sono secondo Lei gli elementi distintivi della zona?
- Dove si reca abitualmente per trascorrere il suo tempo libero in zona e con gli amici o la famiglia?
- Reputa che il quartiere sia sufficientemente sicuro?
- Come giudica la connessione del quartiere al resto della città?

-
- Cosa Le piace e cosa non Le piace del quartiere e della zona più in generale?
 - Cosa sostiene che possa mancare al quartiere? Quali servizi vorrebbe introdurre?
 - Conosce la caserma Santa Barbara, chiamata comunemente "Perrucchetti"?
 - Le piace vivere/lavorare in una zona dove è presente un presidio militare?
 - Dato che da PGT è previsto lo smantellamento della caserma e la futura trasformazione dell'ambito urbano, cosa ci vedrebbe al suo posto?

Ciascun'intervista durava non più di venti minuti, a seconda anche della disponibilità dei soggetti, i quali, per la maggior parte, prestavano grande interesse e spesso qualche emozione.

Esito delle interviste

Le persone interrogate, sono state da noi classificate in distinti campioni, diversi per residenza, età, occupazione. Di seguito, l'esito del sopralluogo.

CAMPIONE 1 _ Tipologia: residenti Età: pensionati

Per quanto riguarda il primo campione preso in esame, è emerso che circa il 65% degli intervistati non conosce bene i confini della zona 7.

L'area è ben servita dai mezzi pubblici, ma la maggior parte dei soggetti preferisce l'uso della propria autovettura per gli spostamenti.

Il 35% delle persone prese a campione, riferisce una problematica sociale e progettuale che limita molto la fruibilità degli spazi, ovvero la presenza di barriere architettoniche, per chi è portatore di disabilità motorie.

È emerso che per alcuni, gli spazi pubblici presenti sono pochi e vengono utilizzati prevalentemente per portare fuori il cane, per altri invece, il verde abbonda ma risulta assolutamente disordinato e degradato.

Quando si è affrontato il discorso sicurezza quasi l'80% ha risposto che si sente sicuro a camminare per strada; ciò nonostante sono presenti diverse problematiche sociali, prima fra tutte, il fatto che la zona sia abitata soprattutto da musulmani, pensionati delle case popolari e pregiudicati. Questo comporta una forte incompatibilità nella socializzazione. Il 20 % non ha saputo rispondere.

La zona, per il campione in esame, è dotata dei servizi principali, come supermercati e farmacie, ma quelli per il tempo libero, lo svago e il relax sono pressoché assenti come, per esempio, ristoranti e pizzerie.

Molti degli intervistati sostengono che la presenza dello stadio non sia un aspetto positivo, in quanto crea problemi di traffico, di parcheggio e di inquinamento acustico.

Per quanto riguarda i quesiti inerenti l'ambito di progetto, il 90% dei soggetti risponde di conoscere la caserma e trova che sia un elemento distintivo dell'area; il desiderio principale, è quello di poterla trasformare in un luogo vivo e fruibile da tutti. Il 10% non identifica il luogo della Caserma Perrucchetti o non la conosce affatto.

Si suggerisce una progettazione che possa inserire funzioni legate all'arte e alla cultura in generale; il 50% ha espresso interesse verso servizi museali a carattere scientifico, il 30% invece, verso attività legate al mondo militare, il 15% auspica che la caserma non venga spostata (ciò rappresenterebbe una perdita per la zona), il 5 % non sa.

La quasi totalità degli intervistati spera nell'introduzione di spazi di aggregazione per il loro tempo libero, con servizi per la collettività come cinema, teatri, mall commerciali, ristoranti, in modo tale da non costringerli a spostarsi lontano da casa.

CAMPIONE 2 _ Tipologia: residenti Età: lavoratori

Il secondo campione preso in esame, vive e lavora in zona e sostiene di conoscerla bene.

All'interno dell'area, si trova uno strano mix sociale che va dai pensionati delle case popolari al famoso dirigente d'azienda o calciatore.

È emerso dalle interviste, una visione d'insieme abbastanza chiara. Il 50% ha parlato delle tipologie edilizie, evidenziando la presenza di edifici bassi ed esprimendo il desiderio di un maggior sviluppo in altezza degli stessi, col fine di lasciare più verde possibile. Quasi la totalità delle persone, ha espresso la propria contrarietà alle strisce di verde non attrezzato, considerate utili solo per portarci i cani, portando ad esempio Via Novara.

Il 70% degli intervistati, parlando degli spazi pubblici, lamenta il traffico e l'inquinamento acustico proveniente dalle grandi arterie di comunicazione che pongono l'area in connessione col centro città.

La tematica dei parcheggi ha visto le persone in esame, dividersi in tre categorie: il 37% sostiene che nella zona si parcheggi facilmente, il 40% invece, ritiene che la presenza dei centri sanitari (ospedale S. Carlo e Centro Diagnostico Italiano) provochi un forte aumento del numero dei veicoli, con relativa difficoltà di trovare posti auto liberi durante il giorno, il 23% infine, ha sottolineato come problematica, in tal senso, la vicinanza allo stadio.

Per quasi il 70% del campione preso in esame, il quartiere in cui vive presenta una buona illuminazione notturna, non ha particolari problemi di sicurezza, anzi, lo si può ritenere in linea con il livello di sicurezza del resto della città.

Quando è stata affrontata la tematica del tempo libero, l'85% ha sostenuto, lamentandosi, che la mancanza di servizi in zona, costituisce un forte limite: qualsiasi attività ricreativa si voglia compiere si è costretti a spostarsi verso il centro città o aree limitrofe.

A fronte di questa problematica è dunque emersa la volontà di vivere e lavorare in una bella zona, con attività commerciali, quali negozi, locali, ristoranti dove trascorrere le proprie ore di svago, dando molta importanza al clima di vitalità sociale, artistico-culturale.

Alla domanda circa la conoscenza della Caserma Santa Barbara, il 100% del campione ha risposto positivamente.

Dai quesiti svolti, è emerso che, al posto della caserma, il 45% auspica la realizzazione di un nuovo complesso residenziale moderno e tecnologico, così come poli d'attrazione culturale: un teatro, un cinema, un auditorium. Il 35 % del campione darebbe priorità all'aspetto commerciale, pensando a grandi mall o a vie per lo shopping, in quanto la loro assenza, amplifica l'idea di vivere in periferia. Il restante 20% ha, invece, sottolineato la mancanza in zona di spazi per l'aggregazione sociale e spera quindi, nell'introduzione di "qualcosa", anziché niente.

CAMPIONE3 _ Tipologia: residenti Età: studenti

Il terzo campione coinvolto, conosce bene la zona, dall'intervista infatti, emerge subito una collocazione mentale precisa, sia della caserma sia del Centro Diagnostico che dell'Ospedale Militare.

La maggior parte degli intervistati sostiene che il verde di zona sia molto degradato e pericoloso, pertanto si mostra favorevole ad una riqualificazione del sistema dei parchi, essendo questi elementi di pregio e d'interesse sociale.

L'80% dei soggetti coinvolti fa una distinzione delle categorie sociali presenti, evidenziando quanto risultino essere varie sia per censo ed estrazione che per religione ed etnia.

La zona è ben servita dai mezzi pubblici, ed è piuttosto sicura anche la sera; occorre fare attenzione solo a determinate aree, in particolar modo ai giardini pubblici.

Per quanto riguarda la viabilità, una parte considerevole del campione riporta la presenza di una disfunzione veicolare presso alcuni nodi; il traffico risulta spesso abbondante in prossimità del deposito ATM.

Per il 30% degli intervistati le piste ciclabili sono assolutamente inutili, perché quelle in zona presentano delle discontinuità e risultano pericolose in prossimità degli attraversamenti e delle interruzioni, a causa di un traffico veicolare importante; per il 60% la bici non è il proprio mezzo di trasporto; il restante 10 % è indifferente all'argomento. Il mezzo maggiormente utilizzato dal campione per spostarsi, infatti, è la linea rossa della metropolitana; il centro città, i luoghi di aggregazione e d'interesse giovanile sono troppo lontani per essere raggiunti con la bicicletta.

È emersa, inoltre, la mancanza di spazi per l'incontro e il tempo libero dei ragazzi, così come locali, caffetterie, bar, cinema multisala e luoghi per eventi artistico-culturali. Gli intervistati auspicano la realizzazione di poli di attrazione e d'interesse generale sia per chi già vive in zona sia per i possibili fruitori esterni.

I principali punti di riferimento della zona, per il campione in esame, sono: il Centro AMSA, il Centro Diagnostico, il nuovo centro direzionale della L'Oreal, il teatro la Creta.

CAMPIONE4 _ Tipologia: non residenti Età: lavoratori

La maggior parte del quarto campione intervistato non conosce la zona in quanto vi si reca solo per lavoro.

Il 70% ha l'abitudine di spostarsi con la propria autovettura per raggiungere il luogo di lavoro anche se poi risulta difficoltoso trovare parcheggio.

Alcuni commercianti riportano lamentele della loro clientela riguardanti soprattutto il rumore veicolare notturno, e la presenza massiccia in zona di extracomunitari.

Gli intervistati sostengono che siano presenti i servizi primari, ma sottolineano la forte carenza di quelli per l'intrattenimento e per il sociale.

I commercianti riportano che di giorno la zona è sicura e il livello di sicurezza è in linea con quello di altre aree della città.

Il 50% dell'intervistati conosce la caserma e sa del suo possibile trasferimento; ciò sostengono, non possa essere di gran aiuto alla zona, senza però soffermarsi sul motivo. Nel caso in cui questo avvenga, auspicerebbero la costruzione di nuove residenze e l'introduzione di funzioni ed attività capaci di migliorare l'aggregazione sociale come centri commerciali, cinema, spazi per l'intrattenimento.

Al termine delle interviste ai vari campioni, le risposte, i disegni e le relative piante schizzo sono state analizzate e rielaborate, per essere sintetizzate in due elaborati grafici diversi, riportati nella tavola 09.

Gli elaborati riguardano da una parte, l'immagine dell'area ricavata dagli schizzi dei cittadini, dall'altra, l'immagine della stessa ricavata da ciò che loro dicevano.

Quindi, si è potuta creare una scala valoriale per i diversi elementi emersi, basata sulla ricorrenza delle informazioni riportate dai vari campioni, facilmente riconducibili alle categorie individuate da Lynch.

L'analisi si è conclusa con un quadro abbastanza positivo, essendo il materiale ricavato, ricco di idee e di suggerimenti, caratterizzato da una sufficiente coerenza interna ad indicare che sostanzialmente, esistono *immagini di gruppo*. Le coincidenze nella descrizione, nell'attribuzione di gradi di vividezza, e persino di incertezza, lo dimostrano chiaramente. Certe caratteristiche quali lo spazio aperto, la vegetazione, il senso di movimento lungo i percorsi, la conformazione degli edifici, i contrasti visivi, mostrano particolare importanza nel paesaggio urbano.

3. Sintesi

Per raccogliere e schematizzare le informazioni ottenute durante la fase di analisi sono stati utilizzati due metodi: primo, la stesura della Carta dei Limiti e delle Opportunità che riporta con indicazioni simboliche su una mappa del territorio gli aspetti favorevoli e contrari per il progetto; secondo, l'analisi FDOM, che raccoglie gli stessi sotto forma di tabella, distinguendoli tra elementi endogeni all'area d'intervento ed elementi esogeni.

La scelta di riportare i risultati degli studi svolti attraverso entrambi gli strumenti risponde alla volontà di far emergere, grazie alle peculiarità di ciascuno, da un lato la distribuzione spaziale degli elementi e il rapporto fra essi, dall'altro la loro classificazione precisa. Sia l'analisi FDOM che la Carta dei Limiti e delle Opportunità sono risultate essere tecniche efficaci nella gestione di tutte le conoscenze acquisite e nella guida del progetto nelle fasi successive.

3.1 Analisi FDOM

L'analisi FDOM nasce da Albert Humphrey⁵² con l'acronimo inglese di S.W.O.T.⁵³, nel 1960 durante una conferenza a Stanford Research Institute⁵⁴, per l'ambito aziendale. E' un sistema nato per capire dove un'azienda è forte o debole e se l'ambiente esterno valorizza o deprime le abilità o le carenze.

Dunque gli elementi da valutare in questo tipo di analisi sono:

- le *Forze interne* – apportano valore e sono generalmente degli elementi essenziali. L'esame dei punti di forza è una valida occasione per costruire potenti strategie di miglioramento interno.
- Le *Debolezze* - sono elementi che sottraggono vitalità all'abilità di costruire, mantenere e sviluppare un vantaggio competitivo; sono deficit di capacità, skill, tecnologia, processi, prodotti e servizi.
- Le *Opportunità* - sono, invece, elementi esterni di attrattività, in virtù dell'impatto positivo che potrebbero generare sull'assetto aziendale. Costituiscono il potenziale che si può ottenere, attivando tali eventi nelle strategie.

⁵² Albert Humphrey, nato il 2 Giugno 1926 morto il 31 Ottobre 2005, laureato presso la University of Illinois in Ingegneria chimica, frequenta un master alla M.I.T. e consegue un M.B.A. alla Harvard University. Considerato un esperto di gestione e consulenza aziendale, e creò un nuovo metodo per eseguire le analisi, conosciuto come SWOT.

⁵³ Strengths, Weaknesses/Limitations, Opportunities, and Threats.

⁵⁴ Humphrey, Albert (2005). "SWOT Analysis for Management Consulting".

- Le *minacce* – consistono in un cambiamento determinato da un evento o trend sfavorevole.

Durante gli anni '80 questa tecnica è stata applicata anche ai processi progettuali a sostegno delle fasi di scelta, cercando di definire le potenzialità di un'area e le condizioni che potrebbero limitarne la trasformazione.

L'area progettuale, dunque, è stata studiata utilizzando questa metodologia, al fine di definire i punti chiave e le relazioni tra la stessa ed il suo contesto; sono stati individuati i seguenti tre livelli tematici:

- il sistema territoriale
- il sistema socio-economico
- il sistema ambientale

Per quanto riguarda gli *aspetti intrinseci* dell'area sono state individuate le seguenti FORZE:

Sistema territoriale:

- accessibilità favorita dalla rete stradale e dalla rete dei mezzi di trasporto pubblico
- ampie sedi stradali
- favorevole collocazione geografica in prossimità delle grandi arterie stradali e della stazione ferroviaria di San Cristoforo, che mette in comunicazione l'area con il resto d'Italia e della nazione e con i principali centri europei.
- Presenza di servizi pubblici: scuole, asili nido, centri sportivi e servizi sociali (domiciliari, residenziali, territoriali).

Sistema socio-economico:

- Presenza di strutture sanitarie, socio assistenziali, istruzione e formazione professionale.
- Presenza di attività produttive/artigianali.
- Presenza di poli attrattivi (ippodromo del galoppo, stadio Meazza).
- Vicinanza con il polo fieristico Fiera Milano City

Sistema ambientale:

- Prossimità ai grandi parchi cittadini (Trenno, Cave e Bosco in città).
- Elevati livelli di efficienza del sistema fognario e di depurazione delle acque.

-
- Presenza di aree verdi.

Per gli aspetti di DEBOLEZZA invece, sono stati individuati i seguenti punti:

Sistema territoriale:

- Tessuto a bassa densità
- Carenza di spazi verdi attrezzati
- Elevati livelli di traffico
- Assenza di strutture per l'aggregazione sociale
- Assenza di architettura e arredo urbano di qualità
- Insufficiente dotazione di parcheggi
- Presenza del dipartimento A.M.N.S.A.

Sistema socio-economico:

- Invecchiamento del patrimonio edilizio e scarsa qualità
- Esclusione sociale

Sistema ambientale:

- Assenza di un'adeguata valorizzazione dei corsi d'acqua dal punto di vista ambientale e paesaggistico
- Scarsa qualità degli spazi verdi a causa del loro isolamento
- Degrado/abbandono dei corsi d'acqua

Per quanto riguarda gli *aspetti estrinseci* dell'area sono state individuate le seguenti OPPORTUNITA':

Sistema territoriale:

- Progetti infrastrutturali
- Progetti di recupero delle aree limitrofe dismesse (ATU)
- Prossima realizzazione della linea metropolitana 4
- Miglioramento dell'accessibilità all'area dall'esterno

Sistema socio-economico:

- Costante crescita dei city-users, visitatori stranieri ed espositori.
- Progetti per Expo2015

Sistema ambientale:

- Raggi verdi
- Progetti comunali per la rete dei navigli come le vie di comunicazione e come aree di notevole pregio naturalistico-paesaggistico

. Per le MINACCE invece, sono stati individuati i seguenti punti:

Sistema territoriale:

- Acutizzazione dei fenomeni di isolamento rispetto al resto della città
- Uso eccessivo dei mezzi automobilistici
- Pressione insediativa

Sistema socio-economico:

- Possibile aumento del traffico indotto dal potenziamento della rete infrastrutturale in prossimità di Expo2015
- Fenomeni di ghettizzazione di alcuni quartieri causati dall'elevata presenza di immigrati di diversa etnia.
- Aumento della micro-criminalità e inclusione sociale
- Progressivo invecchiamento della popolazione
- Influenza negativa data dalla presenza di case popolari e penitenziari

Sistema ambientale:

- Sviluppo disordinato dell'area
- Scarso interesse all'inserimento paesaggistico delle opere infrastrutturali e alla tutela del paesaggio
- Aumento del degrado ed abbandono delle aree verdi
- Peggioramento delle condizioni di clima acustico e qualità atmosferica

3.1 La carta dei limiti e delle opportunità

Nella carta dei limiti e delle opportunità sono state rappresentate le situazioni limite dell'area e gli elementi di forza da potenziare, in ambito progettuale.

Sono stati considerati limiti, quegli elementi che potrebbero rappresentare dei vincoli per lo sviluppo dell'area, ed opportunità, quegli elementi che potrebbero invece, favorirlo.

Per rappresentare questi elementi, si è scelto di utilizzare differenti segni grafici, con delle graduazioni di colore capaci di differenziare le situazioni: colori freddi per i limiti e colori caldi per le opportunità.

In particolare, nell'area di progetto la presenza di strade a scorrimento, assenza di attraversamenti pedonali, barriere fisiche, edifici ed aree verdi di scarsa qualità sono state messe in evidenza come limiti.

Sono state considerate come opportunità: le nuove possibili connessioni e gli spazi di possibile edificazione, in previsione dell'abbattimento del perimetro dell'attuale zona militare, che ad oggi risulta un elemento di forte chiusura e di divisione dell'area.

Si è deciso di evidenziare gli edifici di pregio architettonico e di buona qualità già presenti nell'area, le fermate delle metropolitane, i poli educativi e ricreativi e le aree verdi attrezzate.

E' inoltre presente, una differenza sostanziale tra la zona immediatamente ad Est dell'area progettuale, ovvero verso il centro città, dove si trovano prevalentemente edifici di buona qualità, e la zona ad Ovest dell'area, dove gli edifici risultano di minore qualità e il degrado è molto più evidente.

Analizzando l'area emerge quanto il perimetro della caserma sia ad oggi un elemento di forte caratterizzazione, ma contemporaneamente di divisione con gli spazi urbani ad esso adiacenti. Alla luce di questo e a fronte del futuro abbattimento del confine militare, sono state evidenziate nuove possibili connessioni capaci di dare respiro all'area in oggetto, creando nuove sinergie con le realtà limitrofe.

4. La ricarica delle Batterie

4.2 Il Concept Plan

La fase di progettazione giunta a questo livello necessita di delineare delle scelte, capaci di descrivere il programma da adottare.

Con il *Concept plan* o piano delle idee, si definiscono le caratteristiche qualitative e funzionali del progetto e le esigenze da soddisfare, anticipando quello che sarà il risultato finale sviluppato nella fase di Masterplan, predisponendo le basi per generare il dettaglio dell'area ed analizzando le possibili alternative e soluzioni.

Il concept quindi, è stato uno strumento fondamentale che ha permesso la trasposizione in elementi grafici delle sette *idee forti* sopracitate che avevamo intenzione di perseguire, delle debolezze che volevamo contenere e dei fattori non negoziabili che vincolano il progetto ma dai quali non si può prescindere.

Prima di giungere alla conformazione ultima del concept di progetto, illustrato nella tavola 10 in allegato, sono state valutate diverse alternative, tenendo fermi gli obiettivi e riconoscendo vantaggi e svantaggi dell'una o dell'altra proposta. Questo tipo di approccio, è quello che fa riferimento al processo *Noos*⁵⁵, secondo il quale non esiste un'unica soluzione ad un problema progettuale, ma più soluzioni e risposte al medesimo quesito.

Utilizzare questa metodologia, è stato d'aiuto non solo per strutturare e catalogare tutti gli input che arrivavano durante le fasi di avanzamento dell'attività di pianificazione urbana dell'area, ma anche per adottare una strategia di rotta che fosse il più possibile vincente ai fini del traguardo finale.

L'idea- chiave

In primo luogo, abbiamo considerato il *carattere* dell'area, riconoscendone gli elementi peculiari, valorizzandone le preesistenze storiche e le qualità paesaggistiche. La sfida maggiore è stata riuscire a dominare in modo coerente e razionale un'area vasta come quella dell'ATU "Piazza d'Armi": a fronte della scelta comunale di dismettere la caserma, ci si trova davanti a ben settanta ettari di spazio utile, da dover progettare e ricucire con l'adiacente tessuto urbano. I muri perimetrali della caserma infatti, hanno costituito una barriera fisica invalicabile per lungo tempo ed hanno condizionato fortemente lo sviluppo urbano di questa parte di Milano.

Data la presenza di edifici rilevanti dal punto di vista architettonico, come il fronte storico su Piazzale Perrucchetti, costituito dalla Palazzina di Comando e

⁵⁵ Acronimo che significa *Not Only One Solution*. Si tratta di un modello per la pianificazione urbana, proposto dall'arch. Danilo Palazzo, docente in Urban Design al Politecnico di Milano, dal 2002 al 2012.

dalle due “Casermette” gemelle ai lati di questa, o come la Cavallerizza coperta e le scuderie, o ancora come i padiglioni dell’Ospedale Militare, si è voluto definire un preciso rapporto tra la *tradizione* del luogo, rappresentata dalle preesistenze storiche, e la *modernità* del piano di riqualificazione, promuovendo l’integrazione tra il vecchio ed il nuovo.

L’aspetto centrale alla base del progetto è quello di recuperare la funzione pubblica degli edifici storici e delle loro pertinenze, non solo attraverso l’inserimento di *funzioni* che ne permettano la fruizione da parte dei cittadini e di un pubblico più ampio, ma anche e specialmente mediante l’*integrazione* nella rete degli spazi e dei percorsi pubblici.

Uno dei problemi emersi, sottolineato anche dalle persone coinvolte ed intervistate durante la fase di analisi, è stato quello di ritrovarsi in un’immensa area priva di un’identità precisa ed attraente; essenziale per noi, era darle significato e vitalità.

Da qui, nasce la volontà di instaurarvi funzioni culturali, come spazi museali ed espositivi, dedicati alla Scienza e alla Tecnica, riguardanti non solo il mondo militare e quello della Medicina, per conservare la memoria storica del luogo, ma anche altre materie come: l’Architettura e il Design, le Arti visive e quelle figurative, la Musica, la Natura e la Biologia, i Trasporti e le Telecomunicazioni. In breve, la realizzazione di una *cittadella del sapere*, rivolta a diverse tipologie di utenza, divise per età: infanzia, adolescenza, e maturità.

La *cittadella del sapere*, acquista forza e coerenza se paragonata alla volontà del piano Albertini⁵⁶ di contrastare la crescita monocentrica di Milano attraverso la progettazione di centri periferici monofunzionali; essa, infatti, andrebbe ad aggiungersi a quelle realizzate nel corso degli anni, come la *Città Studi*, la *Città Sportiva*, *Rho-Fiera* ecc. ecc.

Altro tema di rilievo è quello relativo al trattamento degli spazi verdi, che nelle nostre intenzioni, sono valorizzati tramite il rispetto per gli elementi di vegetazione già presenti, la massimizzazione delle aree verdi di quartiere e la creazione di un parco urbano organizzato, accessibile e sicuro.

La creazione di un parco lineare, il “Parco delle Batterie” ha come scopo quello di garantire la continuità con i vicini sistemi urbani, siano essi costruiti o naturali, come il quartiere San Siro, l’isolato dell’Ospedale San Carlo o come il Parco delle Cave e il Bosco in città, favorendo la percezione di luoghi, che ritornino ad essere, almeno nella loro immagine, parte del patrimonio collettivo.

La realizzazione di questo nuovo parco urbano permette perciò, di attrezzare un’ampia area del terreno a disposizione come spazio di *verde pubblico*, che

⁵⁶ Cfr. pag. 22

risulta strettamente in connessione, per continuità spaziale, con il sistema degli spazi del verde progettati per gli edifici di nuova costruzione. La tipologia edilizia di questi ultimi, inoltre, concentra il più possibile le volumetrie in alcune aree, liberando spazi che possono essere occupati dal verde.

Il dialogo tra *modernità* e *tradizione* non si esaurisce nella creazione di filtri verdi posti tra gli edifici storici e le nuove costruzioni ma si amplia attraverso una progettazione tesa a proporre modelli abitativi che reinterpretano quelli tradizionali. I nuovi edifici vogliono delimitare spazi interni protetti, creare affacci sugli spazi pubblici e sulle strade, mantenere il più possibile contenuta l'altezza per non sovrastare le pre-esistenze ed inserirsi in continuità col tessuto urbano.

Per quanto riguarda i quartieri residenziali, si è preferito adottare quattro diverse tipologie edilizie: case a blocco, in linea e a corte, o villette unifamiliari; si è deciso invece, di adottare soprattutto una tipologia a torre per il centro direzionale, ed a blocco per gli spazi dedicati al commercio e alle funzioni di *loisir*.

L'ampiezza dell'intervento porta a considerare di prima importanza alcuni aspetti legati alla *mobilità* ed alla *sicurezza*, tematiche fondamentali per le quali si vuole operare nel senso della minimizzazione del traffico automobilistico mediante l'introduzione di zone 30 e la realizzazione di parcheggi interrati; stesso discorso vale per la volontà di separare i flussi delle diverse utenze, privilegiando il movimento di pedoni e ciclisti e rispettando le esigenze di tutti i fruitori. La percezione di una porzione di territorio caratterizzata dalla componente naturale è ampliata se i percorsi su gomma e i parcheggi in superficie sono il più possibile radi.

Il parco è proprio il centro della rete dei percorsi pedonali ed è attraversato dalle principali piste ciclabili, divenendo in questo modo non solo spazio statico di permanenza ma anche luogo dinamico di transito e scambio di flussi, vissuto da tutta la comunità, sia da chi ci abita, sia da chi ci lavora, sia da chi si reca nell'area per diletto e ricreazione.

E' comprensibile quindi, che si sia scelto di far attraversare per intero l'area solo da due grandi arterie di scorrimento, in direzione ad essa trasversale, là dove la prosecuzione di Via Saint Bon e di Via Labus viene interrotta all'altezza di Via delle Forze Armate a causa della presenza della Piazza d'Armi. Va da sé che si tratti comunque di strade di penetrazione, in cui la velocità di circolazione è limitata.

Un'ulteriore proposta da noi elaborata nella tavola 10 in allegato, è quella di riqualificare il patrimonio edilizio intorno all'area di progetto mediante *contratti di quartiere*. Sono presenti infatti, realtà segnate da un diffuso degrado sia delle

costruzioni che dell'ambiente urbano e caratterizzate da carenze di servizi in un contesto di scarsa coesione sociale e di marcato disagio abitativo.

4.1 La visione per il quartiere

Una volta eseguita la sintesi di tutte le informazioni e dei dati raccolti sull'ATU "Piazza d'Armi" si è passati alla definizione degli obiettivi del progetto urbano e delle strategie attraverso le quali arrivare alla definizione preliminare del progetto, processo che alla fine porterà al Masterplan.

Si è proceduto alla definizione degli obiettivi progettuali, quindi alle scelte spaziali, effettuate sulla base degli aspetti intrinseci del sito e sulle istanze amministrative e dei cittadini.

Obiettivi, strategie ed azioni

1) NUOVE FUNZIONI ATTRATTIVE CULTURALI E DI LOISIR

1a Nuovo polo museale: funzioni di attrazione culturale per quartiere /città/ Italia/ mondo

- deposito museale visitabile
- sale espositive
- museo bar
- bookshop museale

1b Nuovo sistema di parchi tematici – Parco delle Voloire

- parco espositivo
- parco dell'addestramento
- parco wireless
- parco sonoro
- A.N.I.R.E.
- aree caratterizzate da essenze differenti

1c Nuove funzioni ed attività economiche

- laboratori artigianali (in collaborazione con il museo)
- negozi nelle fermate metro
- spazi commerciali
- spazi per il terziario
- centri per lo sport e lo spettacolo: palestra, cinema, auditorium

2) POTENZIAMENTO DI ATTIVITÀ ESISTENTI ED INTRODUZIONE DI SERVIZI PER L'AGGREGAZIONE SOCIALE

2a Ristorazione

- atm bar
- ristoranti
- Tavola calda/ fastfood
- locali di tendenza

2b Servizi sociali e funzioni aggregative

- centri sociali
- spazio eventi ricreativi
- circolo ufficiali

3) RIQUALIFICAZIONE DELLA CITTÀ PUBBLICA E DEL SISTEMA DEGLI SPAZI PUBBLICI E POTENZIAMENTO DELLA LA LORO RICONOSCIBILITÀ

3a Potenziare il verde esistente dando funzioni e riconoscibilità

- mercato all'aperto
- skaters Park
- arredo urbano tipico
- aree gioco bimbi
- percorso vita

4) CONNESSIONE TRA GLI SPAZI PUBBLICI E CONTINUITÀ TRA IL VERDE PUBBLICO LIMITROFO

4a Collegamento tra il verde dell'ospedale S. Carlo e il nuovo parco in progetto

4b Collegamento tra il parco delle cave e il nuovo parco in progetto

4c Collegamento tra giardino pubblico A. Moravia e nuovo parco espositivo

4d Riconoscibilità dello spazio pubblico (favorire l'orientamento e il riconoscimento degli spazi da parte dell'utenza)

- nodi
- spazi aperti e permeabili per favorire la fruibilità del luogo
- facili accessi all'area e alla metropolitana
- nuovo disegno urbano

4e Qualità dello spazio pubblico

- qualità delle strade (attenzioni all'arredo urbano con linee guida per aiuole, cestini rifiuti e panchine)

5) MOBILITÀ E VIVIBILITÀ DELL'AREA

5a Riorganizzazione del sistema viario

- nuovi tracciati viari circolari
- nuovi tracciati viari pedonali

5b Promuovere mobilità sostenibile

- aree pedonali
- piste ciclabili
- punto bikemi

5c Ridurre impatti traffico veicolare (diminuire la presenza dei veicoli in superficie)

- zone a traffico limitato
- parcheggi interrati

6) RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO E PROMOZIONE DI INCLUSIONE SOCIALE

6a Densificazione residenze

6b Social housing

- Residenze collegate all'ospedale San Carlo per i famigliari dei malati ricoverati (case accoglienza)

6c Linee guida per ristrutturare il disegno delle facciate

- Contratti di quartiere

7) SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE ED ENERGETICA

7a Limitare i consumi di energia

- orientamento solare dei nuovi edifici
- linee guida per performance energetica degli edifici

7b Utilizzo di fonti rinnovabili

- linee guida per la gestione dell'illuminazione degli spazi pubblici
- linee guida per il recupero dell'acqua piovana

La Greenway

Con il termine anglofono *greenway*, tradotto letteralmente con la dicitura "corridoio verde", s'intende un percorso protetto per la mobilità dolce, ovvero i pedoni e i cicli. Questi percorsi teoricamente vengono utilizzati per congiungere più luoghi che abbiano un valore ecologico, storico o ricreativo; l'idea di *greenway* però, cambia dagli Stati Uniti all'Europa, dove è stata importata, per funzione e finalità.

Mentre in America nasce con un prevalente valore ecologico, in Europa prevale il fattore funzionale ricreativo e quello turistico, a causa di una differente disponibilità di spazi.

In termini molto generici una *greenway*, definita da Tom Turner nel 1998 come un "percorso piacevole dal punto di vista ambientale", nasce dall'unione di due concetti in essa racchiusi:

- *green* (verde) che indica non solo ciò che è vegetato ma tutto ciò che è apprezzabile dal punto di vista ambientale e quindi naturalistico, paesaggistico, storico-architettonico e culturale;
- *way* (via, percorso) che oltre ad indicare fisicamente le vie di comunicazione (strade, ferrovie, fiumi, ecc.) rimanda ad un'idea di movimento, di comunicazione, di attività.

In Europa, con questa parola si usa indicare "percorsi dedicati ad una circolazione dolce" e non motorizzata, in grado di connettere le popolazioni con le risorse del territorio (naturali, agricole, paesaggistiche, storico-culturali) e con i "centri di vita" degli insediamenti urbanistici, sia nelle città che nelle aree rurali".⁵⁷

La Dichiarazione di Lille dell'anno 2000, sottoscritta dalle principali associazioni europee che operano sulla tematica, precisa che le *greenways* "devono avere caratteristiche di larghezza, pendenza e pavimentazione tali da garantirne un utilizzo promiscuo in condizioni di sicurezza da parte di tutte le tipologie di utenti in qualunque condizione fisica".

In tale contesto, l'idea di *greenway* va oltre quella di una semplice pista ciclabile (con cui spesso viene confusa), investendo aspetti più strutturali, come: la valorizzazione e la riqualificazione delle risorse naturali, la promozione di uno sviluppo sostenibile, il recupero dei paesaggi degradati e lo sviluppo armonico delle città, rivolgendosi non solo ai ciclisti ma a tutti gli utenti non motorizzati.

Si possono individuare sei caratteristiche principali che contraddistinguono le *greenways*:

⁵⁷ Cit. Associazione Italiana Greenways, 1999

- la *sicurezza*, in quanto sono percorsi fisicamente separati dalla rete stradale ordinaria dedicati esclusivamente a utenti non motorizzati;
- l'*accessibilità*, per tutte le tipologie di utenti con diverse caratteristiche e abilità (bambini, anziani, ecc.);
- la "*circolazione dolce*", legata ad esempio alle pendenze moderate, che consente di fruire "lentamente" dei percorsi offrendo un diverso punto di vista sui paesaggi circostanti;
- la *multi-utenza*, in quanto le greenways sono generalmente percorsi aperti a tutte le tipologie di utenti;
- il *recupero* di infrastrutture e strutture esistenti, quali sentieri, strade storiche, alzaie, linee ferroviarie dismesse, strade rurali minori, per la realizzazione dei percorsi e delle strutture di servizio (luoghi di sosta e ristoro, punti informativi, ecc.);
- l'*integrazione* con l'ambiente naturale, che permette alle greenways di offrire un accesso rispettoso alle aree di particolare pregio naturale e svolgere un'importante funzione educativa consentendo una conoscenza e una fruizione sostenibile del territorio.

In tal senso, le greenways possono portare alle popolazioni coinvolte ampi benefici, che vanno oltre quello di avere a disposizione percorsi piacevoli e sicuri, quali, per esempio:

- contribuire allo sviluppo delle regioni rurali attraversate, portando ricchezza e incentivi per la creazione di nuove attività imprenditoriali;
- favorire la diffusione delle attività all'aria aperta, con effetti benefici sulla salute dei cittadini;
- promuovere lo sviluppo di una nuova forma di turismo, attivo, responsabile e sostenibile;
- favorire la conoscenza della natura e il rispetto dell'ambiente;
- migliorare la mobilità in ambito urbano e periurbano, creando un sistema di percorsi riservati agli utenti non motorizzati, e contribuendo in tal modo a migliorare la qualità della vita nelle città;
- favorire la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio storico, artistico, architettonico, culturale, ambientale e paesaggistico, così come delle tradizioni e delle tipicità delle zone attraversate.

Il Concept del verde

Vengono riportate di seguito le linee guida principali, riguardanti il sistema dei parchi, che caratterizzerà l'ATU Piazza d'Armi. L'obiettivo principale che si è perseguito, è quello di porre in comunicazione, attraverso il verde, aree della città fino ad oggi sconnesse. Ci si riferisce soprattutto ai grandi parchi urbani delle Cave e di Trenno, con il centro di Milano.

Il sistema del verde è stato concepito attraverso tre livelli gerarchici di percorso: al primo livello troviamo i due assi rettilinei che percorrono come un cardo e un decumano il parco delle Batterie; si tratta di boulevard alberati attorno ai quali si sviluppano i camminamenti principali e secondari. Questi a loro volta, si distinguono per forme e dimensioni diverse; il loro disegno infatti, deve essere caratterizzato da andamenti sinuosi ed armonici.



4. 1 Immagine esemplificativa delle aree di sosta delimitanti il parco

Le aree verdi così delimitate, da tragitti ciclo-pedonali, devono essere dotate di un opportuno arredo urbano, innovativo ma al tempo stesso in continuità con quello degli spazi pubblici adiacenti e caratterizzanti il resto della città: installazioni di fontanelle dell'acqua potabile dette "vedovelle", panchine in materiali eco-sostenibili, cestini per la raccolta differenziata, fioriere, rastrelliere per bici e scooter e un sistema di illuminazione notturna a risparmio energetico.



4. 2 Rastrelliere per bici_ Extery vee

I percorsi devono essere caratterizzati da pavimentazioni differenti: in calcestruzzo o in ciottoli per i boulevard e le strade principali, mentre i camminamenti secondari sono realizzati con pavimentazione stabilizzata o terra ecologica stabilizzata, mentre i complementi d'arredo sono in pietra.

Sono presenti, verdi di quartiere studiati appositamente per le aree residenziali limitrofe al parco e due spazi verdi di connessione, in direzione Nord-Sud, la cui funzione è semplicemente quella di porre in comunicazione in un caso i poli espositivi museali e nell'altro il quartiere dedicato ai servizi ricreativi con un quartiere residenziale.

All'interno degli spazi pubblici verdi, inoltre, sono state collocate delle *funzioni*, al fine di renderli vivi ed attrattivi, in base alla tipologia dell'ipotetico fruitore. Tali attività hanno lo scopo di attrarre diverse tipologie di pubblico.

Nella categoria *didattica e gioco*:

- **Percorso sonoro**: progetto che ha come scopo avvicinare i fruitori del parco, quali bambini, ragazzi, adulti, anziani alla musica e alla sua scoperta, coinvolgendoli e facendo loro emergere il desiderio di approfondirne la conoscenza e la pratica.
- **Aree gioco bimbi**: si tratta di aree recintate, dotate di pavimentazione antitrauma, dove bambini di età diverse possono svolgere in serenità quell'insieme di attività motorie, creative e socializzanti necessarie allo sviluppo della loro personalità. Queste zone delimitate sono caratterizzate da altalene a cui fanno da contorno, di volta in volta altre strutture quali, i giochi a molla, gli scivoli, i castelli, le palestrine. Tutte le

attrezzature presenti nelle aree gioco devono essere certificate, cioè realizzate tenendo conto delle più recenti norme sulla sicurezza (**UNI EN 1176 e 1177**).

Nella categoria *sport*:

- **Percorsi sportivi**: si tratta di percorsi dotati di attrezzi fissi, come il *percorso vita*, e di zone ristoro con acqua potabile e servizi igienici. È stato pensato inoltre, un *percorso jogging* dotato di cartelli con le informazioni di percorrenza distanziometrica. Sempre in relazione all'attività sportiva si pensa di collocare campi da gioco e spazi per la pratica delle acrobazie su rotelle, gli skater park, pensati come luoghi aggregativi e di ricreazione, dove i ragazzi possono allenarsi e ritrovarsi all'aperto.

Nella categoria *artistico-culturale*:

- **Teatro all'aperto**: area destinate ad ospitare attività ed eventi culturali di vario genere, dotata di zone ristoro e servizi igienici. Essa, è opportunamente collocata in posizione baricentrica per agevolarne la fruibilità, e il facile allestimento in occasione di eventi pubblici.

Nella categoria *ricreativo*:

- **Aree attrezzate**: trattasi di luoghi in cui trovare tavolini, sedie, panchine, chaise longue in prossimità di chioschi e punti ristoro; pensati come luoghi d'incontro e di aggregazione, ma anche di ozio e relax, punti di riferimento non solo per i residenti o i fruitori della zona, ma attrazione stessa per tutta la città.
- **Aree cani**: spazi delimitati e opportunamente recintato e regolati nei suoi accessi. È prevista all'interno una piazzola munita di fontanelle per l'acqua potabile e di panchine dove è possibile sostare mentre vengono lasciati gli animali liberi di correre e giocare nell'area. Questa è stata pensata il più possibile libera al suo interno, in modo tale da lasciare ampio spazio agli animali.

Nella categoria *benessere*:

- **Area relax**: trattasi di aree in cui riposarsi ed esiliarsi dai rumori della città e dai problemi della vita quotidiana. Luogo per la meditazione e la pratica di attività sportive leggere o in cui svolgere yoga o pratiche legate alle filosofie orientali e new age. Si pensa di dotare l'area di un giardino zen.

Nella categoria *museale*:

- **Aree espositive**: spazi destinati ad accogliere opere, sculture, ed installazioni artistiche all'aperto.

Lo schema funzionale, illustrato nella tavola 12 , ha permesso di localizzare gli obiettivi all'interno della zona pianificata, organizzando gli spazi in modo logico e funzionale, individuando le possibili interazioni che si creano tra le differenti aree che compongono il progetto.

Dall'analisi dello schema funzionale, è stato possibile definire il disegno del "Parco delle Batterie" nel suo insieme, sviluppandolo successivamente in un progetto del verde vero e proprio. Tale studio s'incorpora in modo armonico e razionale con quello riguardante la progettazione dei quartieri e degli edifici intorno.

5.11 museo come forma innovativa

Il termine museo deriva dal greco *mousèion*, tempio delle Muse, denominazione che gli antichi Greci davano ai luoghi di culto e di spiritualità, riservati ai colti, distanti dalla quotidianità vissuta dalla maggior parte delle persone. Da allora, sono passati più di duemila anni, il museo ha attraversato varie epoche storiche, assumendo in ognuna valori e funzioni diverse. Oggi è considerato ancora da molti, un'istituzione elitaria.

“La finalità di conservazione e preservazione delle opere, ha avuto per tanto tempo il sopravvento sulla funzione conoscitiva-comunicativa del museo, conferendo alla struttura un'impressione poco dinamica ed attraente”.⁵⁸

Se è vero che, la notorietà e l'importanza delle opere che compongono le varie collezioni sono comunemente accettate come un buon metro di valore, è anche vero che solo diventando soggetto attivo nella creazione e diffusione della conoscenza scientifica, storica ed artistica, il museo potrà orientarsi verso una dimensione nuova, capace di favorire dialogo e confronto, nonché di attrarre a sé sempre più frequentatori.

5.1 Il Museo oggi

Secondo l'International Council of Museums (di seguito ICOM): “Il museo è un'istituzione permanente senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo; è aperto al pubblico e compie ricerche che riguardano le testimonianze materiali dell'umanità e del suo ambiente: le acquisisce, le conserva, le comunica e, soprattutto, le espone a fini di studio, educazione e diletto”.⁵⁹

ICOM fa anche una descrizione della natura e delle funzioni attribuite al museo, nel mondo contemporaneo, dopo anni di variazioni e mutamenti nel modo di concepire e vivere una delle istituzioni culturali più classiche e solenni.

Oggi, essendo l'attenzione al pubblico e ai suoi bisogni notevolmente cresciuta, si cerca di rendere il museo un ambiente più invitante e accogliente per i visitatori. In tal senso, si studia il rapporto tra spazi espositivi e spazi destinati ai servizi tecnici (depositi, laboratori di restauro), di merchandising (negozi, bookshop) e quelli dedicati agli utenti (biblioteca, sale conferenze, sale per la ristorazione, ecc.).

⁵⁸ Nidasio, G., *“Musei virtuali e musei online: nuove pratiche di turismo culturale”*, Tesi di laurea, Università degli studi Milano-Bicocca, Facoltà di sociologia, Anno Accademico 2009-2010

⁵⁹ Estratto dallo Statuto dell'ICOM (Articolo 2. Definizioni), adottato dalla 16° Assemblea generale dell'ICOM (L'Aja, Paesi Bassi, 5 settembre 1989) e modificato dalla 18a Assemblea generale dell'ICOM (Stavanger, Norvegia, 7 luglio 1995) nonché dalla 20a Assemblea generale (Barcellona, Spagna, 6 luglio 2001).

Ci si adopera dunque, per reinventare l'immagine del museo andando a valorizzare la sua funzione educativa e comunicativa, piuttosto che quella tradizionale, puramente conservativa ed espositiva; ciò, ha come fine quello di trasformare il museo in un luogo in cui chiunque può scoprire la cultura, appassionarsi, interagire con essa ed intervenire in modo personale nel proprio processo di apprendimento.

Un museo infatti, non espone per vanto o per orgoglio ma per scopi di studio; uno studio finalizzato a conoscere il passato, capire il presente, programmare il futuro. Esso, si rivolge tanto agli studenti in gita scolastica, quanto al visitatore occasionale o all'esperto attirato da un particolare oggetto, poiché l'educazione e lo studio non prescindono dal diletto e dalla curiosità, ed insieme attivano i processi di conoscenza che suscitano il nostro interesse.

Bisogna pensare a nuovi orizzonti ed obiettivi da porsi, per far sì che le opere d'arte contenute nei musei smettano di essere viste come cose morte, simulacri del passato, che si possono osservare solo da lontano, ma diventino mezzi di conoscenza, oggetti da guardare, ma anche da toccare con mano e far "vivere" a proprio piacimento.

Dopo essere stato tempio della grandezza della patria sotto i grandi regimi totalitaristici della storia, dall'Impero Romano all'età napoleonica a quella nazista, ed ostentazione del gusto e del progressismo borghese nel corso del XVIII e XIX secolo, il museo oggi, deve diventare il luogo della cultura democraticizzata, aperto ed accessibile a tutti, in vari modi, cosicché ognuno possa scegliere quello che maggiormente preferisce.

In particolare, un museo va visto come un organismo che ha bisogno di spazio per vivere, crescere, legarsi ed integrarsi con il territorio in cui nasce e si sviluppa; esso, si pone al servizio della società e vuole essere punto di riferimento e di ricordo per la popolazione, ma anche struttura sociale che sia espressione di sintesi rispetto alla cultura di un popolo, alla sua realtà storica e alle prospettive di cambiamento.

Una delle caratteristiche fondamentali per un museo è dunque, la fruibilità. Un museo che vanta enormi collezioni, ma non è visitabile, quindi non fruibile, non ha il diritto di chiamarsi museo.

Un museo deve arricchire la cultura della popolazione, e per fare ciò deve essere pensato e costruito intorno al visitatore.

Le attività fondamentali di un museo, oggi, sono: conservazione, ricerca, comunicazione, didattica e formazione che devono coesistere sempre in un reciproco equilibrio, senza accentuare l'una a discapito di un'altra.

La società ha il bisogno di fondarsi su una storia, sul suo passato, in modo da avere un'identità propria. I musei, che sono elementi di aggregazione e continuità, contribuiscono a conservare gli oggetti col massimo rigore scientifico ed a mantenere intatte le memorie della comunità.

La funzione innovativa ed educativa

Il **D.P.R. n°3/1972**⁶⁰ tratta per la prima volta delle funzioni da attribuire ai musei in Italia. Il museo viene descritto come luogo a salvaguardia del patrimonio, attraverso le azioni di raccolta, conservazione ed inventariazione del materiale, ma anche come ente per la crescita culturale della comunità, attraverso le azioni educative e le mostre. Al museo, secondo tale decreto, vengono affidate le funzioni di *tutela* (attività dirette a conservare e proteggere i beni culturali), di *gestione* (attività diretta, mediante l'organizzazione di risorse umane e materiali, ad assicurare la fruizione dei beni culturali), di *valorizzazione* (attività diretta a migliorare le condizioni di conoscenza e di conservazione dei beni culturali) e di *promozione* (attività diretta a suscitare e sostenere attività culturali), a cui va aggiunto sicuramente il ruolo di produttore di cultura che esso svolge, attraverso la continua attività didattica diretta ai suoi visitatori.

Irma Arestizabal⁶¹ ritiene però, che un museo contemporaneo, senza trascurare le sue funzioni tradizionali, debba essere: “[...] un luogo dove stare, dove pensare, un luogo che faccia pensare, che sorprenda e provochi, un luogo che offra e permetta la realizzazione di diverse letture delle opere d'arte senza sforzo, che ipotizzi diverse soluzioni ai problemi proposti, un luogo dove si possa studiare, dove sia possibile avere una visione d'insieme dei temi trattati ed entrare in profondità nei temi scelti” .⁶²

Un museo “vivo” e “da vivere”, è quindi un museo che non mette semplicemente il visitatore di fronte all'opera d'arte ma che gli permette di girarci intorno; non lo lascia solo davanti a qualcosa che potrebbe non capire a fondo, ma gli offre gli strumenti necessari alla comprensione e all'analisi; che lo invoglia a non essere solo spettatore passivo, ma lo stimola a cercare una propria via verso la conoscenza.

C'è da considerare un altro aspetto, che soltanto negli ultimi anni sta assumendo grande importanza: le persone cercano nella visita al museo la soddisfazione di bisogni diversi, legati ad esperienze diverse.

⁶⁰ TITOLO II: Musei e biblioteche di enti locali

⁶¹ Irma Arestizabal nata a Bahía Blanca il 10 aprile 1940 morta a Roma l'11 maggio 2009 è stata una critica d'arte argentina. Viene considerata una delle massime esperte di arte latinoamericana, lavorò come critica d'arte, curatrice indipendente e professoressa titolare di Arte Latinoamericana Contemporanea all'Università di Buenos Aires.

⁶² Arestizabal I., “*La museologia applicata ad un museo d'arte moderna*”, in Arestizabal I., Piva A., (a cura di) Musei in trasformazione. Prospettive della museologia e della museografia, Milano, Mazzotta, 1991, p.13

P. Kotler⁶³ e N. Kotler suggeriscono che un museo deve definire la propria missione, che può consistere nella *conservazione* o *descrizione* di un patrimonio culturale; nella *divulgazione* dell'arte o della scienza contemporanea; nella *costruzione* dell'identità di una comunità intorno ad alcuni valori.

Sulla base di un'analisi approfondita del contesto e del pubblico, si può elaborare successivamente, una pianificazione strategica.

Vi sono sei tipi di esperienze possibili: ricreativa, socializzante, educativa, estetica, celebrativa, emozionante.⁶⁴ La consapevolezza di un'esperienza e di una percezione personale, evidenzia l'importanza per il museo di entrare in contatto con il pubblico, di interagire con lo spettatore, capendolo ed ascoltandolo, perdendo così la tradizionale immagine di istituzione élitaria ed austera.

Il pubblico

Se il museo esiste, è perché una collettività lo ha scelto per conservare le testimonianze della propria identità e per renderle presenti nella cultura attuale; è quindi giusto che essa, ne possa usufruire con il solo limite di non comprometterne la sicurezza e la durata nel tempo.

L'evoluzione del concetto di pubblico, dalla nascita del museo fino ad oggi si può dividere in tre fasi.

Nella prima, l'attenzione del museo si concentra sulle *élite intellettuali e sociali* (gli studiosi, gli artisti e gli strati elevati della popolazione): ci si rivolge a un *visitatore-ospite*, affine al personale scientifico del museo per formazione, gusto ed interessi, e dunque in possesso del codice necessario per decifrare i messaggi trasmessi attraverso le modalità di esposizione delle raccolte. Il grande pubblico che viene ammesso, non è capace di comprendere e apprezzare l'esposizioni, pertanto il museo più che interesse suscita soggezione.

Nella seconda fase il pubblico è inteso come *massa da educare*, sia nel comportamento, attraverso una serie di controlli e divieti, sia nel modo di apprendere. Il museo trasmette il proprio messaggio a tutti, ma sempre attraverso un'imposizione più o meno evidente, senza lasciare spazio alla valutazione critica: il *visitatore-discepolo* è lì per imparare.

⁶³ P. Kotler, nato a Chicago, 27 Maggio 1931 è stato docente della cattedra di International Marketing presso la Kellogg School of Management della Northwestern University di Evanston, Illinois. È stato indicato come il quarto "guru del management" di tutti i tempi e il maggior esperto al mondo nelle "strategie di marketing" dal Management Centre Europe; viene anche considerato uno dei pionieri del marketing sociale.

⁶⁴ Kotler N., Kotler P., "Marketing dei musei", Torino, Edizioni di Comunità, 1999, p. 48.

Nella terza fase il pubblico comincia ad acquisire un peso rilevante, ma più che un fruitore viene considerato un utente: il visitatore può esigere alcune prestazioni e reclamare se non sono fornite, ma nei limiti concessi a chi utilizza un servizio. Si estendono gli orari d'apertura, cresce l'attenzione per il benessere fisico del pubblico, ma il *visitatore-utente* resta un ricettore passivo dei contenuti trasmessi dal museo.

Solo negli ultimi vent'anni il ruolo del pubblico è diventato centrale.

Si tratta di un'evoluzione che dipende da diversi fattori: da un lato, il rapporto sempre più stretto che il museo ha stabilito con la società civile e la sua capacità di registrarne i mutamenti; dall'altro, il crescente afflusso dei visitatori e la loro maggiore consapevolezza dei propri diritti e doveri.

Il pubblico si sta trasformando da spettatore in *interlocutore*, da destinatario di un messaggio preconstituito a *parte attiva* di un processo di comunicazione ed i musei hanno cominciato a pensare non più in termini di pubblico ma di "pubblici", che raggruppano individui con aspettative e obiettivi diversi, distinti per età, estrazione, retroterra culturale.

Da alcune ricerche⁶⁵ svolte in Italia negli ultimi anni emerge, ad esempio, che: nei musei è più facile incontrare donne che uomini, i giovani studenti sono i più assidui frequentatori, il titolo di studio non è discriminante ma i diplomati e i laureati sono comunque cinque volte in più di chi ha la licenza elementare e media, infine chi visita i musei è nella maggior parte dei casi anche un forte consumatore di cultura in generale.

Non va dimenticato, inoltre, che dalle ricerche fatte la decisione di recarsi o meno in un museo è influenzata da una serie di costi, monetari e non, connessi a tale tipo di attività, come il costo del biglietto d'entrata, del trasporto, il tempo passato per andare e tornare, la ricerca di informazioni concernenti le modalità di accesso al museo e la natura delle collezioni, lo sforzo per decifrare il codice museale e per rendere partecipi gli altri dell'esperienza fatta.⁶⁶

Bisogna dunque, permettere l'avvicinamento al museo e alle sue collezioni anche a chi non è sufficientemente motivato, pensando al museo in senso nuovo, progettando degli spazi capaci di attrarre tutti i tipi di pubblico e non solo le élite intellettuali e sociali, dove la sede museale con il suo intorno diventa il motivo della visita.

⁶⁵ Solima L., *Il pubblico dei musei. Indagine sulla comunicazione nei musei statali italiani*, Roma, Gangemi Editore, 2000; AVORIO A., *Il marketing dei musei*, Roma, SEAM, 1999;

⁶⁶ Ercole, E., *I consumi culturali: dal "pubblico" agli stili di consumo multimediale*, in Livolsi M. (a cura di), *L'Italia che cambia*, Firenze, La nuova Italia, 1993.

In ultimo, dalle ricerche svolte in Italia emerge che un forte punto di debolezza dei musei è costituito dalla scarsa rilevanza assunta dagli aspetti sociali: il museo è stato associato prevalentemente ai termini *tempio* e *scuola*, entrambi con una funzione sociale medio-bassa in quanto sinonimi, il primo di una relazione individuale, il secondo di incontri obbligati e preordinati; il termine con il più alto livello di socialità, *piazza*, viene invece scelto da un'esigua percentuale, ad indicare che l'esperienza museale è vissuta come individuale ed "introspettiva", durante la quale si entra sì in contatto con altre persone, ma non si condivide niente con loro.

5.2 Il museo "Leonardo da Vinci" a Milano

Il "Leonardo da Vinci", è il museo della Scienza e della Tecnica più grande d'Italia, nonché uno dei più importanti in Europa e nel mondo. Esso, rappresenta fin dalla sua nascita un luogo fondamentale non solo per la ricerca, lo studio e la conservazione, ma anche per la diffusione della cultura scientifica e della sua applicazione tecnologica e pratica.



5. 1 Aeroplano esposto nel museo "Leonardo da Vinci"

Si presenta come un contenitore culturale, vale a dire uno spazio dedicato al dialogo tra la comunità scientifica e i cittadini, un luogo dove svolgere una didattica interdisciplinare: visite guidate alle collezioni storiche, attività nei laboratori interattivi, eventi scientifici, progetti speciali, mostre, spettacoli teatrali, conferenze, convegni, concerti, corsi di formazione, giornate e serate dedicate alle Istituzioni, alle Aziende ed ai cittadini⁶⁷.

⁶⁷ Cfr. <http://www.dlf.it/convenzioni/convenzioni-nazionali/museo-leonardo-da-vinci.html>

La storia del museo trova le sue origini nell'esposizione internazionale del Sempione del 1906, quando Guido Ucelli⁶⁸ invita alla costituzione di un museo industriale.

Solo nel 1930 però, il Comune di Milano istituisce la prima commissione per la realizzazione di un "Museo delle Arti e delle Industrie" presieduta dallo stesso Guido Ucelli di Nemi. L'anno successivo, Guglielmo Marconi, presidente del CNR, approva il programma elaborato dalla commissione che considera una zona dell'ex scalo Sempione come luogo dove ubicare il futuro museo, ma solo il 10 ottobre del 1942 si costituisce la Fondazione Museo Nazionale della Tecnica e dell'Industria. Il 26 aprile del 1947 viene assegnata al museo, l'area dell'ex caserma Villata (nonché ex sede delle Volòire), un tempo monastero degli Olivetani.



5. 2 Sale espositive del museo

La Fondazione viene trasformata in ente morale con il titolo di Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica, che solo nel 1952, a seguito dell'approvazione Comunale, il sindaco Virgilio Ferrari⁶⁹ decide di intitolare a Leonardo da Vinci.

Il 15 febbraio del 1953, finalmente, avviene l'inaugurazione ufficiale del Museo con la mostra su Leonardo da Vinci a cui partecipa anche il Presidente del Consiglio dei Ministri Alcide De Gasperi.

⁶⁸ Guido Ucelli (1885–1964) completa gli studi liceali a Piacenza e poi nel 1909 si laurea in Ingegneria Industriale ed Elettrotecnica presso il Politecnico di Milano e diventa dirigente d'azienda. Nel 1930 è il fondatore e presidente della commissione costituita per la creazione del Museo nazionale della scienza e della tecnologia Leonardo da Vinci di Milano che, a causa della guerra, poté realizzare solo nel 1953. Nel 1944 viene arrestato e rinchiuso a Milano nel carcere di S.Vittore per gli aiuti forniti a ricercati politici ed ebrei.

⁶⁹ Virgilio Ferrari fu sindaco della città di Milano dal 25 giugno 1951 al 21 gennaio 1961 ed apparteneva al PSDI

Oggi l'ente museale risulta punto di riferimento per l'intero territorio italiano sia per i visitatori appassionati di scienza e tecnologia sia per chi è in possesso di opere da donare. Ciò ha generato la necessità di nuovi spazi per poter custodire i beni ed il trend mostra una continua crescita in questa direzione. Data la peculiarità delle collezioni che il museo ospita al suo interno, è chiaro come esso necessiti di spazi adeguati e rispondenti a bisogni oggettivi, sia in termini di flessibilità, che di dimensione e di manutenzione degli stessi.

I numeri del museo

Il "Museo Leonardo da Vinci", che ospita circa 400.000 visitatori all'anno, copre una superficie di 50.000 m², di cui: 33.000 m² sono coperti, 25.000 m² sono spazi espositivi esterni e 2.600 m² ancora in ristrutturazione. È dotato di sette sale per convegni, eventi, congressi, e spettacoli di vario tipo, un auditorium e un negozio chiamato MUST Shop.



5.3 Parte della collezione legata ai trasporti aerei

Il patrimonio del museo si aggira intorno ai 15.000 beni storici, 40.000 volumi nella biblioteca, 400 m di archivio storico, 50.000 beni fotografici ed audiovisivi, che presentano l'evoluzione scientifica e tecnologica ed esplorano il complesso rapporto uomo-macchina a partire dalla figura di Leonardo da Vinci.

Naturalmente, dei 15.000 beni di proprietà del museo, solo 2.000 beni sono esposti, mentre gli altri non hanno trovato collocazione al suo interno per mancanza di spazio⁷⁰ e rimangono perciò custoditi nei depositi, che non sono visitabili dal pubblico.

⁷⁰ Fonte Dott.ssa C. Garzon, responsabile dell' Exhibition Design, Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia, 18 Ottobre 2012

5.3 Il deposito museale

Uno dei problemi principali che investe il sistema dei beni culturali in Italia è quello di non riuscire a valorizzare a pieno il patrimonio in possesso dei musei. Questa inefficienza comporta che i depositi museali statali racchiudano un vasto numero di opere e di collezioni, senza che le stesse possano essere riconosciute e valorizzate.

Da alcune ricerche, è risultato che il nostro patrimonio culturale risulta essere per lo più concentrato sui grandi attrattori; a titolo esemplificativo l'84% dei fruitori registrati nel 2010 ha visitato soltanto il 10% dei musei statali. In altri termini, il restante 90% dei siti, nel medesimo anno, ha registrato una fruizione inferiore ai 100.000 visitatori annui, mentre per il 25% della totalità dei siti ministeriali i flussi risultano essere inferiori ai 1.000 fruitori⁷¹.

Da un recente articolo scritto dal Direttore della Galleria degli Uffizi⁷² è emerso che il museo fiorentino, su una superficie totale di 6.000 m² e all'interno di cinquantacinque sale, espone 1.835 opere mentre quelle conservate nei depositi sono circa 2.300. Le opere esposte rappresentano quindi, poco più del 44% del totale delle opere possedute.

Con l'espressione dunque, "beni culturali invisibili" si intende la sommatoria delle opere d'arte, delle testimonianze storiche, culturali, sociali, tecnico-scientifiche e di costume che, allo stato attuale, non godono di adeguata visibilità e fruizione, perché nascoste, non adeguatamente conosciute e valorizzate.

L'espressione si può declinare in vari modi, facendo riferimento a quei siti culturali scarsamente visitati, oppure all'arte invisibile che giace nei depositi dei musei italiani, un patrimonio artistico di cui difficilmente il pubblico può fruire. Migliaia di opere nei magazzini non sono certo di aiuto concreto alla cultura.

Il problema dei "tesori invisibili"

*"Uno degli aspetti maggiormente problematici della gestione museale è la scarsa valorizzazione del capitale del museo, in particolare per quello che riguarda il tasso di esposizione della collezione. Mentre per i musei minori una buona parte della collezione viene esposta e solo alcuni pezzi sono rinchiusi nei magazzini, per i maggiori musei la quota dei beni esposti è molto bassa"*⁷³.

Per capire questo fenomeno basta citare alcuni esempi: la quota degli oggetti esposti all'Hermitage di San Pietroburgo è pari al 7%, al Guggenheim di New

⁷¹ Cfr. Dati ISTAT

⁷² Antonio Natali, direttore degli Uffizi dal 1980

⁷³ Candela G. & Scorcu A. (2004), *Economia delle arti*, Zanichelli, p.152

York è dell'8%, al Prado di Madrid del 9%, al British Museum di Londra del 10%. Un' eccezione è rappresentata dal Louvre di Parigi, dove la quota degli oggetti esposti è del 60%.

L'oggetto della nostra analisi è rappresentato, dunque, da quei beni artistici che non vengono fruiti dal pubblico in quanto collocati in depositi e magazzini. Nel deposito "... vi sono alloggiati i beni che non sono esposti per ragioni di ordine assai vario. [...]La funzione più evidente del deposito è quella conservativa".⁷⁴ I beni contenuti in tali depositi rappresentano la "riserva del museo" che rimane invisibile ai più.

"L'ordinamento e l'immagazzinaggio degli oggetti destinati ai depositi devono essere progettati in modo da privilegiare lo sfruttamento razionale degli spazi e il controllo delle condizioni di conservazione e sicurezza delle opere. L'accesso ai depositi da parte del pubblico e del personale non direttamente addetto deve essere regolamentato e controllato. La consultazione degli oggetti non esposti va comunque garantita, nel rispetto delle condizioni di sicurezza, secondo criteri definiti e resi pubblici [...]. La scelta di attrezzare alcune aree dei depositi come sale studio dipende dalle circostanze specifiche del museo, ma va subordinata alla possibilità di assicurare il servizio di vigilanza".⁷⁵

Esistono delle differenze tra i depositi, che non vanno sottovalutate: da una parte, vi sono i magazzini "accessibili", all'estremo opposto i depositi non visitabili, spesso in una situazione di catalogazione e conservazione lacunosa; fra questi estremi, vi è comunque una serie di situazioni intermedie. Solitamente i depositi, infatti, risultano non accessibili al largo pubblico, ma fruibili dagli studiosi.

In molti musei in Italia così come in altre parti del mondo, la gran parte dei beni posseduti non viene esposta; in molti casi rimane accessibile, come detto, solamente agli esperti in materia. Il problema principale riguarda pertanto la mancata valorizzazione della totalità di questo patrimonio.

In questi anni sono nate nuove iniziative per rendere accessibile al pubblico il maggior numero di oggetti d'arte posseduti dai singoli musei. Una di queste è rappresentata dagli *open storage* ovvero dai "depositi visitabili".

Si tratta di veri e propri magazzini che, a differenza dei depositi dei musei tradizionali, sono liberamente accessibili dal pubblico. Ad esempio, nel 2006, il Birmingham Museum and the Art Gallery (uno dei musei più grandi d'Inghilterra) ha inaugurato il Museum Collections Centre, un vero e proprio open storage

⁷⁴ Della Volpe, L. "Tesori invisibili: Viaggio attraverso i depositi dei più grandi musei d'Italia", Gangemi Editore, 2009, p. 19

⁷⁵ D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6, Atto di indirizzo sui criteri tecnico scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei, 2001, pp. 41 e 181

che permette al pubblico di visitare più dell'80% delle opere immagazzinate nel museo.

Bruno S. Frey⁷⁶ individua sei ragioni, non alternative ma che possono sommarsi e “coesistere”, per le quali i direttori dei musei mantengono magazzini densi di opere d'arte, senza prendere minimamente in considerazione l'opportunità di vendere parte delle opere ivi contenute:

- basso valore delle opere presenti nei depositi;
- vendita proibita per legge;
- percezione mentale asimmetrica dello scambio (la vendita di un'opera viene percepita come una grave perdita, non compensata dal ricavo ottenuto);
- potenziale depauperamento artistico di una comunità;
- finalità dell'amministrazione di un museo non legate alle attività commerciali ma alla conservazione e alla valorizzazione (non monetaria) dell'arte;
- mancanza di incentivi per la vendita di opere.⁷⁷

Come scrive Ruth Towse⁷⁸: *“Uno degli aspetti di politica museale che gli economisti della cultura hanno criticato è che i musei non utilizzano i loro asset migliori, le collezioni possedute, nel modo più efficiente, e hanno sostenuto che, a meno che a un museo non sia concesso di cedere oggetti appartenenti alla propria collezione attraverso la vendita o il prestito ad altri musei, il museo non farà mai un uso efficiente delle proprie risorse”*.⁷⁹

Per Towse la ragione principale risiede nel fatto che i curatori dei musei non sono tenuti ad attribuire alle loro collezioni un “valore capitale”; pertanto, *“quando si devono determinare i costi operativi di un museo, non viene preso in considerazione il costo-opportunità derivante dal mantenimento della proprietà della collezione stessa”*.

⁷⁶ Bruno S. Frey was born in Basle, Switzerland in 1941. He was Professor of Economics at the University of Constance from 1970-77, and since 1977 has been Professor of Economics at the University of Zurich. He has been Distinguished Professor of Behavioural Science at the Warwick Business School at the University of Warwick, UK since 2010

⁷⁷ Cfr. Frey B. S. & Pommerehne W. W. (2003), *Muse e mercati : indagine sull'economia dell'arte*, Trad. di Luca Benati, Bologna, Ed. Il mulino, pp. 38-42

⁷⁸ Ruth Towse è Professor Emerita della Erasmus University of Rotterdam, ma durante la sua carriera universitaria come docente ha anche ricoperto incarichi anche presso la Middlesex University, Thammasat University Bangkok (Thailand), the Institute of Education, University of London, City University (Department of Arts Policy and Management), the London School of Economics and at the University of Exeter.

È ritenuta una massima esperta in economia della cultura con un indirizzo verso economia del mercato del lavoro e il diritto d'autore nelle industrie culturali.

⁷⁹ P. S. JOHNSON, “Museums”, in R. TOWSE (edited by), *A handbook of Cultural Economics*, Cheltenham-Northampton, 2003, pp. 248-9

Nel nostro caso, in Italia, i problemi sono due: l'autonomia dei musei e l'inalienabilità del patrimonio. Nel primo caso, i ricavi prodotti da un museo statale prendono la via che porta al ministero del Tesoro; nel secondo, la normativa non consente la vendita di ciò che fa parte di collezioni pubbliche.

Uno degli aspetti più difficili da affrontare dei tesori invisibili è quello di definire quali e quanti siano i beni ancora da catalogare.

5.4 Riferimenti legislativi

La Regione Lombardia ha disciplinato specifici interventi nei diversi settori della cultura, che si esplicitano in sovvenzioni o contributi erogati ai soggetti interessati per lo svolgimento di particolari attività culturali, in base a criteri di priorità predefiniti.

In particolare, la Regione si è fatta promotrice di interventi diretti a realizzare obiettivi quali:

- la promozione della protezione e della valorizzazione del patrimonio edilizio di interesse artistico ed archeologico;
- la promozione dell'organizzazione museale e bibliotecaria regionale e locale;
- la promozione della conoscenza e della divulgazione dei valori storici, etnografici, artistici e culturali;
- la promozione ed il coordinamento, anche con il concorso di altri soggetti pubblici e privati, dello sviluppo di sistemi integrati di beni e servizi culturali;
- la promozione delle attività culturali e dello spettacolo.

Nell' VIII Legislatura sono state completamente rinnovate e semplificate le norme in materia di spettacolo – **L.R. 21/2008**, abrogando otto precedenti leggi, ridisegnando la strumentazione finanziaria con la creazione del Fondo Unico Regionale per lo Spettacolo. Sono state, inoltre, introdotte nuove norme per innovare e potenziare le attività regionali in nuovi settori:

- **L.R. 13/2007**_ valorizzazione degli ecomusei;
- **L.R. 27/2008**_ valorizzazione del patrimonio culturale immateriale, con la quale la Regione Lombardia è stata la prima regione a dare attuazione alla Convenzione UNESCO per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale, ratificata dall'Italia nel 2007;
- **L.R. 28/2008**_ valorizzazione del patrimonio storico della Prima guerra mondiale.

Tra le modifiche che la **legge costituzionale n.3 del 2001** ha apportato al Titolo V della Costituzione, una delle più significative è la profonda riorganizzazione

delle funzioni legislative. La riforma ha, infatti, invertito il criterio della potestà legislativa tra lo Stato e le regioni. La competenza statale esclusiva è ora limitata alle materie espressamente indicate all'art. 117⁸⁰.

Un secondo elenco, nello stesso articolo, indica le materie di competenza concorrente, in cui l'intervento del legislatore nazionale deve limitarsi alla "definizione dei principi fondamentali", mentre la disciplina di dettaglio spetta alle regioni; a queste, a loro volta, tocca la competenza legislativa residuale, per tutti gli ambiti che non siano contemplati nei due elenchi.

Il tema dei *beni culturali* si colloca entro questo contesto in maniera del tutto particolare. Il legislatore costituzionale ha diviso questa materia in due diversi ambiti: da un lato sta la *tutela* dei beni culturali, che è attribuita alla funzione legislativa esclusiva statale ai sensi del secondo comma dell'art. 117; dall'altro invece, sta la *valorizzazione* dei beni, che viene menzionata nell'elenco del terzo comma dell'art. 117 e rientra, quindi, nelle materie di competenza concorrente insieme alla "promozione e organizzazione di attività culturali". Il nuovo terzo comma dell'art. 118, infine, prevede una disposizione specifica sui beni culturali, attribuendo alla legge statale la possibilità di definire particolari "forme di intesa e di coordinamento".

LEGGE REGIONALE 12 luglio 1974 , N. 39: "Norme in materia di musei di enti locali o di interesse locale".

Titolo I_ DISPOSIZIONI GENERALI

Art. 2.

1. I musei di enti locali sono istituti culturali al servizio di tutti i cittadini per:

a) provvedere alla raccolta, alla conservazione e alla valorizzazione dei beni culturali e naturalistici;

⁸⁰ Lo Stato ha legislazione esclusiva nelle seguenti materie:

a) politica estera e rapporti internazionali dello Stato; rapporti dello Stato con l'Unione europea; diritto di asilo e condizione giuridica dei cittadini di Stati non appartenenti all'Unione europea; b) immigrazione;c) rapporti tra la Repubblica e le confessioni religiose;d) difesa e Forze armate; sicurezza dello Stato; armi, munizioni ed esplosivi;e) moneta, tutela del risparmio e mercati finanziari; tutela della concorrenza; sistema valutario; sistema tributario e contabile dello Stato; armonizzazione dei bilanci pubblici; perequazione delle risorse finanziarie (1);f) organi dello Stato e relative leggi elettorali; referendum statali; elezione del Parlamento europeo;g) ordinamento e organizzazione amministrativa dello Stato e degli enti pubblici nazionali;h) ordine pubblico e sicurezza, ad esclusione della polizia amministrativa locale;i) cittadinanza, stato civile e anagrafi;l) giurisdizione e norme processuali; ordinamento civile e penale; giustizia amministrativa;m) determinazione dei livelli essenziali delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali che devono essere garantiti su tutto il territorio nazionale;n) norme generali sull'istruzione;o) previdenza sociale;p) legislazione elettorale, organi di governo e funzioni fondamentali di Comuni, Province e Città metropolitane;q) dogane, protezione dei confini nazionali e profilassi internazionale;r) pesi, misure e determinazione del tempo; coordinamento informativo statistico e informatico dei dati dell'amministrazione statale, regionale e locale; opere dell'ingegno;s) tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali.

- b) contribuire, nei settori di loro competenza, alla ricerca scientifica storica ed artistica;
- c) adottare iniziative di promozione culturale e di educazione permanente.

2. In particolare curano l'attività didattica, provvedono alla organizzazione periodica di mostre, diffondono la conoscenza dei beni culturali e ambientali, anche nella loro caratterizzazione locale, e ne promuovono la difesa.

Titolo II_ ORDINAMENTO DEI MUSEI DI ENTI LOCALI

Art. 3.

1. I musei di enti locali, a seconda della natura, della qualità e dell'entità delle loro collezioni, anche in rapporto alle attività svolte di cui all'articolo 2, vengono classificati nelle seguenti categorie:

- a) musei grandi;
- b) musei medi;
- c) musei minori;

così da garantire una adeguata organizzazione artistica, scientifica, didattica e culturale.

2. I musei vengono classificati dalla giunta regionale (1) .

3. A due anni dall'ultima classificazione è ammesso il passaggio di un museo da una categoria all'altra.

Art. 4.

1. I musei grandi devono essere provvisti di:

- a) una direzione;
- b) almeno due conservatori;
- c) servizi di biblioteca, fototeca, laboratori di restauro o di preparazione.

2. Il direttore coordina l'attività complessiva del museo e ne è responsabile.

3. Il conservatore cura l'attività di raccolta, di conservazione, di studio e di didattica, riguardante specifici settori del museo.

Art. 5.

1. I musei medi devono essere provvisti di almeno un conservatore.

2. Se i musei medi hanno più di un conservatore, essi devono essere provvisti anche della direzione.

3. Se il conservatore è uno solo, cura e coordina l'attività complessiva del museo e ne è responsabile.

Art. 6.

1. I musei minori, se mancano di un conservatorio proprio, devono essere provvisti di un conservatorio in comune con altri musei. A tale fine gli enti locali interessati possono consorzarsi fra di loro oppure stipulare convenzioni con enti locali proprietari di un museo medio o grande per utilizzarne il servizio di conservatorio.

2. In entrambi i casi il conservatore svolge le funzioni previste dall'ultimo comma dell'art. precedente

LEGGE REGIONALE 6 agosto 1984 , N. 39: " Interventi regionali per la tutela del patrimonio edilizio esistente di valore ambientale, storico, architettonico, artistico ed archeologico".

Titolo I_ NORME GENERALI

Art. 1.

1. La regione, al fine di promuovere la protezione e la valorizzazione del patrimonio edilizio di interesse ambientale, architettonico, artistico nonché del patrimonio archeologico, concede contributi:

a) per l'acquisto di immobili e loro pertinenze ed eventuali fasce di rispetto aventi interesse ambientale, architettonico o artistico nonché rappresentanti esempi di archeologia industriale;

b) per l'esecuzione di interventi di manutenzione straordinaria, nonché di restauro e risanamento conservativo di immobili di interesse ambientale, architettonico o artistico, nonché rappresentanti esempi di archeologia industriale;

c) per l'acquisto di terreni sui quali siano in corso scavi archeologici, ovvero sui quali insistano reperti immobili di interesse archeologico, o in cui sia stata accertata la presenza di reperti archeologici;

d) per l'acquisto di aree di rispetto intorno a zone archeologiche;

e) per la costruzione e la manutenzione di opere finalizzate alla valorizzazione di immobili di interesse archeologico, nonché per la realizzazione di strutture stabili di protezione degli immobili stessi.

Titolo II_ PROCEDURE PER LA CONCESSIONE DEI CONTRIBUTI

Art. 8.

1. Al fine della determinazione delle priorità per la concessione dei contributi relativi all'acquisto di immobili di interesse ambientale, architettonico o artistico, la giunta regionale tiene conto di tutti i seguenti elementi:

a) il valore ambientale, architettonico o artistico dell'immobile;

b) lo stato di degrado dell'immobile, l'urgenza di eventuali lavori di ripristino e le sue possibilità di recupero;

c) l'utilizzazione cui si intende adibire l'immobile.

LEGGE REGIONALE 19 dicembre 1991 , N. 39: “Promozione degli interventi di riqualificazione e di arredo degli spazi urbani”.

Titolo I_ PROMOZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E DI ARREDO DEGLI SPAZI URBANI

Art. 1.

Finalità

1. La Regione promuove la riqualificazione e l'arredo degli spazi, edifici e servizi urbani nei comuni lombardi attivando interventi la cui attuazione è affidata ai comuni stessi, ai soggetti proprietari e ai soggetti utilizzatori dei beni immobili di proprietà dello Stato, nel rispetto delle disposizioni legislative e normative vigenti in materia di lavori pubblici, secondo criteri e modalità da definirsi con successivo atto della Giunta regionale in relazione ai diversi interventi.

Art. 2.

Progetti di riqualificazione e arredo degli spazi, edifici e servizi urbani. (2)

1. I soggetti attuatori possono elaborare progetti di riqualificazione e arredo degli spazi, edifici e servizi urbani secondo criteri e modalità da definirsi con successivo atto della Giunta regionale in relazione ai diversi interventi. (3)

2. Gli interventi possono essere finalizzati alla riqualificazione e/o all'arredo di spazi urbani centrali o periferici quali strade, piazze, percorsi pedonali, piste ciclabili, aree verdi, aree attrezzate per lo sport e la ricreazione, aree di pertinenza di edifici pubblici o di uso pubblico.

Art. 3.

Definizione di riqualificazione e di arredo urbano.

1. Per riqualificazione ed arredo si intende la predisposizione di un sistema di opere finalizzate alla valorizzazione ed al miglioramento estetico e di fruibilità degli spazi urbani, anche mediante l'uso di materiali e tecniche tradizionali che incentivino la riconoscibilità e l'identità culturale dei luoghi.

2. Sono da ritenersi opere di riqualificazione degli spazi urbani, tra l'altro, la pavimentazione, l'illuminazione, l'alberatura, la progettazione del verde, la valorizzazione dei corsi d'acqua e rive del lago, le finiture di maggiore qualità negli uffici pubblici, nonché l'eliminazione delle barriere architettoniche, così come previsto dalla vigente normativa in materia.(4)

3. Sono comprese nelle opere di arredo anche l'acquisto e la posa in opera di panchine, sedili, fioriere, contenitori per rifiuti, fontanelle, pensiline e sedili per l'attesa dei mezzi pubblici di trasporto, segnaletica nei luoghi pubblici.(5)

4. Sono altresì comprese per le finalità della presente legge l'esecuzione di interventi non distruttivi di consolidamento statico e strutturale, di messa a norma, di rifacimento e di installazione di impianti tecnologici, su immobili del patrimonio edilizio esistente,

compresa l'acquisizione, nei casi di comprovata necessità, di studi ed indagini, quali quelli di tipo geognostico, di monitoraggio statico o di altro tipo, preordinati alla stesura del progetto esecutivo, nonché di interventi di superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche, di risparmio energetico e di manutenzione. (6)

5.4 I casi studio

Il museo militare di Dresda



5.4 Libeskind's Wedge, Dresda

Soprannominato Libeskind's Wedge, il cuneo di Libeskind⁸¹ rappresenta la nuova ala che l'architetto americano ha magistralmente collocato nello storico Museo di Storia Militare di Dresda.

Il restauro, di cui il cuneo in vetro e cemento è l'effetto più eclatante, è durato sette anni di lavori ed è costato circa 63 milioni di euro di finanziamenti. Il cuneo, che divide le due parti del magnifico palazzo neoclassico realizzato nel 1873 per volere di Guglielmo I di Prussia (come arsenale dell'esercito sassone), è alto 30 m ed offre una suggestiva terrazza panoramica su Dresda, città situata a soli 190 km a Sud rispetto a Berlino.

Il museo ospita 10.500 pezzi circa, di memoria e di vita militare.

⁸¹ L'architetto Daniel Libeskind progettista del Museo di Storia Militare di Dresda, è nato a Łódź, in Polonia, 65 anni fa e vive negli Stati Uniti. Figlio di due sopravvissuti ai campi di sterminio nazisti, è considerato uno tra i principali esponenti del decostruttivismo nell'architettura contemporanea americana. Tra le sue opere realizzate più famose: il Museo ebraico di Berlino (1989-1999), l'Imperial War Museum North a Manchester (1997-2002), Citylife a Milano (2007-in costruzione) e Ground Zero a New York (2006-in costruzione).

Questo museo è stato preso in considerazione come caso-studio, non solo per i temi trattati ed esposti al suo interno, ma come un esempio positivo di architettura contemporanea, capace di dialogare ed integrarsi con una preesistenza, ponendo in evidenza le differenze tra il linguaggio formale moderno e quello storico, attraverso uno stacco audace ed evidente.

Il deposito museale dei trasporti di Londra



5. 5 Il Museum Depot del Covent Garden Museum, Londra

Il Museum Depot ad Acton consiste nel distaccamento del Covent Garden Museum di Londra; si tratta di un deposito museale visitabile che ospita al suo interno le collezioni non esposte presso la sede principale di Londra.

Il deposito museo, contiene più di 370.000 oggetti, quali insegne, veicoli d'epoca, fotografie storiche, uniformi da lavoro, carte tecniche, modellini ecc.

L'obiettivo che la struttura si impone è quello di presentarsi come un museo in azione. Con i suoi 6000 m², il deposito rimette in funzione veicoli e carrozze della metropolitana, diventati ormai pezzi d'antiquariato, con lo scopo di far rivivere ai suoi visitatori l'atmosfera che si respirava quando ancora erano in funzione, con i loro fumi, suoni e velocità.

Una parte dell'area, inoltre, è dedicata ad uffici e laboratori dove restauratori e curatori di mostre possono riunirsi e lavorare, catalogare e restaurare i pezzi.

Questo caso-studio è stato preso come modello, in quanto uno dei pochi esempi di deposito museale visitabile in Europa, con caratteristiche tecnologiche, di archiviazione e di catalogazione innovative.

Il Musil a Rodengo Saiano



5. 6 Il Musil, Rodengo Saiano

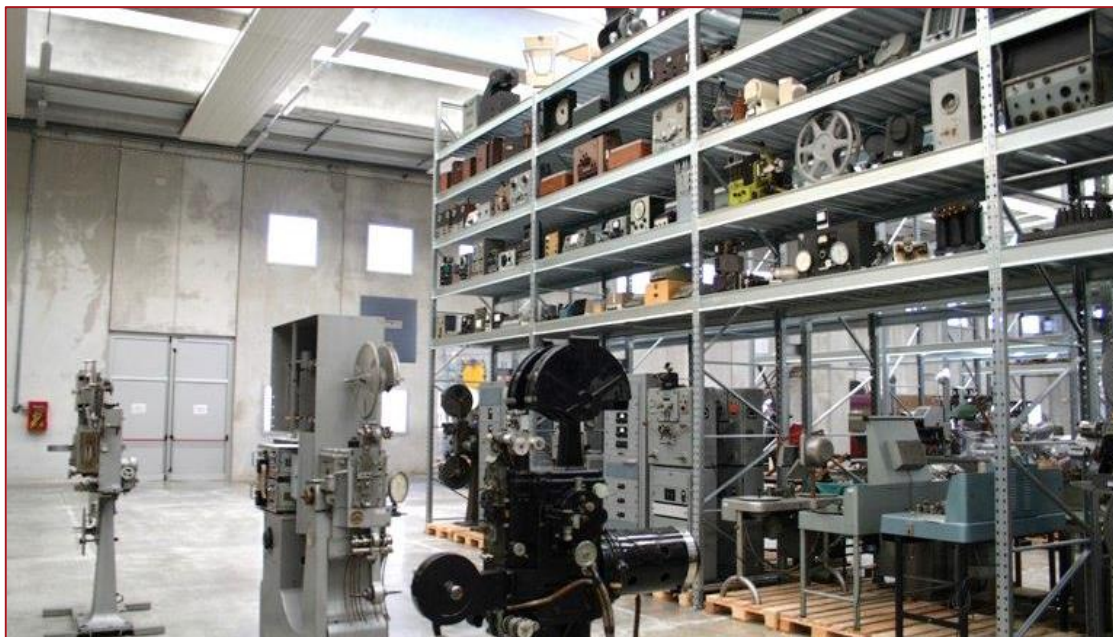
La sede museale di Rodengo Saiano si sviluppa per 3.500 m² e costituisce il deposito visitabile del Musil (Museo dell'industria e del lavoro) di Brescia. All'interno del deposito si trovano le principali collezioni di macchine e reperti della storia dell'industria manifatturiera sia bresciana che nazionale.

La struttura, ideata da Klaus Schuwerk e costruita nel 2008, utilizzando travi d'acciaio e lastre di vetro, misura circa 40 m di lunghezza e 11 m di altezza. Al suo interno sono stati collocati, a varie altezze, una serie di oggetti di grandi dimensioni e peso che raccontano la storia dell'industria nazionale, a partire dagli inizi del '900 sino agli anni '60 del secolo scorso.

Gli spazi funzionali del museo sono ripartiti in tre blocchi di differenti dimensioni e formano un asse centrale rispetto alle altre zone della struttura: il primo è costituito dalla hall d'ingresso in cui è collocato l'ampio banco della reception con una scelta di materiali informativi; nell'ampio spazio al centro dell'edificio è stato creato un ambiente multiuso per conferenze, mostre, concerti; mentre nell'ultima porzione utile sono stati ricavati locali tecnici e una piccola officina meccanica.

Le collezioni invece, sono state organizzate all'interno del deposito in base alle loro dimensioni: i reperti di maggiori dimensioni sono collocati a pavimento come ad esempio un'autoblinda Ansaldo del 1941, mentre le macchine e gli oggetti medio-piccoli sono collocati su scaffalature industriali e comprendono reperti di numerosi settori produttivi.

Ogni spazio è delimitato da capienti librerie per libri e riviste, fondi di archivio e raccolte fotografiche o iconografiche.



5. 7 Le scaffalature interne al Musil

Sul fronte dell'edificio, al piano ammezzato, su una superficie complessiva di circa 600 m² sono stati ricavati ambienti per attività seminari, incontri e lezioni.

Tale progetto è stato d'ispirazione, non solo per la configurazione in pianta dei depositi museali caratterizzanti una parte del masterplan, ma anche per la presenza di scaffalature metalliche indispensabili ai fini espositivi.

Il Muse di Trento

Il MUSE (MUseo delle Scienze) è un centro di diffusione della cultura scientifica di ultima concezione, che si affianca al tradizionale interesse per la storia naturale e la ricerca, tipica di ogni istituzione legata alle scienze e alla natura, e dedica un'attenzione particolare nei confronti di tematiche etiche e sociali e di questioni attuali come l'ecologia e lo sviluppo sostenibile.

Il MUSE è collocato a Trento in un' importante area ex industriale della città, che si sta trasformando in un quartiere commerciale e residenziale nel cuore di un grande parco urbano. Il progetto architettonico, porta la firma di Renzo Piano⁸², copre una superficie che misura circa 12.000 m² e si contraddistingue per un raffinato profilo in omaggio alle vette delle montagne circostanti.

⁸² Renzo Piano, architetto italiano di fama internazionale, nato a Genova-Pegli il 14 settembre 1937, si è laureato nel 1964 presso il Politecnico di Milano, diventa allievo di Marco Zanuso. A Milano lavora per un lungo periodo presso lo studio di Franco Albini. Nel 1981 Piano fonda il *Renzo Piano Building Workshop* (RPBW), con uffici a Genova, Parigi e New York. Tra le sue opere più famose si ricordano: Centre Georges Pompidou a Parigi (1971-1977), la ristrutturazione del Porto antico e l'acquario di Genova (1985-1992); Potsdamer Platz a Berlino (1992-2000), il nuovo Auditorium di Roma (2002), , Nuova sede de Il Sole 24 Ore a Milano (1998-2005).

All'interno è situata una piazza coperta che accoglie i visitatori e suddivide la zona pubblica dell'edificio dall'area riservata al personale del museo.

Gli spazi di lavoro includono: 900 m² di uffici, 800 m² di laboratori di ricerca, 400 m² di officine, 1.800 m² di magazzini per collezioni e mostre, 800 m² di archivi per la biblioteca e spazi tecnici.

Nell'area pubblica invece, si trovano le sale espositive: di cui 3.300 m² di esposizioni permanenti e 500 m² di mostre temporanee. È stata pensata anche un'area bambini di 200 m² ed una sala conferenze con capienza 100 posti per un totale di 200 m², una zona per laboratori ed aule didattiche che si articola per 500 m², una serra tropicale ed una area attrezzata di 600 m² l'una, con la biblioteca, ed un' area accoglienza e un bar .



5. 8 Il Muse, Trento

Il sistema degli impianti per il funzionamento dell'edificio è centralizzato, meccanizzato e sfrutta diverse fonti di energia rinnovabili, in particolare quella solare, con l'uso di celle fotovoltaiche e pannelli solari, e la geotermica, con lo sfruttamento di sonde a scambio termico. Il sistema energetico è accompagnato da un'attenta ricerca progettuale sulle stratigrafie, sullo spessore e la tipologia dei coibenti, sui serramenti ed i sistemi di ombreggiatura, al fine di innalzare il più possibile le prestazioni energetiche dell'edificio. L'illuminazione e la ventilazione naturale, in alcuni spazi, permettono la riduzione dei consumi e la realizzazione di ambienti più confortevoli.

Questo museo è stato preso in considerazione come caso-studio, per il particolare riguardo dato agli aspetti ambientali e al risparmio energetico.

6.11 masterplan

6.1 Il masterplan

“Il masterplan è uno strumento informale, non regolato da norme, in grado di esprimere e manifestare in modo tangibile un'idea condivisa di città”⁸³.

Si tratta di un processo capace di porsi come garanzia tra le previsioni urbanistiche e lo sviluppo architettonico, tra la fase attuativa e quella realizzativa, tra piano e progetto, capace di regolare le scelte, puntando su una ricerca di qualità, per far dialogare i diversi attori della trasformazione urbana, ottenendo il consenso della popolazione.

Viene utilizzato per definire strategie ed indirizzi a scala urbana, definendo una soluzione che prende le distanze da una prassi urbanistica appiattita sul tecnicismo normativo, ma anche da un'idea di architettura autonoma e autoreferenziale⁸⁴.

A differenza di un tradizionale azzonamento bi-dimensionale, lo *spatial masterplan* stabilisce le relazioni tridimensionali tra gli edifici ed il sistema degli spazi pubblici⁸⁵.

Il masterplan, è quindi quello strumento che schematizza: l'idea d'insieme della trasformazione dell'area di studio, la definizione degli usi del suolo, le linee guida progettuali, la conformazione del paesaggio e degli spazi pubblici, le forme costruite, le infrastrutture e i servizi.

Esso, recupera la cultura della rappresentazione, tornando ad occuparsi delle regole del disegno e della restituzione grafica, troppo spesso dimenticate dall'uso dei computer⁸⁶.

Il masterplan, deve essere in grado di riflettere sulle opportunità di un luogo e di ragionare sulla propria realizzabilità, pertanto deve essere di facile comprensione anche dai non-tecnici; se la comunità infatti, non capisce cosa succede, non può condividere le scelte strategiche e i cambiamenti urbani proposti dai progetti urbanistici.

⁸³ Cit. Danilo Palazzo (2008), “Urban Design”, Milano

⁸⁴ Cit. Arch Marco Ardielli (1966) si laurea in Architettura all'Istituto Universitario di Architettura di Venezia nel 1992, specializzandosi in Urbanistica e Recupero urbano nel 1993 presso l'Università Internazionale Menéndez Pelayo a Cuenca (Spagna) e nel 1994 presso l'Università di Alcalá de Henares, Madrid. Ha lavorato in studi internazionali di architettura come quelli di Gino Valle, Venezia, Lombardi & Associati, Venezia, Francisco Pol Méndez, Madrid, Rafael Moneo, Madrid, e Jim Fazio, Palm Beach, Florida (USA). Con il suo studio si è dedicato in particolare all'architettura di uso collettivo per l'abitare e per il loisir, in entrambe le dimensioni del pubblico e del privato

⁸⁵ Urban Task Force (1999), *Towards Urban Renaissance*, Departement of environment, transport and regions, Londra

⁸⁶ Cit. Marisa Fantin, Inu Veneto

Le linee-guida progettuali

Definiti gli obiettivi principali per il progetto e le strategie generali per la composizione del masterplan, sono stati presi in considerazione molteplici aspetti legati sia al rispetto dei vincoli normativi che all'accessibilità e all'orientamento degli edifici.

Sono state indagate in modo puntuale, le funzionalità degli edifici e dei percorsi e la loro rispondenza alla legislazione in materia, per tradurre in realizzabile il *concept* ed ottenere un progetto urbano con effettive capacità rispondenti alle necessità dei cittadini presenti e futuri.

Si è scelto, durante questa fase, di approfondire determinate tematiche, facilmente raggruppabili nelle seguenti categorie:

- *Benessere*_ vale a dire la cura degli spazi pubblici e del sistema del verde a partire dalla loro concezione complessiva fino al disegno degli arredi urbani, che dovranno garantire il comfort di tutti i fruitori, fornendo la sensazione di luoghi accoglienti, caratterizzati da forme diverse e da una differente modalità d'interazione gli uni con gli altri. Il benessere è declinato anche, nella scelta delle funzioni, dai percorsi sportivi, alle aree ricreative e di relax, perché ne possa godere non solo il residente, ma anche chi lavorerà o si recherà nell'area.
- *Accessibilità*_ Lo spazio pubblico è progettato per essere il più possibile permeabile ed accessibile a tutti, secondo i principi dell'Universal design. Si presta particolare attenzione sia all'accessibilità veicolare che a quella pedonale, dotando l'area di parcheggi interrati e di illuminazione semaforica con segnale acustico per i non vedenti. Si evita la costruzione di marciapiedi troppo alti e si presta attenzione ai percorsi per chi porta disabilità motorie, secondo il "progetto Mappability".
- *Vitalità*_ Il sistema dei parchi accoglie luoghi e punti con funzioni attrattive, rivolte a differenti tipologie di utenze al fine di garantire la fruizione costante nel tempo, creando spazi vitali e zone di aggregazione o aree vive solo in determinati momenti della giornata. Il progetto pone una specifica attenzione alla definizione di una *greenway*, seppur continua e riconoscibile, costituita da ambienti e paesaggi differenti, in modo tale da creare un sistema vario ed articolato. Lo stesso vale per i quartieri residenziali e i nuovi poli espositivi, concepiti come spazi-calamita di funzioni, attività e persone, ciascuno dotato del proprio carattere e di elementi di distinzione ed originalità.
- *Sensibilità ambientale*_ Il progetto della rete verde urbana prende in considerazione le specificità del luogo, tenendo conto dell'ubicazione dell'area in oggetto, valutando il fatto di essere in una delle zone periferiche della città, a pochi passi dalla campagna lombarda. Sono

stati inoltre, perseguiti alcuni principi di sostenibilità ambientale, come la riduzione dei consumi energetici, lo sfruttamento di risorse rinnovabili e il recupero dell'acqua piovana per l'irrigazione delle vaste aree verdi.

- *Comunità e spazio pubblico*_ Il progetto propone la restituzione di una grande porzione di superficie alla città, mediante lo studio di nuovi quartieri. Al fine di rafforzare e rendere attrattiva l'area non solo per potenziali utenti esterni ma anche per le vicine comunità, uno dei principi progettuali è stata la costruzione di uno spazio pubblico accogliente, esteticamente gradevole e sicuro. Quest'ultimo si articola in una serie di *nodi e centralità*, che trovano continuità anche negli spazi pubblici progettati per i quartieri residenziali.

Il progetto nella sua completezza, si occupa non solo della valorizzazione, della ridefinizione e dell'incremento del patrimonio di edilizia residenziale pubblica, ma anche della riqualificazione del patrimonio storico-architettonico presente e di quello insediativo-infrastrutturale, nonché dell'abbattimento delle barriere fisiche.

La definizione di un legame tra gli edifici storici e quelli moderni è sostenuta dalla creazione di una rete dinamica degli spazi pubblici, dove i percorsi provenienti dall'esterno si raccolgono in una maglia, i cui nodi, ciascuno con caratteristiche diverse, sono sempre connessi e posti tra loro in una relazione varia, talvolta visiva, talvolta funzionale.

Il masterplan si articola nei seguenti componenti:

- il Museo della Scienza e della Tecnica;
- il circolo ufficiali Santa Barbara;
- il circolo ippico A.N.I.R.E.;
- il centro servizi;
- il centro congressi;
- il centro direzionale;
- il quartiere residenziale Burri;
- il quartiere residenziale Klee;
- il quartiere residenziale Mondrian,

e nell' articolato sistema del verde e degli spazi pubblici, relativi alle aree sopracitate.

Le aree espositive

Come già specificato nei capitoli precedenti, la macro-funzione inserita all'interno del masterplan è quella museale, riservata ai padiglioni dell'Ospedale militare, alle due "casermette" gemelle ai lati della palazzina di Comando e alle

due vaste aree laterali, poste frontalmente a queste, occupate oggi da depositi e fabbricati, di alcun pregio, per il ricovero di mezzi di artiglieria pesante.

Il museo della Scienza e della Tecnica di Milano⁸⁷, custodisce più di 13.000 opere, localizzate in archivi e capannoni, sparsi per il territorio nazionale, non visitabili dal pubblico. Ciò è dovuto alla mancanza di spazio e di aree espositive flessibili, in grado di ospitare laboratori per il restauro di collezioni e di oggetti di grandi dimensioni; basti pensare al sommergibile Enrico Toti, a veicoli aerei e militari, mezzi cingolati o grossi motori.

Da qui, nasce l'idea di dedicare una parte della "Perrucchetti" ai depositi museali visitabili, per potervi custodire beni culturali, in possesso non solo alla caserma ma anche al museo Leonardo da Vinci, rafforzando una continuità storico-spaziale che vede queste due entità, a Milano, fortemente legate fra loro⁸⁸. L'iniziativa di collocarvi una funzione museale, inoltre, è stata appoggiata non solo dallo stesso museo, ma anche dai residenti nell'area, i quali lamentano la carenza di attività artistico-culturali e ricreative.

Avendo a disposizione due aree così vaste, si è scelto di attribuire a ciascuna di loro, tematiche e funzioni differenti, con diverse metodologie didattico-espositive, inerenti al mondo della Scienza e della Tecnica.

Gli edifici e gli spazi, che compongono il museo, sono disposti in modo tale da evocare in un'area le sembianze della doppia elica del DNA e nell'altra, i meccanismi di un orologio, fatto di lancette, ingranaggi, rotelle. Alla base di questa composizione architettonica vi è la volontà di investire la forma di significato seguendo la filosofia di Louis Khan, secondo il quale "*la forma evoca la funzione*"; perciò mentre il DNA richiama la Scienza, l'orologio richiama la Tecnica.

L'idea-base è quella di riportare l'architettura ad un'espressione pura, essenziale, ideale, fatta di forme perfettamente geometriche: il cerchio, il semi-cerchio, il quadrato, col fine di suscitare nello spettatore un sentimento di equilibrio, di spazio assoluto ed atemporale.

Come sosteneva Robert Venturi⁸⁹: "*... il simbolo domina lo spazio. L'architettura non basta. Poiché le relazioni spaziali sono scandite da simboli più che da*

⁸⁷ Cfr. pag.93 e seguenti

⁸⁸ L'attuale sede del Museo della Scienza e della Tecnica, sorge laddove era sita la caserma Villata.

⁸⁹ Robert Venturi, nato a Filadelfia il 25 giugno 1925, è un architetto statunitense, tra i principali esponenti della corrente postmoderna. Dopo la laurea conseguita all'Università di Princeton nel 1947, vi ottenne un master. Collaborò con Eero Saarinen e Louis Kahn prima di aprire il proprio studio nel 1958. Nel 1964 si associò con John Rauch. Ha ottenuto il prestigioso Premio Pritzker nel 1991. Ha insegnato in numerose università come Yale, Princeton, Harvard, UCLA ed è accademico d'onore dell'Accademia delle Arti del Disegno di Firenze. Nel 1966 Venturi pubblicò il suo manifesto, *Complexity and Contradiction in Architecture*.

forme, in un simile paesaggio l'architettura diviene simbolo più che forma nello spazio. Quest'architettura dei segni è antispaziale; comunica sopra lo spazio." E ancora: "... la facciata (di un edificio) acquisisce all'interno del progetto d'architettura una inedita centralità, diventando un elemento dotato di un proprio significato .Tale significato è chiaramente connesso con il contesto produttivo, culturale e artistico da cui è generato e a cui esso è rivolto".⁹⁰

Le aree residenziali

Gli obiettivi prioritari che hanno guidato la progettazione dei quartieri residenziali sono stati: assicurare una migliore qualità della vita ai futuri fruitori e mitigare le conflittualità insite nell'area di progetto. Inoltre, è stata data particolare importanza al rinnovamento e all'integrazione con gli ambiti di confine, per generare processi interattivi con evidenti e positive ricadute sul piano generale.

La riqualificazione dell'ATU Piazza d'Armi, ha previsto col seguente progetto, interventi su servizi ed infrastrutture, così come la ridefinizione degli spazi pubblici, l'allestimento di centri socio-ricreativi, la realizzazione di parcheggi interrati ecc.

Per i quartieri residenziali, si è prestata molta attenzione ad alcune tematiche che potrebbero in un futuro essere sviluppate maggiormente, capaci di fornire un insieme di principi base:

- *Spazio pubblico di quartiere_* deve avere un disegno unitario volto ad accogliere e favorire la costruzione di relazioni all'interno di una comunità; la sua conformazione deve essere tale da permeare tutti gli edifici e da trovare una sua centralità nelle piazze e nei percorsi dove si localizzano i principali le principali funzioni pubbliche.
- *Accesso e permeabilità_* col fine di limitare l'utilizzo dell'automobile, privilegiare i percorsi di ciclisti e pedoni, incoraggiare all'utilizzo del trasporto pubblico, nei quartieri prevalentemente residenziali sono state introdotte delle limitazioni alla velocità.
- *Edifici eco-sostenibili_* i complessi residenziali devono essere caratterizzati da uno standard tecnologico elevato, con soluzioni costruttive che incentivino al risparmio energetico: sistemi di raccolta delle acque piovane per irrigare il verde, isolamento dell'involucro, produzione di energia mediante pannelli fotovoltaici, produzione di acqua calda sanitaria per mezzo di pannelli solari.

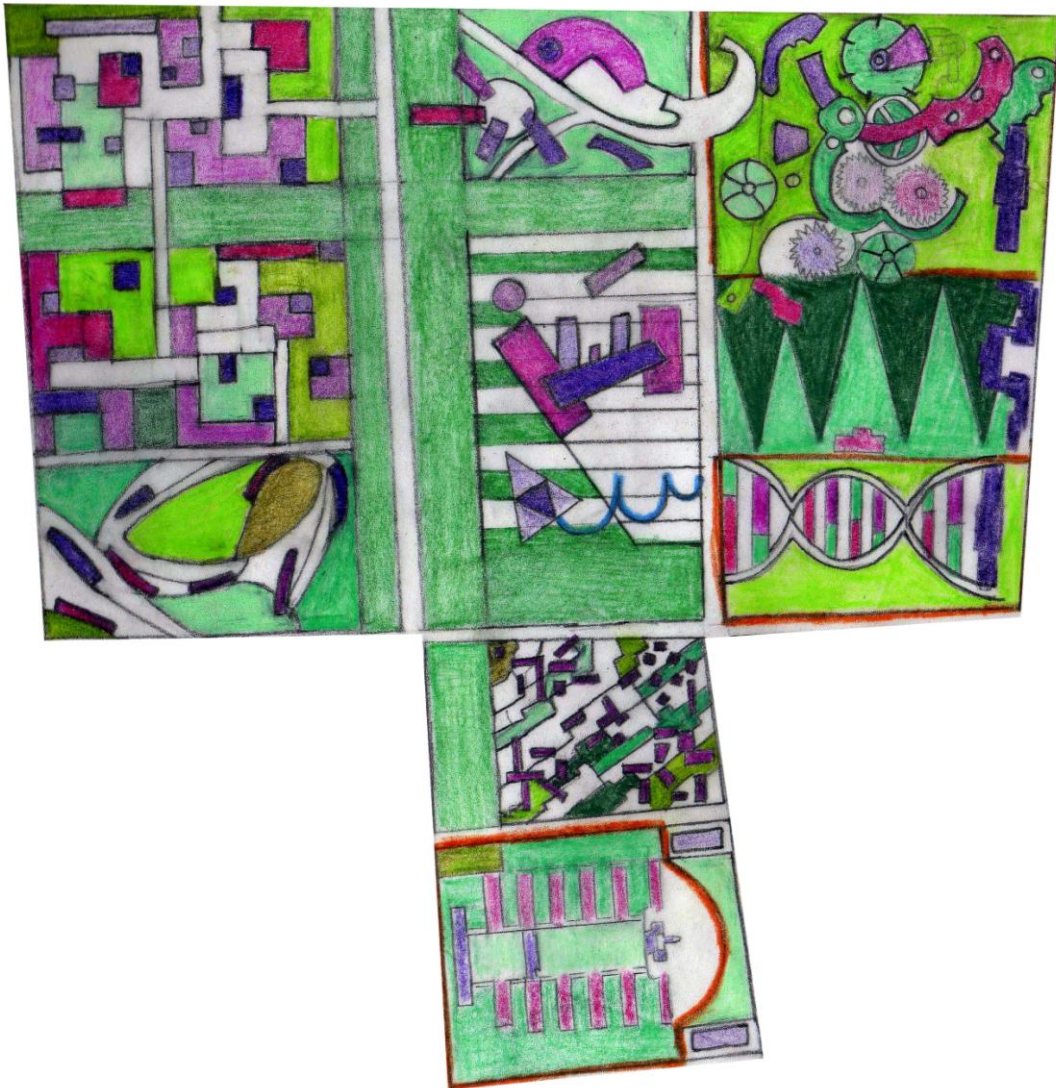
Per quanto riguarda le scelte compositive, queste sono state dettate da specifici rapporti tra gli alzati, le volumetrie, i pieni ed i vuoti. Il disegno urbano di questa

⁹⁰ Venturi, R., Scott Brown, D., Izenour, S. (1972), "Learning from Las Vegas", Cambridge;

parte di masterplan, trova ispirazione nelle opere dei massimi esponenti dell'arte *astratta ed informale* del Novecento.

L'idea vincente che sostiene questo tipo di progettazione è quella di rinnovare il tessuto urbano attraverso l'Arte, intesa come massima espressione tecnica ed estetica.

Grazie infatti, a questa forma creativa è possibile dare carattere, vivacità ed identità ad un luogo, che altrimenti, risulterebbe privo di significato e di emozioni.



6.1 Vision intermedia tra concept e masterplan

6.2 Sistema, funzione ed articolazione dei quartieri

Il Museo della Scienza e della Tecnica

Nella zona di progetto sono stati individuati due spazi destinati ad ospitare il Museo della Scienza e della Tecnica: una superficie di 44.844 m² per il “Museo degli ingranaggi” a Nord della palazzina di Comando e 43.472 m² per il “Museo del DNA”.

Entrambi i musei si caratterizzano per il loro particolare impianto compositivo, nel quale *costruito* e *non costruito* fanno parte di un unico disegno inscindibile; gli edifici e gli spazi esterni, infatti, sono concepiti uno come la prosecuzione spaziale dell'altro. La forma si carica di simboli e determina la funzione, esattamente il contrario di ciò che accadeva nell'architettura modernista.

Il “Museo degli ingranaggi” consiste prevalentemente in aree, sia esterne che interne, per l'istallazione di mostre e per l'esposizione di opere, collezioni e beni di vario genere, per una superficie utile degli edificati di 19.541 m², caratterizzati dalla flessibilità e da un'adeguata illuminazione naturale.

I sei edifici che lo compongono, dotati di ampie sale, alcune delle quali a doppia altezza, sono collegati fra loro per mezzo di un lungo corridoio, che accompagna i visitatori nel *percorso* del museo. Una delle estremità del complesso ospita un planetario, e una sala interattiva. Il disegno del verde e delle piazze invece, sembra riprodurre i meccanismi dinamici di un orologio.



6. 2 Il Museo del DNA

Il “Museo del DNA”, rappresenta un'area caratterizzata da molteplici funzioni, nella quale trovano collocazione, dieci edifici di cui: nove di nuova realizzazione ed uno preesistente, per un totale di 23.014 m² di superficie utile.

La disposizione compositiva in pianta degli edifici è tale per cui questi possano rappresentare le basi azotate del DNA, che si legano alla struttura a doppia elica laterale del gruppo fosfato, rappresentato mediante i percorsi esterni pavimentati, all'interno del verde espositivo⁹¹.

Gli edifici, dalle forme stereometriche, sono stati progettati in modo tale che non interferissero con l'adiacente cavallerizza, mantenendosi molto più bassi rispetto a quest'ultima. Tutti i fabbricati si mantengono volutamente paralleli alla "casermetta" che costituisce il fronte storico del complesso, su Via Chinotto; quelli con asse principale Nord-Sud ospitano servizi di vario genere: laboratori, uffici, sale multimediali, archivi, dipartimenti, zone ristoro e bookshop. Gli edifici, invece, con asse Est-Ovest costituiscono i depositi museali visitabili, pensati come grandi *scatole*, contenitrici di oggetti.

Circolo Ufficiali Santa Barbara

Una delle idee forti del progetto è quella di mantenere parte dell'identità della caserma Santa Barbara, recuperando gli edifici simbolo e quelli di maggior pregio architettonico, custodendo anche, le funzioni ospitate al loro interno.

Si è deciso di conservare il Circolo Ufficiali⁹² e la palazzina a ferro di cavallo su Piazzale Perrucchetti, dedicandola agli uffici per il Comando Militare. L'intera area si estende su una superficie territoriale complessiva di 11.317 m², di cui 7.069 m² sono occupati dagli edificati (esclusi i piani interrati che non si ha avuto la possibilità di rilevare)⁹³.

Il Circolo Ufficiali, in particolar modo, andrebbe ad inserirsi nel sistema degli spazi ricreativi cittadini, per l'organizzazione di eventi civili di vario genere, da convegni a serate di gala o di beneficenza; ciò che accade, per altre strutture storiche milanesi come Palazzo Spinola, Palazzo Bocconi o Palazzo Cusani, Sede del Comando del III Corpo d'Armata fino al 2004, ed attuale sede di rappresentanza della NATO a Milano.

Le potenzialità del Circolo sono evidenti, non solo perché si è avuta la possibilità in prima persona di vedere questi spazi ma anche perché si è potuto constatare quanto gli stessi siano cari ai giovani ufficiali d'istanza presso la caserma oggetto di trasformazione.

⁹¹ L'acido deossiribonucleico (DNA) è un acido nucleico che contiene le informazioni genetiche necessarie alla biosintesi delle proteine. Dal punto di vista chimico, la molecola del DNA ha una struttura a doppia catena formata da basi azotate, da un gruppo fosfato e dal deossiribosio.

⁹² Con Circolo Ufficiali nell'uso originario si intendeva un ambiente di convegno destinato agli ufficiali, quando non erano di servizio.

⁹³ Si ricorda che essendo l'area un presidio militare non si è potuto rilevare a regola d'arte superfici ed altezze, dunque si riportano delle dimensioni di massima.

Il fulcro della Caserma Santa Barbara è l'edificio di Comando, interamente dipinto nei colori del Reggimento, il rosso e l'ocra, i quali rappresentano in araldica il valore (rosso) e la scienza (oro-ocra).

La palazzina di Comando⁹⁴, inaugurata nell'aprile del 1931, si caratterizza per le forme in stile neoclassico, è alta 20 m e composta da tre piani fuori terra ed un piano interrato. Al suo interno, a pian terreno si trova l'atrio che la collega al Circolo Ufficiali, mentre ai piani superiori si trovano alcuni locali adibiti ad uffici con dettagli in stile Decò ed arredo raffinato, e La Sala dei Colonnelli dove sono esposti i ritratti di tutti i Comandanti delle Batterie.

Nel piano interrato, si trova il museo della Caserma, unico spazio espositivo a tema militare presente a Milano, nel quale sono conservati i cimeli e le testimonianze più importanti della storia del Reggimento.

Tale museo è stato inaugurato l'8 Aprile del 1981, in occasione del 150° anniversario della fondazione delle Batterie. Esso conserva principalmente cimeli delle battaglie combattute, medaglie ed onorificenze donate da ex-ufficiali del Reggimento, armi ed uniformi appartenute a combattenti particolarmente valorosi, e ancora urne, cofani, paracadute, carte topografiche ecc.

La palazzina di Comando collega due circoli: il Circolo Sottoufficiali (lato destro, verso la zona museale del DNA) e il Circolo Ufficiali con al suo interno il covo di calotta (lato sinistro, verso il museo degli ingranaggi).

Il Circolo Ufficiali, luogo deputato oggi alla vita sociale degli Ufficiali in forza alla caserma, è composto da diversi ambienti.

Al suo interno troviamo una prima grande sala detta "Sala Volòire" (un tempo chiamata "Savoia"), arredata in maniera da ricreare il corrispondente ambiente della vecchia caserma Principe Eugenio. Prima della costruzione di questa, infatti, il Reggimento Artiglieria a Cavallo, risiedeva presso il Castello Sforzesco (cortile della rocchetta) e poi nella Caserma Principe Eugenio di Corso di Porta Vittoria, ex convento di Santa Prassede, occupato oggi dal Tribunale di Milano.

Nel Circolo Ufficiali, è presente inoltre, una seconda grande sala, detta "la Sala da Pranzo" e alcune salette che prendono il nome da personaggi importanti della storia del Reggimento, quali ad esempio Li Gobbi o Piazzoli. Questi ambienti presentano alcune curiosità, quali una piccola buvette a servizio del solo circolo e la "saletta del comandante", piccolo ambiente le cui pareti sono prive di spigoli, opera dell'architetto Caccia Dominioni ed utilizzata dal Comandante per ricevere ospiti di particolare importanza.

⁹⁴ Cfr. pag.34 e seguenti

Circolo ippico A.N.I.R.E.

All'interno della caserma Santa Barbara, grazie alla collaborazione tra Esercito e Croce Rossa, è presente dal 1981 l'A.N.I.R.E., vale a dire l'Associazione Nazionale Italiana Riabilitazione Equestre, che valse allo Stendardo del Reggimento, la medaglia d'oro al merito della Sanità Pubblica.

Data la presenza di quest'associazione così prestigiosa ed importante per molti portatori di disabilità, si è deciso di conservare nel masterplan, gli spazi dedicati alle attività equestri.

Il Circolo ippico si estende su una superficie di 44.163 m², e comprende al suo interno le stalle, un galoppatoio, una cavallerizza coperta ed altre strutture necessarie alla vita di un maneggio.

Con lo scopo di dare nuova vita all'area, il progetto prevede il riutilizzo di alcuni edifici presenti come: la terza "casermetta" antistante il Piazzale Amedeo d'Aosta, la palazzina a pianta rettangolare posizionata, rispetto alla "casermetta", dalla parte opposta del galoppatoio all'aperto ed infine i tre edifici più piccoli che delimitano il lato occidentale dell'ambito.

Oltre all'associazione dedicata alla rieducazione fisica per mezzo dell'uso del cavallo, si è pensato di destinare parte degli ambienti esistenti agli uffici della Federazione Italiana Sport Equestri e del Comitato Olimpico Nazionale Italiano.

Per attrarre nuove persone in zona, non necessariamente legate all'associazione, una parte delle costruzioni ospiterà una Club House e relativi servizi, legati al mondo equestre.

Centro servizi

Il centro servizi è articolato in dieci edifici composti da blocchi di diverse altezze e volumetrie che si distribuiscono attorno ad una piazza-giardino per una superficie territoriale complessiva di 22.917 m² ed una superficie utile degli edificati di 18.815 m².

Dal punto di vista compositivo e distributivo gli edifici presentano un impianto molto regolare ed ordinato con altezze di gronda variabili entro i 20 m. Le piante sono a base rettangolare e si sviluppano su due-tre piani; gli spazi pubblici aperti sono pensati come un proseguimento di quelli interni.

Questa porzione di masterplan consiste in un centro ricreativo polifunzionale, dedicato ai divertimenti e ad attività di svago, dove trovare negozi di vario genere, *mall* commerciali, supermercati, ristoranti, bar e locali notturni.

Sono stati progettati spazi idonei ad ospitare attività culturali quali un cinema multisala, un auditorium per concerti e spettacoli teatrali.

Si prevede anche, l'introduzione di servizi dedicati allo sport e al benessere psico-fisico come una spa, un centro estetico, una palestra ed un'area playground per bambini.

Lo scopo principale di quest'area, quindi, è quello di concentrare in un unico posto, molteplici funzioni a carattere commerciale ed artistico-culturale, per stimolare soprattutto i residenti dei quartieri limitrofi a vivere maggiormente i momenti di relax, in zona.

Altro obiettivo, non meno importante, è quello di portare in sito, per mezzo del centro servizi, nuove occasioni di lavoro. Per gli aspetti e le caratteristiche sopracitate, l'area è stata studiata prevalentemente pedonale, con una viabilità veicolare moderata, dotata di un parcheggio interrato su tre livelli, in grado di accogliere 993 posti auto.

Centro congressi

L'area si sviluppa su 30.789 m² e si articola in tre parti: il centro congressi, l'albergo e il residence per un totale di 49.300 m² di superficie utile degli edificati.

I tre blocchi si articolano intorno ad una zona verde destinata ad ospitare i servizi dell'hotel e dove poter, eventualmente, svolgere all'aperto eventi ed attività congressuali di vario tipo. Questo giardino chiuso, si collega al sistema degli spazi pubblici verdi, così da garantire ai fruitori del centro, un accesso diretto ai parchi limitrofi. La progettazione del Centro congressi si contraddistingue per un approccio eco-compatibile, con edifici ad emissioni zero, completamente autosufficienti dal punto di vista energetico.

Per i tre edifici ci si orienterà su scelte progettuali volte a ridurre il consumo energetico, con l'utilizzo di energia prodotta attraverso fonti rinnovabili: sarà adottato un sistema di climatizzazione a portata variabile dell'aria condizionata che consentirà un consumo ottimale di energia in funzione dell'effettivo affollamento dei locali, la sistemazione di elementi fotovoltaici in copertura che consentirà una produzione naturale di energia elettrica e la protezione dell'edificio dal surriscaldamento attraverso la mitigazione della radiazione solare e che permetterà un sensibile risparmio sui consumi energetici rispetto a quelli necessari per ottenere il condizionamento di tutto il volume con sistemi tradizionali.

Lo spazio congressi è composto da un auditorium che può accogliere 1.800 persone, grandi sale congressuali per 6.000 posti complessivi, modulabili in diverse configurazioni e suddivisibili in numerose sale di piccole e medie dimensioni ed una piscina coperta con annesso centro spa.

Il centro congressi comprende, anche, una struttura alberghiera con una configurazione cinque stelle luxury ,con stanze e suites, ristorante di pregio, bar, spazi fitness per circa 1000 m², salette riunioni e cocktail bar di oltre 200 m² affacciati direttamente sul giardino. All'interno del complesso è situata una zona adibita a residence, ovvero un edificio di civile abitazione composto da più cellule abitative dotate di cucina e mobilio. Le abitazioni vengono affittate per periodi più o meno lunghi, ed essendo connesse al centro congressi offrono la possibilità di usufruire dei servizi del complesso quali la piscina, l'area fitness, il cocktail bar e il ristorante interno. E' previsto nell'area un parcheggio interrato ad un solo piano, di circa 200 posti auto, condivisi con l'albergo.

Centro direzionale

Si tratta di un'area urbana di 73.230 m², destinata ad accogliere le sedi di direzioni aziendali, banche, ed uffici di vario tipo, per un totale di superficie utile pari a 90.495 m² con parcheggi interrati in grado di accogliere 636 posti auto.

L'area è costituita da quaranta edifici con altezze di gronda variabili entro i 50 m, ad alte prestazioni energetiche, con spazi studiati per offrire la massima flessibilità funzionale e che si adattano perfettamente alle esigenze del lavoro contemporaneo.



6. 3 Il centro direzionale

Dal punto di vista architettonico, il centro direzionale è caratterizzato da una tipologia edilizia a torre, a blocco ed in linea. La disposizione del costruito fa sì che si creino degli spazi pubblici interni "protetti", alcuni di questi con una conformazione a piazza, perciò pavimentati, altri dedicati al verde. Dal punto di vista tecnologico, gli edifici devono essere ad emissioni zero, completamente

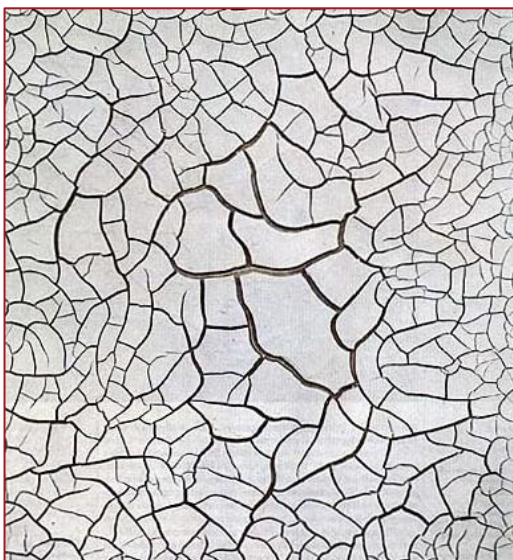
autosufficienti; di conseguenza, i materiali utilizzati all'avanguardia e il disegno delle facciate, ad effetto ed accattivante.

Il quartiere è studiato per offrire ai suoi abitanti e fruitori, attività commerciali di vario genere, localizzate a pian terreno: caffetterie, farmacie, poste; ma anche, servizi come il centro asl, il nido, una scuola per la prima infanzia, articolati in punti chiave dell'area.

Il centro direzionale è stato progettato con la finalità di creare un vivace polo economico di riferimento per l'intera area occidentale della città oltre che, per portare in sito, nuove occasioni di lavoro. La zona, progettata per esser vissuta sia di giorno che di sera, unisce al tema del business servizi di eccellenza, quali locali, ristoranti, hotel, piscine, palestre, spa in grado di attrarre un pubblico internazionale.

Quartiere Burri

Il quartiere è prevalentemente ad uso residenziale con una superficie territoriale pari a 30.789 m². L'area accoglie trentaquattro costruzioni con tipologia edilizia a blocco, uni/plurifamiliare ed in linea, con altezze di gronda variabili entro i 18 m, e con una superficie utile di 21.426 m², per un totale di 160 alloggi. Il quartiere è caratterizzato da spazi adibiti a verde privato, ogni edificio infatti, presenta una sua porzione di giardino.



6. 4 Cretto G1, 1975



6. 5 Il quartiere Burri

Il nome del quartiere deriva dall'artista e pittore italiano Alberto Burri, ideatore dei celebri *cretti*, ciclo di opere d'arte prodotte tra il 1956 ed il 1976, realizzati mediante un miscuglio di ceramica cotta, caolino e massa resinosa. I cretti, il cui aspetto assomiglia a quello dei terreni argillosi e crepati, dopo anni di siccità, costituiscono la base delle scelte architettonico-compositive di questa parte di masterplan.

Il disegno urbano delle strade e degli spazi verdi e pavimentati che contraddistinguono il quartiere, così come la disposizione stessa degli edifici e la loro reciproca relazione, sembrano riprodurre gli effetti del tempo sulla *materia*, che quindi si sgretola e si spacca.

Il quartiere Burri è stato strutturato in modo tale che gli edifici fossero dotati non solo del miglior orientamento solare possibile, ma anche, di molteplici visuali, sia verso l'esterno che verso l'interno, per evitare di creare ambienti omogenei e standardizzati. Gli spazi così delineati consentono un buon orientamento da parte dei fruitori e favoriscono il senso di appartenenza ad un luogo, in quanto unico.

Il carattere dell'area è prevalentemente residenziale, ma al suo interno sono stati previsti anche un asilo, una chiesa⁹⁵, un mercato rionale e degli spazi studiati per ospitare servizi terziari e commerciali.

Data la tipologia di quartiere si prevede un aumento della sicurezza stradale, imponendo come limite di velocità i 30 km/h, favorendo in questo modo la circolazione ciclabile e pedonale.

Quartiere Klee

Il quartiere si articola in due parti distinte, denominate rispettivamente Klee Nord e Klee Sud, divise al centro da una porzione lineare del parco delle Batterie, che caratterizza l'intero masterplan.

Il quartiere Klee Nord, con una superficie di 58.388 m² e Klee Sud, con una superficie di 56.816 m² sono prevalentemente ad uso residenziale. Entrambi sono caratterizzati da un mix di tipologie edilizie, a blocco, a corte ed in linea, e da altezze di gronda variabili, entro i 24 m. La superficie utile totale è di 60.464 m² per il primo e di 61.242 m² per il secondo.

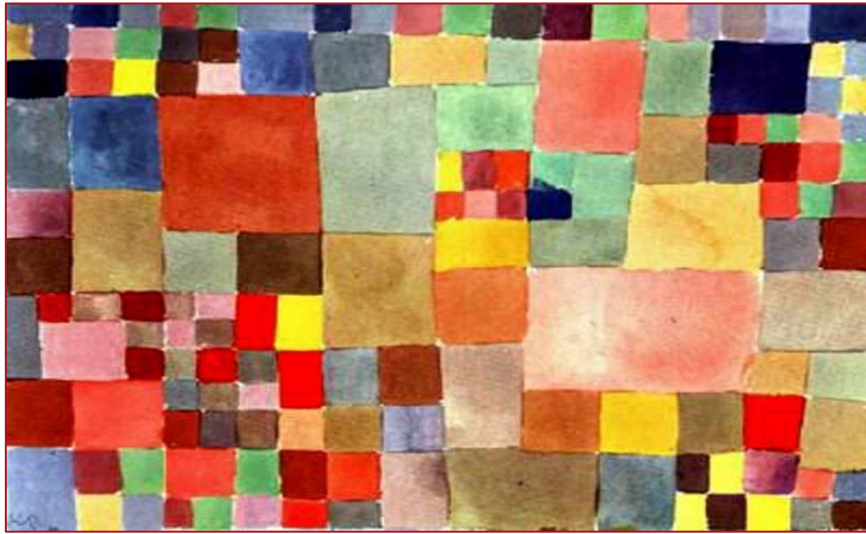
Per limitare il traffico interno e favorire la mobilità ciclo-pedonale, si è deciso di trasformare l'area, in una zona 30; a questo scopo, sono stati studiati, inoltre, cinque parcheggi interrati, capaci d'ospitare complessivamente 1.268 posti auto.

All'interno dei due quartieri sono stati collocati alcuni servizi primari come un mercato rionale coperto, una scuola primaria, una biblioteca comunale, e spazi per servizi commerciali ed attività terziarie.

L'arredo urbano guarda alla sostenibilità ambientale, ma anche alla conservazione dell'identità dell'arredo pubblico cittadino, infatti, alle classiche panche verdi tipiche della città meneghina e alle fontanelle dell'acqua potabile

⁹⁵ S'intende la chiesa dell'attuale Ospedale Militare, dedicata a San Martino ed ai Beati Sabaudi.

dette vedovelle⁹⁶ si vogliono affiancare cestini per la raccolta differenziata e un'illuminazione stradale a risparmio energetico.



6. 6 Flora sulla sabbia, 1927



6. 7 Il quartiere Klee Nord

Il disegno del quartiere, costituito da tanti “blocchetti” che a volte si compenetrano e a volte si staccano, come nel gioco del *tetris*, a formare figure più complesse o più semplici a seconda dei casi, trova la sua ispirazione nei quadri di natura astratta del pittore tedesco Ernst Paul Klee.

⁹⁶ La vedovella è la tipica fontanella pubblica milanese di color verde scuro, fatta in ghisa, sono alte un metro e mezzo, larghe cinquanta centimetri e dipinte di verde.

I milanesi erano soliti dire: "Andiamo a bere al Bar del Drago Verde" cioè alla fontanella verde con il rubinetto a forma di testa di drago, oggi le vedovelle a Milano sono 418.

La denominazione di vedovella è stata coniata per il loro continuo scrosciare di acqua, simile a un pianto perenne di una vedova inconsolabile.

La più antica vedovella è quella che ancora oggi si può ammirare nel centro di piazza Scala. La particolarità di questa vedovella è di essere stata fatta in bronzo anzichè in ghisa come tutte le altre.

Gli edifici, infatti, sono costituiti da piante quadrate o rettangolari, sulla base di moduli che si ripetono o per somma o per sottrazione, col fine di creare un paesaggio vario, ma regolare, armonico e geometrico. Questa eterogeneità di forme si ripete anche nell'alzato, riproducendo volumi che sporgono o che al contrario arretrano rispetto alla facciata.

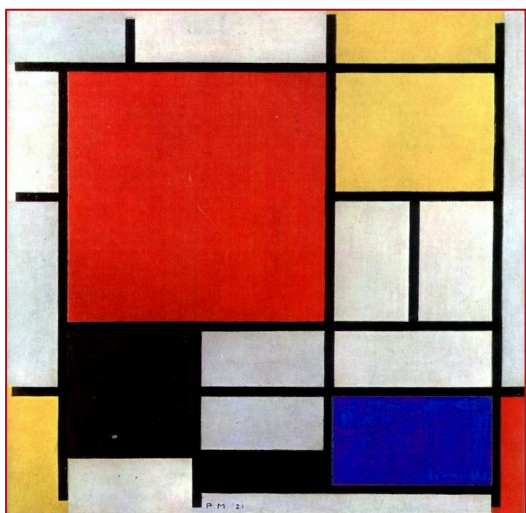
I palazzi così disposti, costituiscono spazi a corte, aperti verso l'esterno o chiusi in sé stessi, ma per lo più permeabili, alcuni lasciati a verde, altri pavimentati.

Quartiere Mondrian

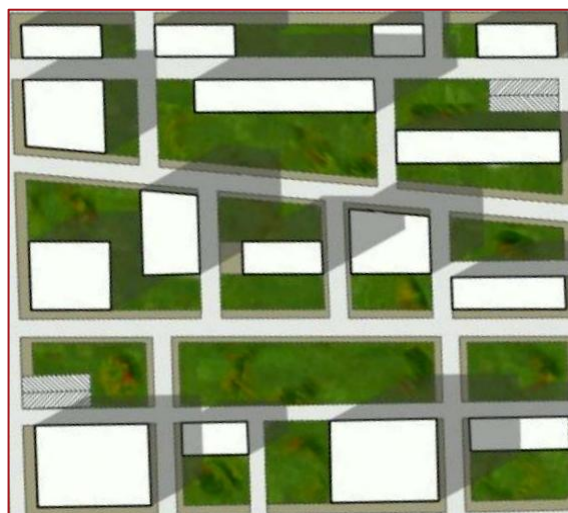
Si tratta di un quartiere prevalentemente residenziale con una superficie territoriale di 25.041 m², caratterizzata dal mix funzionale, nel quale troviamo: 4.270 m² da destinare ad attività commerciali, delle quali la maggior parte pensata come corner al piano terra degli edifici, 5.204 m² per attività terziarie 3.021 m² per servizi di vario tipo.

L'area conta di una superficie utile degli edificati di 34.965 m² con tipologia edilizia a blocco ed in linea, ad altezze variabili entro i 25 m di gronda, per un totale di 204 alloggi.

All'interno del quartiere trovano collocazione un mercato rionale all'aperto e un asilo nido.



6. 8 Composizione, 1921



6. 9 Il quartiere Mondrian

Per poter accogliere il mercato rionale, le strade che costeggiano il verde pubblico sono dotate di colonnine con prese per l'alimentazione elettrica, pozzetti di presa dell'acqua potabile e di quelli per la raccolta delle acque di lavorazione dei banchi alimentari.

Lungo i bordi delle aree verdi sono previsti filari di alberature ad alto fusto; i viali sono dotati di sedute fisse ed opere di arredo urbano. Tale dotazione viene prevista anche in funzione della fruizione e della vivibilità dell'area nelle restanti giornate in cui il mercato non viene svolto.

Il quartiere è dotato di due parcheggi interrati, capaci di accogliere non solo i residenti ma anche i fruitori del mercato rionale, mentre nelle isole verdi pedonali si trova un'area per la sosta/parcheggio di biciclette, dotata di apposite rastrelliere.

Il nome del quartiere deriva dal pittore olandese Piet Mondrian, esponente del movimento artistico *De Stijl* ed autore delle *composizioni*, serie di opere d'arte basate sull'analisi ideale dello spazio. La tela è suddivisa da linee ortogonali nere, che pongono in risalto riquadri campiti dai colori primari: il rosso, il giallo e il blu.

Questa definizione così astratta e pura dello spazio ha guidato la progettazione, quindi, la composizione architettonica dei sedici edifici costituenti il quartiere, caratterizzati da linee semplici, squadrate e regolari. Gli spazi pubblici aperti che si delineano, sono strettamente connessi al costruito, in un'armonica coesione di forme.

6.3 Il sistema degli spazi pubblici verdi

Il sistema dei parchi viene organizzato in una serie di percorsi collegati al fine da rendere il tutto, un progetto leggibile nella sua globale complessità.

I percorsi si sviluppano lungo due assi principali, in direzione Nord-Sud ed Est-Ovest, costituenti i boulevard alberati che dividono l'area in oggetto ed intorno ai quali si articolano i vari quartieri.

A fronte dell' ampiezza della superficie, il progetto ha articolato il sistema del verde con differenti modalità di gestione e apertura al pubblico. L'intero sistema garantisce una completa fruibilità e permeabilità costante, mentre alcuni parchi, che accolgono percorsi e/o attrezzature particolari possono essere gestiti anche con orari di apertura/chiusura articolati nel tempo (aperture orarie e/o settimanali/stagionali).

Si riporta di seguito la descrizione dettagliata dei singoli parchi e delle rispettive tematiche.

Parco Klee

Si tratta di un parco aperto che suddivide il quartiere in due aree e funge da connessione verde tra esse. Si estende per 35.610 m² ed accoglie funzioni maggiormente rivolte e pensate per le comunità di residenti nell'omonimo.

Tra le attività in esso comprese, vi è un'area cani, ovvero una zona recintata dove poter lasciare i cani liberi di correre ed attrezzata con cestini per la raccolta degli escrementi con relativo distributore di sacchetti.

Il parco è pensato inoltre, per accogliere bambini ed adolescenti, da qui la necessità di un verde sicuro ed attrezzato, caratterizzato prevalentemente da



6. 10 Immagini esemplificative del Parco Klee

manto erboso e arbusti di piccola-media taglia. Sono state progettate aree-gioco con pavimentazione antitrauma e giochi composti, con la distinzione tra prima infanzia e seconda infanzia; per gli adolescenti sono stati collocati: un

campo da minibasket, tavoli permanenti da ping-pong e postazioni scacchiere, di possibile interesse anche per gli adulti.

Giardino della musica

Si estende per 18.880 m², connette i quartieri residenziali con il centro servizi ed accoglie funzioni rivolte ai residenti e non. È presente, quale funzione caratterizzante, una zona per ospitare eventi all'aperto.

Il parco si articola infatti, attorno ad una piazza pavimentata capace di ospitare strutture come palchi per concerti e spettacoli teatrali così come megaschermi per il cinema e la proiezione di partite di calcio all'aperto. Proprio per la sua funzione caratteristica, artistico-culturale, esso è dotato di un filtro verde, composto da alberi ad alto fusto, col fine di isolare il quartiere residenziale.

Il giardino della musica si presenta dunque, come punto di ritrovo, luogo per l'aggregazione sociale, location di eventi pubblici; oltre a costituire il proseguimento ideale del centro servizi all'aperto, capace di attrarre diversi tipi di fruitori, fornisce una connessione tra i quartieri residenziali e il suddetto centro. Esso, può accogliere la localizzazione (temporanea o fissa) di piccole strutture di servizio e ristoro.

Sono poi presenti funzioni diffuse rivolte alle comunità residenti come attrezzature per il gioco, un'area cani, ecc.

Parco delle Volòire

Il tema del verde inteso come contatto tra la natura e l'attività sportiva in città sono legati strettamente tra loro. Il progetto ha sviluppato luoghi ed attrezzature al fine di promuovere attività sportive intese come mezzo di formazione e sviluppo psico-fisico della personalità umana, e non come pura espressione di agonismo o di spettacolo sportivo.

Il parco delle Voloire, che si estende per una superficie di 32.610 m², accoglie differenti attrezzature per la pratica dell'attività fisica, col fine di unire il desiderio di allenare il proprio corpo al piacere di trovarsi all'aria aperta. Il suo nome nasce dalla volontà di ricordare che esso sorge su una parte dell'ex Piazza d'Armi dove i militari per anni sono stati addestrati e hanno praticato attività sportive.

Lo spazio verde è articolato con differenti percorsi caratterizzati da un sottofondo adatto alla pratica sportiva ed è dotato di attrezzi fissi per eseguire il così detto "percorso vita"; questo è dedicato all'esercizio a corpo libero e al potenziamento di una zona muscolare specifica. Ogni attrezzo è accompagnato da un'apposita tabella esplicativa, raffigurante l'attività da svolgere in base al

livello di allenamento dell'utente, con testi, disegni e frecce che indicano la stazione successiva.

La flora presente è capace di favorire l'attività sportiva; è costituita da ampio fogliame e scarsa fioritura, arbusti a fusto misto alternati a manti erbosi per l'allenamento a corpo libero. All'interno del parco sono presenti, anche, un campo per i giochi di squadra, zone ristoro con acqua potabile e servizi igienici.

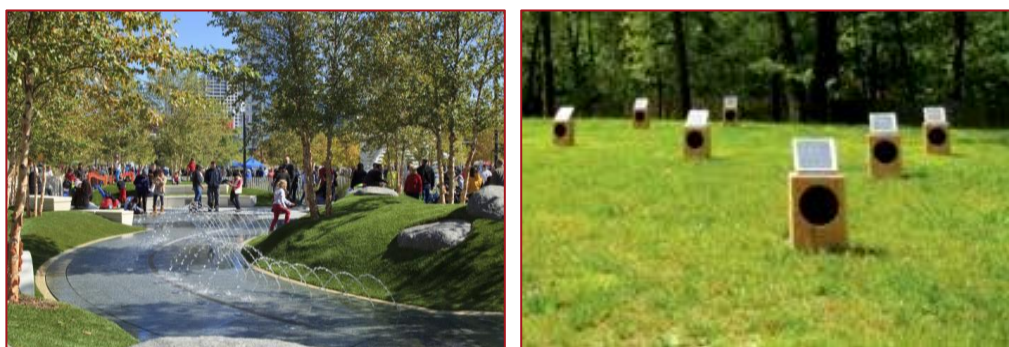
Giardini del dirigibile

Si tratta di un verde collocato tra il centro congressi ed il centro servizi e si estende per una superficie di 15.900 m². Il suo nome deriva dal fatto che nel 1913, in quest'area, sorgeva l'aeroporto La Valle, da cui Forlanini decollò con il primo dirigibile italiano e nel 1928 Umberto Nobile col dirigibile Italia partì alla volta del Polo Nord.

All'interno del parco sono state progettate: aree per il gioco dei bambini con sottofondo antitrauma, postazioni con tavoli e sedute per poter offrire a studenti e lavoratori la possibilità di lavorare all'aperto, una zona ristoro con cestini per la raccolta differenziata, fontanelle dell'acqua potabile ed un chiostro con funzione tavola calda. I giardini del dirigibile, assieme al Parco dell'orologio e al Parco Klee, si inserisce nel sistema degli spazi pubblici di connessione, che per mezzo di un corridoio verde, in direzione Est-Ovest, collega l'area dedicata agli spazi espositivi e museali, quindi il centro-città con il grande sistema dei parchi esistenti, vale a dire il Parco delle Cave e il Parco di Trenno.

Parco dell'orologio

Si estende su 27.930 m² ed è destinato ad accogliere un pubblico composto prevalentemente dai visitatori del museo e dalle famiglie con i bambini. Per questo motivo, si è deciso di integrare il verde con un percorso sonoro e con un'installazione di giochi composti con pavimento antitrauma, affinché la visita alla scoperta della tecnologia inizi ancora prima di accedere al museo.



6. 11 Immagini esemplificative del parco dell'orologio

Il percorso sonoro è caratterizzato da particolari installazioni a margine dei camminamenti, col fine di poterle toccare, suonare e giocare con esse. Ogni strumento possiede la relativa tavola informativa con interessanti notizie a corredo e scatole amplificatrici del suono, alimentate con un sistema fotovoltaico. I percorsi del parco visti dall'alto vogliono ricordare i meccanismi di un orologio, i quali a loro volta intercettano il disegno delle sale espositive del museo della Scienza e della Tecnica.

Giardini Mondrian

Questo verde aperto di connessione, si inserisce nel sistema dei corridoi verdi in direzione Nord-Sud e si presenta come il proseguimento del parco delle Voloire. Esso, stabilisce un collegamento non solo tra il centro congressi e il quartiere residenziale Mondrian ma anche, tra quest'ultimo e il centro direzionale.



6. 12 Immagini esemplificative dei Giardini Mondrian

Si tratta di un parco pensato per diversi tipi di fruitore e da poter frequentare a qualsiasi ora del giorno. Al suo interno si collocano aree differenti, destinate a funzioni di vario genere, dall'area cani a quella per la prima infanzia, a zone dotate di postazioni lavoro con accessi wifi.

Per supportare l'aggregazione giovanile ed adolescenziale si è deciso di collocare un'area attrezzata per l'uso dei rollerblade e degli skate, vale a dire un moderno skatepark dotato di casse, corrimani, mini-rampe, quarters, funboxes e grindboxes.

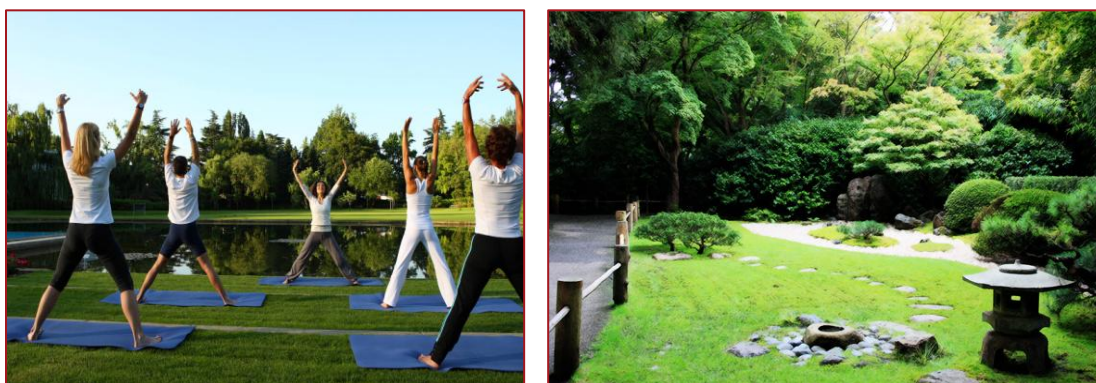
Parco della salute

Sviluppato su 80.842 m², questo parco presenta delle peculiarità rispetto agli spazi verdi adiacenti. Al suo interno si trova l'ex ospedale militare trasformato in una sede distaccata del museo della Scienza e della Tecnica, in cui l'ambito didattico – espositivo è rivolto a materie come la Biologia e la Medicina.

Gli spazi verdi sono stati progettati quindi, per due tipologie di fruitore: i visitatori del museo ed i cosiddetti “ seeker peace of mind”. Si tratta di un luogo dove

poter esiliarsi dai rumori della città, meditare e riposare immersi nel verde, pertanto è vietato fumare, non sono ammessi cani o animali domestici, ed occorre rispettare il silenzio e la quiete.

Sono state studiate delle aree relax ed una zona per svolgere yoga o pratiche sportive leggere, costituita da un soffice manto erboso dove poter disporre i tappetini. Vicino a questa, si colloca un giardino zen che presenta due elementi principali: le rocce per formare isole montuose su cui soffermarsi a riflettere e la sabbia di granito o marmo schiacciato, di tonalità uniformi (bianco, bianco sporco, beige) e di circa 2 mm di diametro. Rappresenta un momento per soffermarsi a meditare o per rilassarsi, modificandone la configurazione.



6. 13 Immagini esemplificative del parco della salute

Presso i cortili interni dell'ospedale militare invece, è stato progettato un giardino delle essenze composto da: salvia, timo, rosmarino, ringospermo, viburno lucidum, ortensia, lavanda, menta, camomilla, malva, salvia e biancospino.

Giardini Amedeo D'Aosta

Questo parco che si estende per 9.081 m², entra nella tipologia degli spazi verdi di connessione urbana, dato che pone in comunicazione il circolo ufficiali con il circolo ippico A.N.I.R.E., ricreando il legame esistente tra la palazzina di Comando su Piazzale Perrucchetti e la retrostante "casermetta".

Questo corridoio verde, infatti, sorge sul Piazzale Amedeo D'Aosta, dove oggi si svolge la cerimonia solenne dell'innalzamento della bandiera italiana sul pennone principale della caserma, generalmente al mattino o all'inizio dell'orario di servizio e dove le Batterie si dispongono durante le parate ufficiali.

Per mantenere l'identità, la memoria storica e ciò che questo luogo ha significato per tanti, si è deciso di mantenere il nome originale del Piazzale, convertendolo in un corridoio verde, capace di porre in relazione le due parti di parco annesse ai musei, costituendo un ponte tra la Scienza e la Tecnica.

La vegetazione

Ai fini di facilitare la scelta delle specie di progetto si è deciso di classificare le specie arboree sulla base dei requisiti dimensionali in:

- alberi di prima grandezza, ovvero alberi che a maturità raggiungono altezze maggiori di 20 m;
- alberi di seconda grandezza, vale a dire alberi che a maturità raggiungono altezze comprese tra i 20 e i 30 m;
- alberi di terza grandezza, ovvero alberi che a maturità non superano i 10 m di altezza.

Un altro parametro fondamentale, di cui si è tenuto in considerazione, per la scelta delle specie, è rappresentato dal diametro della chioma. Esso varia a seconda del portamento, tuttavia sono stati adottati dei criteri generali di identificazione delle dimensioni, utili ai fini della rappresentazione grafica planimetrica. Gli alberi di prima grandezza, dunque, avranno un raggio di 2 m, gli alberi di seconda grandezza avranno un raggio massimo di 4 m, mentre gli alberi di terza grandezza entro i 6 m di raggio. Ulteriore criterio di distinzione è la scelta di specie tipiche ed autoctone.

Le specie presenti

I soggetti da inserire nell'area verde sono stati scelti tenendo conto, oltre che alle caratteristiche morfologiche ed estetiche (dimensioni della chioma, altezza, portamento, forma e colore delle foglie, fioritura, fruttificazione, ecc.) anche e soprattutto in base alle loro esigenze ecologiche.

Come principio di base nella scelta delle piante, ci si è orientati su criteri di rispetto dell'assetto ecologico-ambientale del luogo. Sono stati posizionati dei filari lungo il viale che attraversa il parco da Nord a Sud utilizzando alberi di prima grandezza, con funzioni di arricchimento estetico-formali e di ombreggiamento. La presenza diffusa di alberi lungo i percorsi contribuisce in modo determinante alla definizione di corridoi ed aree di connessione tra gli spazi verdi del parco.

Con lo scopo di piantumare l'intera area è stata fatta una prima selezione delle essenze da preferire in fase esecutiva.

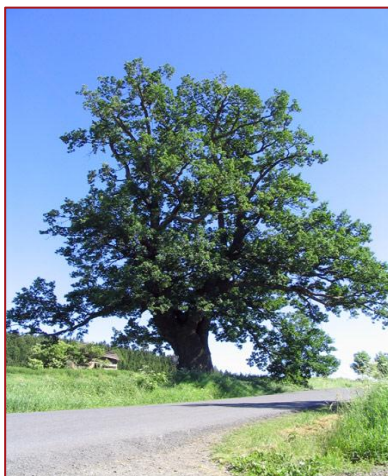
Acero Campestre - *Acer campestre*: albero che non supera i 20 m di altezza, con chioma densa e regolarmente espansa in tutte le direzioni. Le foglie si presentano decidue, palmate, a cinque lobi arrotondati, i fiori giallognoli portati in corimbi eretti, si sviluppano contemporaneamente allo sviluppo delle foglie; i fiori sbocciano da fine aprile a Maggio e il frutto è una samara con ali a 180°.

Farnia - *Quercus Robur*: albero con fogliame deciduo alto fino a 30 m con chioma da ovale a globosa, spesso irregolare, molto ampia, di colore verde scuro e le foglie sono obovate, grandi con incisioni poco profonde. Per quanto riguarda i fiori, come in tutte le querce, i fiori maschili sono degli amenti giallastri, penduli, i femminili insignificanti. La corteccia grigio-brunastra pallida, fessurata in piccole placche. La fioritura è in aprile/maggio e i suoi frutti sono un achenio, detti più comunemente ghiande.

Frassino meridionale - *Fraxinus angustifolia*: albero che può arrivare fino a 30 m di altezza, le foglie sono composte e le foglioline hanno il bordo finemente dentellato. I fiori sono poco appariscenti, privi sia di calice che di corolla e sono riuniti in racemi, i fiori maschili di colore porpora, i femminili verdastri. I frutti sono delle samare con un'ala. Per quanto riguarda la corteccia, dapprima è liscia di colore grigio-verdastro, ma con l'avanzare dell'età diventa ruvida e finemente screpolata. La fioritura inizia ad aprile prima della comparsa delle foglie.



6. 14 *Acer campestre*



6. 16 *Quercus Robur*



6. 15 *Fraxinus angustifolia*

Ippocastano - *Aesculus hippocastanum*: albero alto fino a 40 m, a portamento espanso e chioma ampia, le foglie sono palmato-composte, con 5-7 foglioline cuneiformi a margine dentato e con lungo picciolo. I fiori, riuniti in vistose pannocchie erette, sono irregolari, con corolla a 5 petali bianchi screziati di rosso. Il frutto è una capsula sferica, spinosa, contenente uno o più semi grossi, bruni e lucidi, simili a castagne. Il tronco e i rami sono inizialmente ricoperti da una corteccia liscia, che successivamente si fessura longitudinalmente. Fiorisce in primavera, tra Aprile e Maggio.

Nocciolo - *Corylus avellana*: albero con altezza intorno ai 5-7 m, spesso arbustivo con chioma globosa, irregolare, tronco eretto, ramificato fin dal basso; la chioma è fitta, ampia, irregolare con diametro massimo di 4 m; le foglie sono caduche, alterne e con picciolo lungo provvisto di peli; la lamina, di forma tonda ad obovata, è lunga 6-10 cm. La parte superiore è verde poco pelosa; la parte

inferiore è più chiara. Le nervature sono evidenti. Per quanto riguarda i fiori si notano delle infiorescenze unisessuali; quelle maschili sono amenti di 6-8 cm, penduli, che si formano in autunno, mentre quelle femminili sono simili a gemme, da cui sporgono gli stimmi rossi; i frutti sono a noce, di 2 cm circa, avvolti da una brattea (foglia modificata) dentata. La corteccia è liscia, con sfumature che vanno dal bruno-rossastro a un bruno-grigio. Fiorisce tra Gennaio e Marzo.

Carpino bianco - *Carpinus betulus*: albero poco longevo (150 anni), di media altezza (15-20 m) con portamento dritto e chioma allungata. La corteccia si presenta sottile, liscia al tatto, di colore grigio, irregolare per il fusto scanalato e costolato. Le foglie sono alterne, semplici, brevemente picciolate, ovato-oblunghe, con nervature in rilievo e ben visibili sulla pagina inferiore, con apice acuminato e margine finemente e doppiamente dentato. Ingialliscono in autunno ma permangono secche sui rami anche per lungo tempo, specie sulle piante di giovane età.



6. 18 *Aesculus hippocastanum*



6. 19 *Corylus avellana*



6. 17 *Carpinus betulus*

I fiori sono unisessuali, riuniti in infiorescenze (amenti) anch'essi unisessuali e portati sul medesimo individuo (specie monoica). I fiori maschili sono tozzi e penduli, nudi, con sei-dodici stami portati singolarmente per ogni brattea. I fiori femminili sono corti, situati poco sotto l'apice dei rami, hanno perigonio e sono portati a coppie su una serie di brattee e bratteole che nel frutto diverranno una brattea triloba, tipica della specie. Fiorisce nel mese di aprile. Il frutto è un achenio che contiene un seme non alato.

Olmo campestre - *Ulmus minor*: albero di media grandezza, con altezza compresa tra i 2 e i 30 m. I fusti giovani presentano una corteccia liscia e di colore grigio scuro. Con l'età la corteccia tende a desquamare formando dei solchi più o meno profondi in direzione verticale ed orizzontale, formando delle placchette quadrangolari. Le foglie sono alternate, di forma ellittica e dalle dimensioni di circa 3 cm in larghezza e 5 cm in lunghezza. Hanno margine

dentellato e sono dotate di un breve picciolo, sono di colore verde, che vira al giallo durante l'autunno, prima della caduta. I fiori sono piccoli, ermafroditi e dotati di tepali verdastri. Il frutto è una samara. La fioritura avviene prima dell'emissione delle foglie, nel periodo a cavallo tra l'inverno e la primavera, compreso tra i mesi di Febbraio e Marzo.

Biancospino - *Crataegus monogyna*: questa pianta può raggiungere altezze comprese tra i 50 cm ed i 6 m. Il fusto è ricoperto da una corteccia compatta e di colore grigio. I rami giovani sono dotati di spine che si sviluppano alla base dei rametti brevi. Le foglie sono lunghe 2-4 cm, dotate di picciolo, di forma romboidale ed incise profondamente. L'apice dei lobi è dentellato. I fiori sono raggruppati in corimbi, che ne contengono da circa cinque a venticinque. I petali sono di colore bianco-rosato e lunghi 5 o 6 millimetri. I frutti sono ovali, rossi a maturazione e con un nocciolo che contiene il seme. La fioritura avviene tipicamente tra Aprile e Maggio, mentre i frutti maturano fra Novembre e Dicembre. I frutti del biancospino sono commestibili, ma solitamente non vengono mangiati freschi, bensì lavorati per ottenere marmellate, gelatine o sciroppi.



6. 22 *Ulmus minor*



6. 21 - *Crataegus monogyna*



6. 20 - *Cornus mas*

Corniolo - *Cornus mas*: i cornioli sono arbusti o piccoli alberi alti fino a 5 m, con foglie ovate ed opposte, ricoperte parzialmente da peluria. I fiori gialli si aprono ad ombrello. I frutti, sia di un bel colore rosso corallo che anche gialli, assomigliano a piccole ciliegie oblunghe. I rami sono di colore rosso-bruno e brevi, mentre la corteccia è screpolata.

Eucalipto australiano - *Eucalyptus regnans*: albero sempreverde che cresce fino a 70-90 m con un tronco diritto ed una corteccia liscia che nella parte vicina alle radici è solitamente più ruvida. Le foglie sono lanceolate, lunghe da 9 a 14 cm e larghe da 1,5 a 2,5 cm, con un lungo apice acuminato e un bordo liscio, di colore da verde a glauco con un picciolo rosso. La pianta produce piccoli grappoli ascellari di nove-quindici fiori ciascuno, di circa 1 cm di diametro con

un anello di numerosi stami bianchi. Il frutto è una capsula a forma di pera, lunga da 5 a 9 mm e larga da 7 a 4 mm.

Bosso comune - *Buxus sempervirens*: arbusto sempreverde eretto e cespuglioso di altezza variabile tra i 2 e 4 m, longevo, dall'odore caratteristico, ha robuste radici ancoranti, fusto ingrossato alla base, tortuoso e ramificato, a chioma folta. La corteccia dapprima liscia e verdognola, nel tempo assume una colorazione grigio-biancastra, ha proprietà medicinali. Le foglioline sono opposte e persistenti, sessili o brevemente picciolate, di colore verde cupo lucente superiormente, più chiara inferiormente, di forma ovoidale, oblunga o arrotondata, con il margine liscio ad eccezione dell'apice. I fiori fioriscono unisessuali, piccoli, riuniti in glomeruli ascellari; il fiore centrale è generalmente femminile, quelli periferici maschili; sono fiori rudimentali senza una corolla vera e propria, il calice è formato da quattro lacinie, che nei fiori maschili circondano gli stami, ed in quelli femminili l'unico pistillo con ovario supero, ovoidale e sormontato da tre grossi stimmi. La pianta fiorisce generalmente da Marzo fino a Maggio. Dopo la fecondazione, l'ovario si trasforma in una capsula coriacea sormontata da tre rostri, derivati dagli stili del pistillo, che permangono anche nel frutto, che ha una caratteristica forma di deiscenza per il lancio a distanza dei semi bislungi, brunastri, lucidi e ricchi di albume.

Ligustro - *Ligustrum ovalifolium*: arbusto con dimensioni che vanno da pochi cm a circa 4/5 m. La corteccia è verdastra e liscia. I fiori, bianchi e profumati, si riuniscono in infiorescenze a pannocchia terminale. Da questi si formano delle bacche nere, lucide e velenose. Da tali bacche si estrae, mediante trattamento con acqua distillata bollente, una sostanza colorante, usata come indicatore chimico: la ligulina, che ha la proprietà di virare al color rosso, in ambiente acido (da pH 6 a 0), di virare al verde, in ambiente basico (da pH 8 a 14) oltre a diventare azzurra, in presenza di acque calcaree.

Oppio - *Viburnum opulus*: specie di arbusto, talvolta piccolo albero alto fino a 4 m, a fogliame caduco, molto decorativo e con una caratteristica e abbondante fioritura, con fiori di colore bianco, profumati e riuniti in corimbi o cime ombrelliformi, i cui i fiori esterni sono più grandi, appariscenti e sterili. I frutti sono grappoli di drupe rosse che rimangono fino all'inverno.

La berretta del prete - *Euonymus europaeus*: pianta angiosperma dicotiledone, alta dai 3 agli 8 m, durante la primavera forma dei piccoli fiori bianchi ermafroditi che, in autunno, danno origine ai caratteristici frutti rossi dalla curiosa forma simile al cappello usato dai sacerdoti cattolici (da qui il nome singolare).

La presenza e collocazione delle varie specie arboree è specificata in dettaglio nella tavola sulle essenze, in allegato.

Per quanto riguarda il prato, si preferiscono i mesi autunnali come quelli primaverili, senza grandi sbalzi termici, per poter eseguire la semina.

Occorre fare una distinzione tra prato officinale e prato all'inglese.

Il prato officinale (detto anche spontaneo) è caratterizzato da una pluricoltura, dove vengono utilizzate per lo più graminacee appartenenti ai generi *Agrostis*, *Cynodon*, *Dichondra*, *Poa*, *Festuca*, *Lolium*, *Paspalum*, *Pennisetum*, *Stenotaphrum*, *Zoysia*. Il prato all'inglese, al contrario, è quasi una monocultura.

La scelta dell'erba è importante soprattutto in relazione alla tipologia climatica (e microclimatica) nella quale si trova il prato da allestire. Le erbe si distinguono in microterme e macroterme che si differenziano per le varie condizioni con le quali crescono le radici, ovvero tra i 10–19 °C nel primo caso, e tra i 23–32 °C nel secondo.

Il manto erboso spontaneo segue il ciclo delle stagioni, mutando colori, profumi e portamento, non è fruibile allo stesso modo in tutti i momenti dell'anno, e ha bisogno di meno annaffiature rispetto al prato all'inglese.



6. 23 *Eucalyptus regnans*



6. 24 *Buxus sempervirens*



6. 25 *Ligustrum ovalifolium*



6. 26 *Viburnum opulus*



6. 27 *Euonymus europaeus*

7. Il museo del DNA

L'approfondimento progettuale a livello architettonico-compositivo, ha interessato solo uno dei due poli costituenti il Museo della Scienza e della Tecnica, vale a dire il Museo del DNA.

Come già spiegato nei capitoli precedenti, la motivazione che ha fatto ricadere la scelta su questo ambito funzionale è stata la necessità di valorizzare le preesistenze storiche della caserma Santa Barbara, per consentirne la fruizione da parte dei cittadini e di un pubblico più ampio, ma anche per reinserirle nella rete degli spazi e dei percorsi pubblici.

L'idea di instaurarvi funzioni culturali, come spazi museali ed espositivi, dedicati alla Scienza e alla Tecnica è legata anche alla volontà di mantenere la memoria storica del luogo, infatti, all'interno dei depositi museali visitabili, si prevede oltre al ricovero di beni culturali di vario tipo, l'esposizione di pezzi e mezzi di artiglieria pesante, che hanno fatto la storia dell'Esercito italiano.

La tipologia museale del *deposito visitabile* è stata per altro, appoggiata e vivamente auspicata dalla responsabile dell' Exhibition Design⁹⁷ del Museo Leonardo da Vinci di Milano, la quale ci ha spiegato quanto importante sia per il museo la ricerca di nuovi spazi, idonei alla conservazione e alla restaurazione del suo patrimonio⁹⁸. In particolare modo, la tendenza di oggi, in campo museale, è quella della realizzazione di depositi aperti al pubblico .

7.1 La macchina nella macchina

Il Progetto funzionale-spaziale

Il fulcro del progetto sono i due grandi depositi ai quali si affiancano i cinque edifici minori che ospiteranno le attività accessorie, i laboratori di restauro, gli spazi per la didattica e gli uffici direzionali.

La disposizione e il disegno dell'impianto nasce per richiamare, come già detto precedentemente, la teoria secondo la quale l'architettura è fatta di simboli più che di forme nello spazio. Da qui, la scelta di utilizzare la sagoma del DNA e di identificare gli edifici con i nucleotidi della doppia elica, riprodotta a sua volta mediante i percorsi nel verde, che racchiudono l'intero complesso museale.

La scelta di richiamare tali forme deriva dall'idea di ricreare una vera e propria macchina museale con un suo sistema organico dotato di DNA, vale a dire di tutte quelle informazioni genetiche necessarie al corretto funzionamento degli organismi, rappresentati nel nostro caso dall'ente Museo.

⁹⁷ Claudia Garzon

⁹⁸ Il patrimonio attualmente del museo vanta 15mila beni tecnico-scientifici e artistici di diverse dimensioni, un archivio cartaceo e fotografico e una biblioteca che conta 40mila volumi e riviste che testimoniano la storia della scienza, della tecnologia e dell'industria dall'Ottocento ai giorni nostri, con particolare riferimento all'Italia.

Le funzioni

Il cuore pulsante attorno al quale ruota l'interno polo museale, diversamente da ciò che accade normalmente, è il deposito.

Si tratta di quel luogo in grado di contenere grandi collezioni, dove le stesse possono trovare ricovero durante le fasi di manutenzione e catalogazione, o nel quale è possibile preparare le opere in partenza per esposizioni fuori sede o ancora, dove è possibile ricevere nuovo materiale ed allestire esposizioni temporanee. Questa parte dell'attività museale, in passato, non è mai stata resa visibile al pubblico ma oggi, le tendenze mostrano altro.

Alla funzione principale di deposito si andranno ad accostare funzioni secondarie come: la catalogazione, il restauro, l'accoglienza del pubblico, la didattica. Si delineano di conseguenza, due tipi di fruitore: da una parte il visitatore occasionale e dall'altra l'addetto/studioso/restauratore che usufruisce degli spazi in modo differente e vario a seconda delle necessità.

Lo scopo didattico è da sempre motore ed ideatore del Museo Leonardo da Vinci, il quale negli ultimi anni ne ha fatto una missione, cercando di avvicinare bambini, adolescenti ma anche adulti, alla storia delle tecnologie e al mondo della scienza.

Per poter svolgere tale funzione, è necessario disporre di laboratori e di aule idonee all'organizzazione di seminari e di lezioni teoriche, rivolte ad un pubblico, il più possibile eterogeneo.

Una problematica emersa durante il colloquio con i responsabili del museo, è quella della catalogazione delle opere, nonché dei "tesori invisibili", tema già trattato nelle pagine precedenti.

Molti dei beni di proprietà dei musei, infatti, non sono mai stati catalogati, per cui anche raccogliere le informazioni a riguardo o farne un tracciamento per la creazione di database, risulta un'operazione molto complessa e a volte, non del tutto realizzabile. I responsabili del museo hanno portato alla luce questa problematica a loro molto cara, poiché si traduce nella consapevolezza di non riuscire a valorizzare i beni in possesso e tanto meno, di programmarne possibili restauri o manutenzioni.

All'interno dell'area a nostra disposizione, si è deciso perciò, di creare una zona destinata allo studio e alla catalogazione dei beni ed un'altra dedicata ai laboratori per il restauro.

Molti degli oggetti in possesso ad un museo necessitano quindi, di restauro o di manutenzione, motivo per cui spostare i beni in laboratori esterni per i lavori di adeguamento, costituisce un'operazione spesso molto onerosa.

La disponibilità di spazi adeguati, limita il problema e genera la possibilità di avere all'interno della struttura, un dipartimento dedicato al restauro, che può contribuire anche economicamente all'ente museo, oltre che a generare nuovi posti di lavoro.

Gli edifici complementari del DNA

Alla luce di quanto detto sopra, si è proceduto alla progettazione architettonico-compositiva degli spazi complementari ai due depositi museali:

- Edificio 1_ACCOGLIENZA

Questo edificio è progettato per contenere al suo interno, tutte quelle funzioni amministrative che si svolgono all'intorno di una zona museale, come la biglietteria, l'infopoint e il guardaroba. Sono collocati anche gli uffici della direzione con relativa sala riunioni. È stata pensata, inoltre, una zona dedicata alla didattica, dove il pubblico, composto prevalentemente da scolaresche o scuole professionalizzanti, può essere accolto con seminari introduttivi e lezioni teoriche in preparazione alla visita. Trovano collocazione, perciò, due sale multimediali, due aule, e una sala conferenze.

- Edificio 2_BOOKSHOP CAFÈ

Edificio dedicato al marketing e alla sinergia tra cultura e ristorazione. A piano terra troviamo il bookshop, negozio dedicato alla vendita di gadget, poster, souvenir, libri e testi inerenti le varie esposizioni, materiale con cui approfondire le proprie curiosità e ricerche. Al primo piano dell'edificio sono situati un ristorante/spazio eventi.

Lo spazio eventi è stato studiato non solo come un luogo dove i visitatori e gli addetti del museo possono trovare ristoro grazie alla presenza di un ristorante interno, ma anche come locale per l'organizzazione di eventi privati.

L'edificio, inoltre, presenta al secondo piano, un giardino d'inverno che si affaccia su una terrazza esterna, la quale, durante le normali attività museali, può diventare un'accogliente spazio lettura, o in occasioni di eventi, una sala da allestire.

- Edificio 3_SALA ESPOSITIVA 1

L'edificio presenta al piano terra una sala espositiva da 590 m², mentre il piano superiore è dedicato interamente alla didattica interattiva, con laboratori di alimentazione, robotica e chimica, che vanno ad implementare gli spazi per le attività di laboratorio a scopo didattico, che già l'ente museo Leonardo da Vinci svolge nella sua sede principale. Oltre ai laboratori troviamo anche una sala multimediale.

Il museo del DNA

TIPO	MACRO	MICRO	INDOMBRO MQ
ACCOGLIENZA	ACCOGLIENZA	DEPOSITO/GUARDAROBA	27
		ATRIO	173
	DIREZIONE	BIBLIOTECARIA	14
		SERVIZI ADDETTI	27
		SERVIZI IDENICI	27
DIDATTICA	DIDATTICA	BALA RIUNIONI	70
		UFFICI	148
		BALA MULTIMEDIALE	50
		BALA MULTIMEDIALE	57
		AULA 1	65
AULA 2	65		
LOCALE TECNICO	27		
SERVIZI IDENICI	27		
MABAZZINO	30		
BALA CONFERENZE	48		
INFOPPOINT	UFFICI	24	
BOOKSHOP CAFFÈ	SPAZIO EVENTI	SPAZIO EVENTI	218
		GUARDAROBA	23
		SERVIZI ADDETTI	13
		SERVIZI IDENICI	27
		MABAZZINO	20
	QUADRA	40	
	LIBRERIA	GIARDINO D'INVERNO	200
SERVIZI IDENICI		27	
SPAZI APERTI	LOCALE TECNICO	13	
	ZONA ESPOSITIVA	240	
	MABAZZINO	28	
DEPOSITO VISITABILE	SPAZI APERTI	UFFICIO/CABBA	40
		SERVIZI IDENICI	27
SALE ESPOSITIVE	INDONTRI DIDATTICA LABORATORI	TETTO GIARDINO	146
		AREA RELAX	50
DOCUMENTAZIONE/DATALOGGAZIONE	RIDEZIONE OPERE	2 DEPOSITO MUSEALE	4420
		VERDE	
RESTAURO	LAB. ARTIBIANALI	SPAZI ESPOSITIVI	
		ZONA DARIO BOARIO	
DOCUMENTAZIONE/DATALOGGAZIONE	ARCHIVIO/DATALOGGAZIONE	ZONA RELAX	
		LAB. RESTAURO	218
DOCUMENTAZIONE/DATALOGGAZIONE	ARCHIVIO/DATALOGGAZIONE	LAB. ANALISI	150
		SERVIZI ADDETTI	18
DOCUMENTAZIONE/DATALOGGAZIONE	ARCHIVIO/DATALOGGAZIONE	SALA GRANDI RESTAURI	60A2
		SERVIZI ADDETTI	18
DOCUMENTAZIONE/DATALOGGAZIONE	ARCHIVIO/DATALOGGAZIONE	LOCALE TECNICO	11
TOT 8603 M²			

7.1 Metaprogettazione

- **Edificio 4_LOGISTICA E CATALOGAZIONE**

L'edificio adiacente all'ingresso carrabile, da cui accedono i veicoli che trasportano i beni da o verso il museo, costituisce il fulcro del sistema deposito. Esso, infatti, è collocato al centro del DNA.

Una zona del sistema deposito è dedicata allo svolgimento di quelle funzioni che stanno alla base di un museo, vale a dire la logistica delle collezioni e la catalogazione delle opere, attività che essendo in sinergia l'una con l'altra, possono operare insieme senza perdita di tempo, informazioni e denaro.

Al piano terra dell'edificio 4 troviamo, dunque, la zona degli imballaggi, un' area stoccaggio e gli uffici della logistica, mentre al piano primo sono situati gli uffici del dipartimento di catalogazione e un'area per l'archivio.

- **Edificio 5_SALA DEI GRANDI RESTAURI / LABORATORI ARTIGIANALI**

Si tratta di un edificio che presenta al piano terra uno spazio espositivo in cui è possibile svolgere grandi restauri di opere private o interne al museo. Il restauro stesso diventa, infatti, motivo di visita e di interesse collettivo o semplicemente materia di seminario per scuole professionalizzanti, in grado di creare una sinergia anche con l'Accademia delle Belle Arti di Brera.

Al primo piano, invece, troviamo quelle che un tempo si definivano botteghe, e che oggi vengono chiamati laboratori artigianali, ovvero spazi di lavoro a cui si affiancano laboratori di analisi dotati di macchinari sofisticati e all'avanguardia, anch'essi motivo di interesse per il pubblico.

La tecnologia, in tutte le sue forme, diventa quindi, motivo di interesse per il visitatore: da quella passata, rappresentante i beni in possesso del museo, a quella moderna da applicare ai beni in transito.

Il museo diventa esso stesso una scatola-macchina, che lavora in tutte le sue parti; una macchina nella macchina.

- **Edificio 6_DIDATTICA**

L'edificio 6 è dedicato alla didattica e all'organizzazione di seminari. Presenta al piano terra una sala per le proiezioni mentre al primo piano, si collocano due aule per gli incontri didattici.

Nell'edificio vi sono, inoltre, spazi destinati agli uffici del dipartimento della didattica del museo.

- **Edificio 7_SALE ESPOSITIVE 3 E 4**

L'edificio è interamente dedicato all'esposizione delle collezioni, è articolato in due grandi ambienti open-space, dove poter organizzare mostre temporanee; per questo, presenta spazi flessibili e facilmente allestibili a seconda delle necessità.

- Edificio 8 _UFFICI

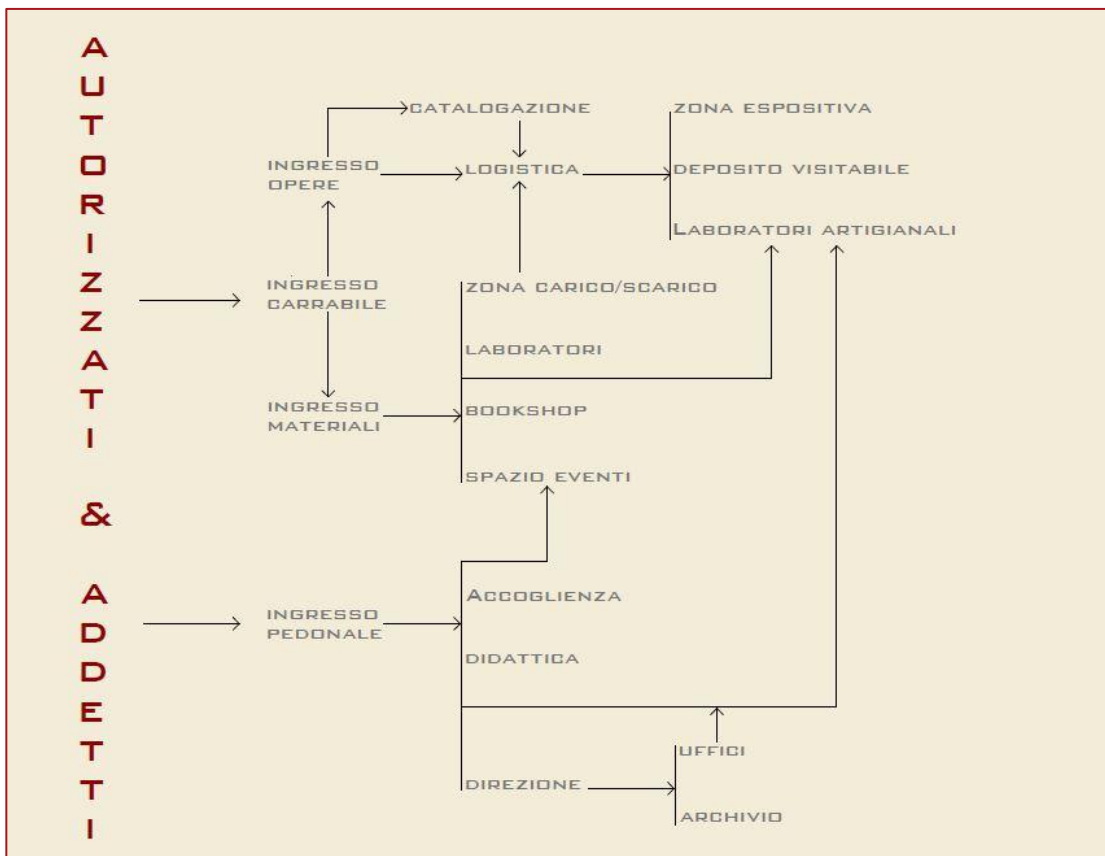
Si tratta di un edificio preesistente, appartenuto storicamente al Reggimento Trasmissioni; è stato riconvertito ad uso civile e destinato ad ospitare uffici per il personale del museo, oltre a spazi per l'organizzazione di eventi.

Accessi e percorsi

L'area è stata progettata con livelli differenti di accessibilità, pedonale e carrabile, capaci di porre il museo in comunicazione con le principali arterie viabilistiche che attraversano l'ambito di trasformazione e con il sistema di trasporto pubblico cittadino.

L'accesso pedonale è pensato per due tipologie differenti di fruitori: al personale del museo è dedicato l'ingresso su via Chinotto e l'ingresso su via delle Forze Armate, mentre l'ingresso al pubblico è posto su via Mazzarino.

L'ingresso di via Forze delle Armate è carrabile, dedicato all'accesso dei veicoli dei fornitori e a quelli per il trasporto delle opere. Adiacente all'ingresso carrabile, tra i due grandi depositi, è stata allestita una zona per lo scarico/carico dei mezzi, scelta che permette di ridurre le problematiche riguardanti la collocazione di oggetti voluminosi; i camion, infatti, possono essere scaricati con l'ausilio del carroponete collocato all'interno dei depositi.



7.2 Percorsi di addetti ed autorizzati

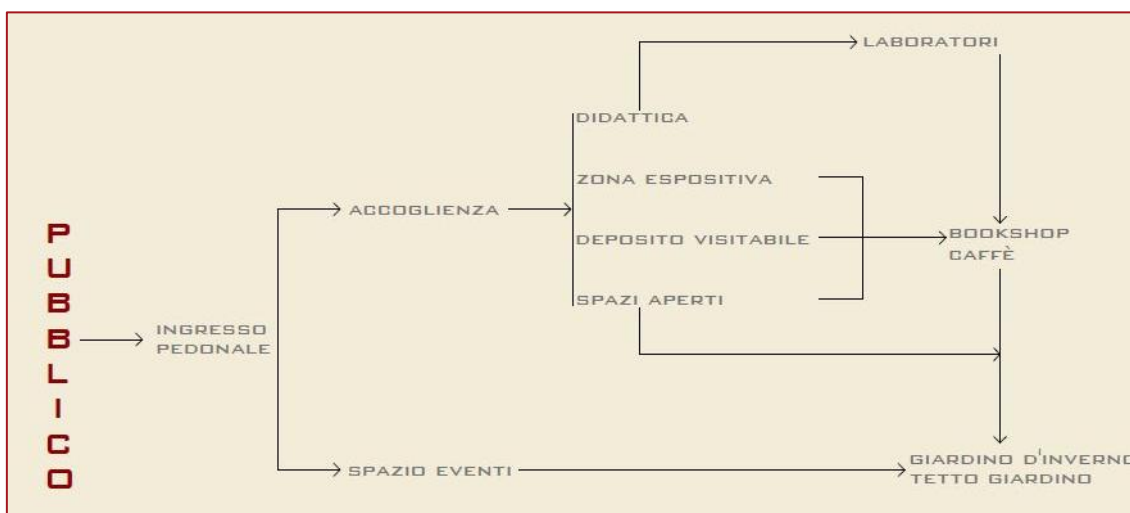
Dall'ingresso carrabile possono accedere due tipologie differenti di materiale: le opere o i materiali necessari per il funzionamento/allestimento della sede museale. Le opere una volta entrate nell'area potranno essere convogliate o al dipartimento della logistica, che se ne prenderà carico e provvederà allo stoccaggio, all'allestimento e allo smistamento all'interno della struttura oppure direttamente al dipartimento catalogazione, che procederà con la raccolta delle informazioni e alla collocazione all'interno del sistema museale. Per quanto concerne i materiali, invece, i fornitori saranno accolti da personale addetto allo smistamento della merce che verrà stoccata negli appositi magazzini dei vari edifici.

Gli addetti potranno scegliere quale ingresso pedonale utilizzare a seconda del loro collocamento funzionale all'interno della struttura, grazie al fatto che ogni ingresso sarà dotato di lettore badge.

L'ingresso del pubblico invece è caratterizzato da due tipologie di fruitore; il visitatore del museo sarà convogliato tramite un percorso obbligato verso l'edificio1 dove potrà essere accolto dal personale del museo ed eseguire le procedure di registrazione e di biglietteria.

Nel caso di gruppi, sono state pensate due zone di attesa, nel caso di buone condizioni climatiche è prevista una zona d'attesa all'esterno dell'edificio1 mentre nel caso di cattive condizioni climatiche è stato pensato un grande atrio da 173 m² dove poter attendere l'inizio della visita.

Nel caso di frequentatori in occasione di eventi, si provvederà a creare un cordone a nastro temporaneo che convoglierà i partecipanti direttamente nell'edificio preposto, previo controllo iniziale all'ingresso.



7.3 Percorsi del pubblico

Il sistema del verde

L'area adibita a verde ha la vocazione di essere destinata all'esposizione all'aperto di alcune opere, supportando gli spazi espositivi interni. Costituisce quindi, un prolungamento del deposito museale e si sviluppa a contorno della doppia elica del DNA. Per l'area è stato adottato un manto erboso sempre verde, continuo, interrotto solo dai percorsi interni al museo.



7. 4 Vista a volo d'uccello del polo museale del DNA

7.2 Il deposito museale visitabile

La tematica del capannone, dibattuta dai più importanti professionisti del nostro tempo, rientra nella tipologia degli “spazi privi di identità” definiti, anche, come “non luoghi” ovvero i centri commerciali, gli aeroporti, le stazioni.

Questi sono pensati come espressione della vita contemporanea e risultano non direttamente collegati agli uomini che li frequentano. Sentirsi a proprio agio in un “non luogo”, in un spazio non storico, non identitario, né relazionale, è una condizione dell'uomo di oggi.

Il desiderio delle persone di sentirsi estranei e soli in queste grandi scatole denota un forte senso di appartenenza ad una nuova e diversa umanità. Il

capannone è il presente. L'edificio industriale non si è assunto responsabilità futuriste, come le ultime architetture contemporanee, e non ha fatto proprie le nostalgie del passato. Non bisogna perciò, stupirsi se oggi chiese, musei e molti altri edifici assomigliano a dei capannoni.

“Gli errori dei medici si nascondono con la terra (seppellendo); gli errori degli avvocati con le parole (arringando); gli errori dei Signori con i soldi (pagando); gli errori degli architetti con l'edera (nascondendo)”.⁹⁹

In questa realtà di cambiamento un edificio industriale, come un capannone, può anche essere bello, dal momento che la semplicità è bellezza.

Per quanto riguarda l'aspetto architettonico del deposito museale si è cercato di scomporre la costruzione nei suoi elementi primari, sgombrandola da tutti gli echi e i sedimenti delle antiche abitudini edilizie, con lo scopo di restituire uno spazio pulito, uniforme, indifferente.

All'interno dell'edificio come anche all'esterno, le geometrie semplici e i materiali schietti acquistano una risonanza straordinaria andando a confrontarsi invece con le forme cariche di informazioni della doppia elica del DNA.

Ogni materiale deve essere sincero. Quindi rivelarsi per quello che è.

Tutto, dalla struttura portante al rivestimento finale, fino alle opere da collocare all'interno, non dovranno ingannare o raccontare ciò che non sono. L'immagine deve essere anche sostanza.

La pianta

L'edificio svolge contemporaneamente la funzione di deposito e quella di sala espositiva. Un grande contenitore all'interno del quale trovano spazio oggetti di varie dimensioni, che verranno distribuiti sulle scaffalature metalliche o nell'ampio spazio libero. L'edificio è disposto su due livelli, un livello principale alla quota +0,05m e un livello superiore alla quota +5,05m.

Il piano principale è costituito da un ambiente centrale open-space servito da un carroponete e due corridoi laterali, delimitati da una fila di scaffalature metalliche utilizzate anche per separare gli ambienti. L'edificio si sviluppa in lunghezza seguendo l'asse Est-Ovest e copre un'area di circa 900m².

La zona dei corridoi espositivi è caratterizzata dalla presenza di scaffalature metalliche su entrambi i lati, illuminati da una serie di vetrate, che consentono di mostrare le collezioni anche dall'esterno.

⁹⁹ Cit. A. Vesentini Argento in Architettura e Contemporaneità, Riflessioni da “L'architetto e il faraone” di A. Vesentini Argento



7. 6 Vista interna del deposito



7. 5 Vista interna del deposito

Attraverso l'ascensore o la scala metallica interna è possibile raggiungere il piano superiore caratterizzato da due corridoi perimetrali.

La peculiarità che contraddistingue l'intero progetto è la flessibilità, caratteristica necessaria per il deposito, poiché ospitando oggetti con dimensioni molto variabili, si può passare dai pochi cm² degli orologi, ai m² di veicoli o macchinari industriali.

Le pareti divisorie degli ambienti sono le scaffalature stesse, che permettono di sfruttare a pieno lo spazio.

Per un museo così come per un deposito museale, la tematica dell'illuminamento è centrale. Si è scelto di utilizzare la diffusione della luce naturale, sia per i corridoi, che per l'ambiente centrale, per mezzo di vetrate sulle pareti laterali in un caso, e per mezzo di velux in copertura nell'altro.

La copertura

Il deposito scatolare è alto 15 m, e la copertura è strutturalmente costituita da un'unica travatura reticolare spaziale, sostenuta da colonne in acciaio.

In copertura è stata creata una texture che alterna moduli di rame in doghe aggraffate a porzioni vetrate, dove la parte vetrata risulta in modulo pari a tre doghe aggraffate.

Si è utilizzato un sistema tecnologico tipo Mero, tecnica che permette di confezionare la geometria delle sezioni dei profili e i dettagli costruttivi, rispondenti a particolari esigenze estetiche.

Si lasciano gli approfondimenti tecnici al capitolo del progetto strutturale.

I Prospetti

Il materiale da noi scelto per i prospetti esterni è il rame. La scelta del materiale è stata fatta con l'intento di restituire l'idea della macchina in costante movimento, come tale è la Scienza e la Tecnica, dove il continuo mutamento porta a nuove scoperte, che generano a sua volta, progresso.

Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma; come scriveva Eraclito nella seconda metà del V secolo a.C, πάντα ῥεῖ, tutto scorre.

Questa è la caratteristica principale del rame, che per le sue proprietà chimiche presenta inizialmente l'aspetto rosso lucido del materiale naturale laminato; con il passare degli anni si assiste ad un mutamento continuo, cangiante, dalle mille sfumature, in cui l'intreccio degli agenti atmosferici e della luce contribuisce ad esaltare la naturale espressività del materiale.

I cambiamenti sono molto graduali e non del tutto prevedibili.

Dapprima la superficie si opacizza, in seguito, essa viene ad acquistare uno strato di ossidazione che la protegge dagli effetti causati dalle intemperie. Tale processo di ossidazione dà luogo a tonalità e variazioni del tutto particolari, che passano attraverso tutte le fasi dal bruno al marrone, con sottili scarti cromatici dovuti al mutare della luce e delle stagioni, fino alla comparsa di una patina verde, tipica di questo metallo. Essa dona al rivestimento la sua nota caratteristica, assicurando nel contempo una protezione destinata a durare per lunghi anni.

Il rame, inoltre, è un materiale naturale, totalmente riciclabile, amagnetico, che non rilascia sostanze tossiche, duraturo nel tempo e non teme gli sbalzi termici o gli agenti atmosferici, l'inquinamento e la luce.

Possiamo considerare il deposito, dunque, una macchina in costante movimento.

Solitamente i capannoni non hanno finestre e non sono mai panoramici: loro stessi sono il vero panorama. In questo caso, nella texture dei prospetti compaiono dei moduli vetrati che permettono di far vedere cosa vi è all'interno, facendo sì che il deposito stesso diventi oggetto d'esposizione e non solo contenitore di oggetti.

Il lato Est, invece, è caratterizzato da un'apertura, il megadoor, che utilizza una particolare tecnologia.

Questa consiste in una membrana traslucida opaca in pvc, avvolgibile, divisa in tre moduli, che scorrono su binari metallici.

All'occorrenza, la massima apertura può essere utilizzata grazie ad un sistema meccanico che richiama i montanti verso la parte superiore del serramento, garantendo un'apertura di grandi dimensioni, pari a 9 m in altezza e 17 m di larghezza.



7. 8 Vista del complesso da Via Mazzarino



7. 7 Vista dei depositi museali da Via delle Forze Armate

8.11 progetto tecnologico

8.1 Sostenibilità ambientale

Un problema crescente

Il concetto di sviluppo sostenibile è piuttosto recente: compare infatti, per la prima volta nel 1987 in un documento intitolato “Il futuro di noi tutti”, presente all’interno del Rapporto Brundtland redatto dalla Commissione Mondiale per l’Ambiente e lo Sviluppo, nel quale sono riportati i risultati di un’indagine svolta sulle condizioni ambientali nel mondo tra il 1983 ed il 1987. Lo scopo di tale ricerca era quello di mettere in evidenza i danni causati da un’eccessiva espansione industriale accompagnata da una cattiva gestione del globo e da uno smisurato sfruttamento delle risorse naturali. Si identificò una possibile soluzione al problema nell’espressione “sviluppo sostenibile”, secondo il quale occorre adottare gradualmente un modello di sviluppo plasmato sul livello ambientale, nel rispetto delle capacità limite del pianeta.

Tale problematica coinvolge numerosi settori quali l’industria, l’edilizia, i trasporti, l’agricoltura; pertanto a partire dagli anni ’90 sono state organizzate numerose conferenze mondiali vertenti sul tema dell’effetto serra, del buco nell’ozono e dell’innalzamento lento e progressivo della temperatura terrestre. La causa principale di questa drammatica situazione è l’eccessivo consumo di fonti energetiche non rinnovabili e l’inquinamento che da esso ne deriva.

Nel dicembre del 1997 a Ginevra, durante la Conferenza delle Parti, viene redatto il documento base della moderna politica di riduzione delle emissioni di CO₂: il *Protocollo di Kyoto*, che obbliga i paesi maggiormente industrializzati a ridurre le proprie emissioni di gas ad effetto-serra nel periodo 2008-2012 in media del 5,2% rispetto ai livelli del 1990. Solo nel 2005, durante una successiva Conferenza delle Parti, il Protocollo è entrato in vigore, non essendo ratificato da nessuna delle principali nazioni partecipanti, tra cui gli Stati Uniti, responsabili del 36 % delle emissioni totali di gas ad effetto serra nel mondo¹⁰⁰.

Nel dicembre del 2008 l’Unione Europea ha adottato una strategia integrata in materia di energia e cambiamenti climatici, che fissa obiettivi ambiziosi per il 2020. Lo scopo è quello di costruire gradualmente un’economia improntata sull’efficienza energetica e quindi sull’abbassamento ulteriore di emissioni di CO₂.

In seguito le principali misure:

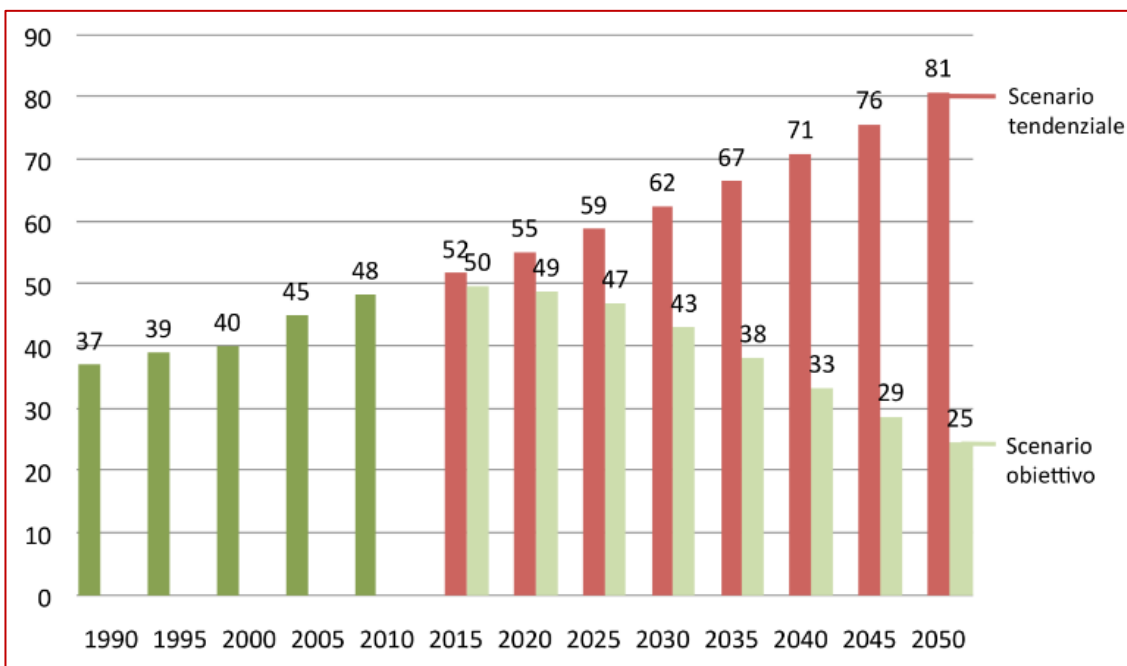
- Ridurre i gas serra di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990 (del 30% se gli altri paesi sviluppati assumeranno impegni analoghi);

¹⁰⁰ E.Ronchi, A.Barbarella, N. Caminiti, T. Federico, “L’Italia ha centrato l’obiettivo del protocollo di Kyoto_Dossier Kyoto 2013: prima stima delle emissioni nazionali di gas serra 2008-2012”,

- Incrementare l'uso delle energie rinnovabili giungendo al 20% della produzione totale di energia (attualmente il livello si aggira intorno al 12,4%)
- Diminuire il consumo di energia del 20% rispetto ai livelli previsti per il 2020 grazie ad una migliore efficienza energetica.

Nel novembre del 2011 a Durban è stato raggiunto l'accordo per redigere entro il 2015 un nuovo trattato mondiale sul clima che fisserà i nuovi impegni di riduzione a partire dal 2020. A questo strumento, che dovrebbe superare i limiti mostrati dal Protocollo, sono ancorate le speranze di evitare una crisi climatica dalle conseguenze potenzialmente disastrose.

Secondo le stime della Fondazione per lo sviluppo sostenibile, nel 2012 le emissioni di gas serra dell'Italia si sono attestate attorno a 465/470 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente, oltre 20 milioni in meno rispetto al 2011. Nonostante gli scetticismi e i ritardi accumulati nei primi anni di vita del Protocollo, l'Italia ha centrato, con margine, l'obiettivo nazionale pari a 6,5% rispetto al valore del 1990, come media del periodo 2008-2012.

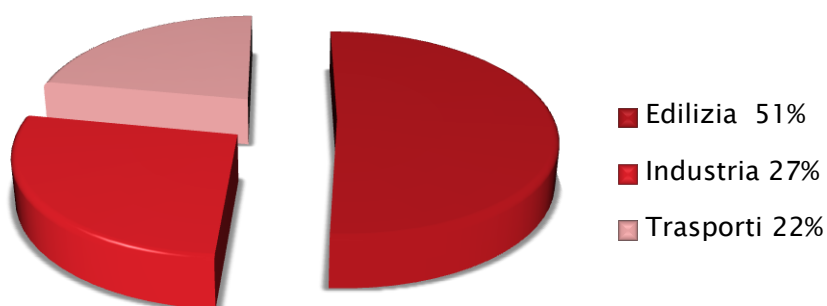


8.1 Emissioni mondiali di gas ad effetto serra: andamento storico 1990-2010 scenario tendenziale e scenario obiettivo al 2050- GtCO₂ eq (Elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati UNEP e OECD

La situazione nel settore edile

Lo sviluppo non sostenibile trova purtroppo la sua ragion d'essere nell' edilizia come si evince dal grafico seguente in cui sono riportati i dati di statistica elaborati dal DETEC (Dipartimento Energetica Termo-fluidodinamica Applicata e Condizionamenti Ambientali). La grave percentuale che ricopre il settore edile

rispetto agli altri settori nella contribuzione alle emissioni di CO₂ deriva da molteplici fattori.



8. 2 Emissioni di CO₂ per settori produttivi

Se da un lato un edificio procura impatti ambientali lungo tutto il suo processo di vita, dall'atto della costruzione, all'approvvigionamento dei singoli componenti, fino allo smaltimento degli stessi in caso di dismissione, dall'altro lato, i fruitori generano emissioni inquinanti per la loro richiesta di comfort e benessere.

Scopo primario perciò della *bioarchitettura* è dare all'edilizia un nuovo indirizzo rivolto sia al rispetto delle esigenze dell'uomo che al rispetto dell'ambiente sin dalle prime fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building; lo scopo secondario invece, è quello di aumentare l'efficienza dell'uso delle risorse (tra cui energia, acqua, materiali) e ridurre gli impatti negativi dell'edificio sull'ambiente durante il ciclo di vita dello stesso.

Oggi, in Italia, si sta attraversando un periodo di presa di coscienza e di apprendimento consapevole di questa realtà. Una risposta concreta al problema è la realizzazione di edifici ad "energia zero", vale a dire energeticamente autosufficienti, mediante l'utilizzo di fonti alternative e rinnovabili (sole, aria, acqua) assieme all'adozione di soluzioni tecniche più prestazionali ed accorgimenti architettonici che permettano di ridurre al minimo i consumi. Inoltre, grazie alla sensibilizzazione generale e alla campagna di informazione dei tecnici coinvolti nel processo edilizio, sono state introdotte nuove tecniche per la produzione dei materiali da costruzione e sono stati imposti requisiti e certificazioni più restrittive e severe per i grandi produttori.

Legislazione e Normativa Tecnica di riferimento

La direttiva 2002/91/CE del Consiglio Europeo, denominata anche EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*), sostituita dalla 2010/31/UE, ha imposto ai paesi dell'Unione Europea l'adozione di adeguati provvedimenti e misure per giungere ad un uso razionale dell'energia e ad una diminuzione dell'impatto ambientale da parte del settore delle costruzioni. La direttiva comprende, in sintesi, quattro elementi principali:

- una metodologia comune di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
- i requisiti minimi sul rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e degli edifici già esistenti sottoposti a importanti ristrutturazioni;
- i sistemi di certificazione degli edifici di nuova costruzione ed esistenti e esposizione negli edifici pubblici degli attestati di rendimento energetico e di altre informazioni pertinenti. Gli attestati devono essere stati rilasciati nel corso degli ultimi cinque anni;
- l'ispezione periodica delle caldaie e degli impianti centralizzati di aria condizionata negli edifici e la valutazione degli impianti di riscaldamento dotati di caldaie installate da oltre 15 anni.

La metodologia comune di calcolo dovrebbe tenere conto di tutti gli elementi che concorrono a determinare l'efficienza energetica dell'edificio, e non più soltanto della qualità dell'isolamento termico; si tratta cioè di quei fattori, quali gli impianti di riscaldamento e di raffreddamento, gli impianti di illuminazione, la posizione e l'orientazione dell'edificio, il recupero del calore ecc.

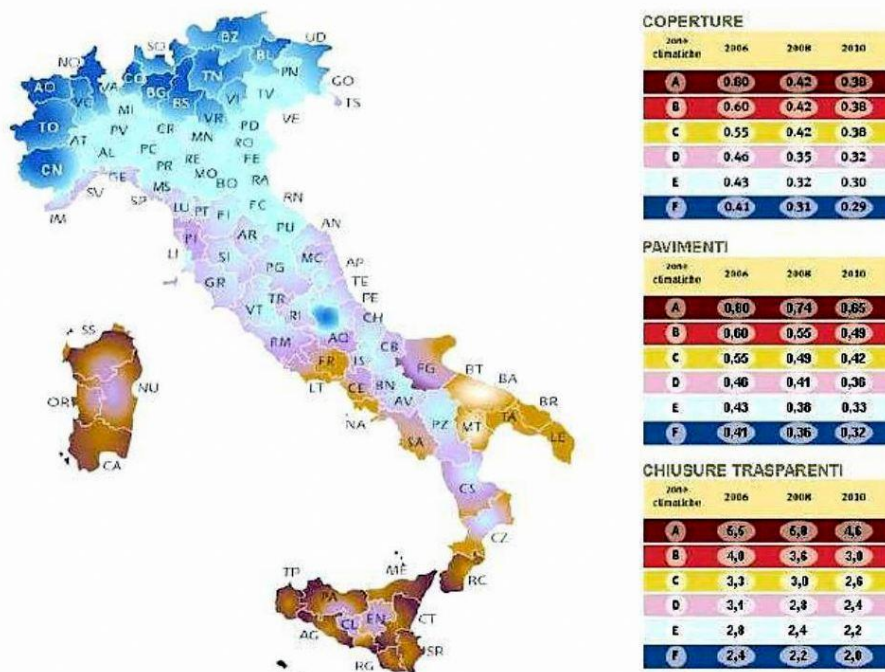
E' il CEN, *European Committee for Standardization*, l'ente normatore europeo incaricato di mettere a punto norme tecniche, pubblicate nel 2007, contenenti alcune procedure di valutazione energetica degli edifici. In modo specifico, in Italia, le prime leggi che hanno affrontato il problema sono state la **n.373 del 1976** e la **legge n.10 del 1991**.

La legge 10/91 è una legge della Repubblica Italiana intitolata "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia". Nasce con l'intento di razionalizzare l'uso dell'energia per il riscaldamento, regolamentando così il settore termotecnico. Nel contesto di un piano energetico nazionale, il legislatore comincia a dividere l'Italia per aree geografiche, in zone climatiche, classificandole con periodi precisi di esercizio (A, B, C, D, E, F): ogni periodo prevede determinate temperature.

Le zone climatiche sono classificate anche in base alla velocità dei venti, con coefficienti di esposizione. Il **D.P.R. 412/93** e il **D.P.R. 551/99** sono due decreti

che regolamentano l'attuazione di questa legge e disciplinano i vari calcoli, tra cui quello del "fabbisogno energetico normalizzato" (FEN), facendo riferimento a norme UNI, tra cui **UNI 5364**, **UNI8065**, **UNI 9182**, **UNI CIG 7129** ecc.

In seguito, il 31 marzo 1998, viene emanato il **D.L. n. 112** che con l'articolo 30 delega le singole regioni a regolamentare l'applicazione della certificazione energetica. In accordo con quanto già specificato dalla legge 10/91, un professionista dovrà curare una relazione tecnica da depositare nel comune dove ha sede l'edificio, e sulla scia della direttiva europea 2002/91/CE, nel 2005 viene emanato il **D.L. n. 192** del 19 agosto 2005 che pone limiti al valore del fabbisogno di energia primaria, espresso in kWh/m² anno. Tale decreto rende ancora più rigida la redazione della relazione tecnica da depositare in comune prevista dalla legge 10/91 poiché i calcoli dovranno essere eseguiti anche per il periodo estivo; con questa legge comincia a nascere l'idea di edificio certificato sotto il profilo energetico.



8. 3 Trasmittanza termica delle chiusure opache e trasparenti espressa in W/m²K

Il **D. Lgs. 311 del 2006** predispone correzioni ed integrazioni al **D.L. n. 192**, infatti è richiesta la verifica prestazionale secondo metodi basati su norme tecniche predisposte da enti normatori riconosciuti a livello comunitario o nazionale, quali UNI, CEN, istituti del CNR e così via. Inoltre, vengono stabiliti i valori limite di trasmittanza termica delle chiusure opache e trasparenti per le diverse zone climatiche.

Una normativa introdotta più di recente è il **D.M. 26/07/2009**, che si compone di 8 articoli e 2 allegati: le “Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica” sono contenute nell’allegato A (suddivise a loro volta in 7 allegati), mentre nell’Allegato B sono elencate e aggiornate le norme tecniche di riferimento. Per quanto concerne il campo di applicazione, il decreto vale per tutte le categorie di edifici definiti dal D.P.R. 412/93 indipendentemente dalla presenza di impianti. A queste si sommano le verifiche proposte dalle norme UNI, in particolare: **UNI EN ISO 13788** “temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e condensazione interstiziale”; **UNI EN ISO 13786** “caratteristiche termiche dinamiche degli edifici”; **UNI EN ISO 6946: 1999** “Resistenza termica e trasmittanza termica, metodo di calcolo”; **UNI EN ISO 14683: 2008** “Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento”; **UNI/TS 11300: 2010** “Prestazioni energetiche degli edifici – Pt. I: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”.

8.2 La costruzione stratificata a secco

Per tecnologia stratificata a secco, s’intende quella soluzione costruttiva che suddivide l’edificio in tre macro-sistemi: involucro esterno, struttura ed involucro interno. Il concetto di involucro si riferisce a quella componente tecnologica capace di mediare i flussi energetici, provenienti dall’esterno verso l’interno dell’edificio, legati al passaggio di calore, alla trasmissione della luce per un’adeguata illuminazione degli ambienti interni ed alla protezione della radiazione solare nei mesi con le temperature più elevate.

Le soluzioni tecnologiche e la scelta dei materiali si orientano verso quei sistemi che riescono a governare tali scambi termici e luminosi, garantendo al contempo buoni requisiti estetici.

L’involucro architettonico perciò, da elemento di barriera prevalentemente protettivo, è passato ad essere un complesso sistema-filtro selettivo e polivalente, in grado da una parte di ottimizzare le interazioni tra ambiente interno e macro-ambiente esterno al mutare delle diverse condizioni climatico-ambientali nel corso dell’anno, dall’altro lato di rispondere sempre più spesso in modo “intelligente” agli stessi mutamenti psicologici, sociologici e culturali dei fruitori dell’architettura “involucrata”.

Rispetto agli edifici realizzati attraverso metodologie tradizionali, con elementi perciò energeticamente passivi, i sistemi S/R¹⁰¹ consentono di concepire le costruzioni come identità dinamiche ed interattive col complesso sistema

¹⁰¹ Struttura/Rivestimento

energetico che regola il loro funzionamento e ne condiziona l'immagine; dall'uso di materiali prevalentemente massivi, come la pietra, il mattone o il calcestruzzo si è passati ad involucri sempre più leggeri ed innovativi, e quindi alla progressiva smaterializzazione delle superfici.

Le costruzioni leggere rendono possibile una progettazione mirata dei componenti edilizi, nella quale il fine strutturale è distinto da quello prestazionale, permettendo di accostare strati sottili che rispondono ad una o più funzioni mirate. E' questa infatti, la caratteristica principale dei sistemi S/R, cioè quella di demandare a specifici elementi tecnici il miglioramento di singole prestazioni, siano esse di tipo termico, acustico, igrometrico, ecc.

Più che di stratigrafie perciò è il caso di parlare di pacchetti prestazionali.

Dall'avvento dell'acciaio in edilizia, si ha avuto un crescendo di utilizzo di nuovi materiali, dai materassini isolanti ai pannelli industrializzati, che ha incrementato in maniera esponenziale la diffusione della tecnologia a secco nel campo della progettazione. E' anche per questo che, al giorno d'oggi, il personaggio che maggiormente si identifica in questo sviluppo è il progettista: ovvero quella figura che fonde in un unico insieme le conoscenze dell'architetto/tecnologo con quelle di un ingegnere/umanista.

Questo tipo di sviluppo, però, in Italia ha avuto dei grandi limiti, a causa della cultura fortemente tradizionalista che contraddistingue il nostro Paese dalle principali realtà europee (tedesca, francese, inglese e svizzera).

La soluzione maggiormente adottata nel campo delle costruzioni è quella del "laterocemento" e i motivi per cui viene scelta sono più economici che di altro genere. Tale soluzione, infatti, presenta delle forti debolezze per le zone sismiche e per il comportamento acustico e per quello termico a causa delle connessioni rigide tra componenti cementizie e laterizie. Il meccanismo costruttivo si basa su tecniche come "mattone su mattone" o "cassero e riempimento", che dipendono dalla maturazione in sito dei materiali.

Al contrario, i sistemi S/R, seguono processi costruttivi meccanici, basati sul pre-assemblaggio, che avviene a terra, consentendo condizioni di lavoro più sicure e veloci poiché gli elementi costruttivi non devono essere creati ma esistono già e devono perciò solo essere connessi gli uni con gli altri, a secco.

Strategie energetiche e gestione delle risorse naturali

Gli obiettivi primari che guidano il progetto sono la funzionalità degli ambienti ed il comfort degli utenti. Il percorso di analisi energetica è diretto in questo senso e al governo dei flussi di energia dentro e fuori l'edificio: ciò rende possibile garantire condizioni ambientali ottimali in fatto di temperatura, livello di umidità

relativa, rumori ambientali ed illuminamento naturale. Per controllare i flussi di energia è necessario caratterizzare il mezzo attraverso il quale essi avvengono, vale a dire le chiusure e le partizioni.

Come descritto nei capitoli precedenti, l'edificio in esame, di cui si è scelto di approfondire il sistema architettonico, tecnologico e strutturale, è una parte del nuovo polo espositivo della Scienza e della Tecnica: il deposito museale visitabile. Esso, per come è strutturato, un grande contenitore di oggetti, non presenta grossi problemi dal punto di vista distributivo ed energetico, dato che si tratta di un' unico spazio, per lo più a tutt'altezza, che si sviluppa su un'area complessiva di 1500 m², nel quale i visitatori sono per lo più di passaggio e gli impiegati del museo sono dediti allo spostamento e alla catalogazione delle opere, o al restauro delle stesse. Alla luce di questo, è chiaro come la progettazione architettonica sia stata accompagnata soprattutto da considerazioni sul comportamento *passivo* dell'edificio, ovvero il suo modo di reagire ai cambiamenti climatici in maniera spontanea. Il deposito infatti, è privo di strategie *attive*, di tipo impiantistico, in particolar modo per quel che riguarda l'impianto di riscaldamento e di raffrescamento, essendo questi del tutto superflui e non contemplabili nella realizzazione di un hangar, dal carattere industriale. Il progetto si basa per i motivi appena definiti, sullo studio di soluzioni tipologiche e prestazionali che rispondono alle caratteristiche ambientali e climatiche del sito, consentendo di raggiungere condizioni di benessere all'interno degli ambienti, grazie allo sfruttamento degli apporti energetici gratuiti, provenienti dall'esterno. Il primo passo verso il contenimento energetico consiste nella realizzazione di involucri ad elevate prestazioni sia sotto il profilo dell'isolamento che della tenuta. Un involucro non è costituito da sole parti opache, anzi, le ormai ottime capacità prestazionali dei serramenti hanno trasformato la tradizionale finestra, da originario elemento disperdente, a strumento utile per la captazione di energia solare e di luce, durante tutte le stagioni.

È importante il controllo della tenuta dell'involucro edilizio, si ricorre quindi a membrane resistenti al vento, alle infiltrazioni d'aria e d'acqua, che contribuiscono a conferire maggior comfort ed efficienza energetica all'edificio; in questo senso, fondamentale è la corretta soluzione dei ponti termici, per assicurare la minima trasmittanza del sistema.

Tra le strategie passive, la realizzazione di un involucro efficiente è senza dubbio la più conosciuta e praticata, ma è meglio che, al momento della scelta della stratigrafia dell'involucro, le basi dell'efficienza energetica di un edificio siano già state fondate.

Sono numerose le scelte contemporanee alla genesi di un progetto che possono costituire dei presupposti validi per ottime prestazioni. Primo fra tutti, il

contenimento del cosiddetto rapporto S/V, quoziente tra la superficie di un edificio a contatto con l'esterno (quella disperdente) ed il volume interno dello stesso. Tale indice è un primo parametro della propensione a disperdere, esclusivamente dipendente dalla forma geometrica di una costruzione. Edifici a pianta regolare, con forme tendenzialmente assimilabili a parallelepipedi, a parità di tipologia di involucro, saranno meno disperdenti di altri dalla morfologia più articolata.

Per il periodo invernale risultano fondamentali i guadagni termici derivanti dall'irraggiamento solare. Fattore essenziale per un riscaldamento passivo è l'*esposizione massima* alla radiazione solare e quindi la disposizione della superficie trasparente più ampia dell'edificio verso Sud, consentendo di accumulare energia termica e luminosa; al tempo stesso, per attenuare le dispersioni termiche, si riducono le superfici vetrate sul fronte Nord.

I benefici di strategie bioclimatiche passive non si misurano solo relativamente alle prestazioni invernali, ottimi risultati infatti, si possono conseguire in termini di ventilazione e raffrescamento estivo, sfruttando tecniche di espulsione del calore indesiderato verso dissipatori naturali di calore (aria, cielo, terra, acqua) o utilizzando metodi naturali di trasferimento del calore.

Per attingere a tali risorse, il progetto deve contemplare le configurazioni morfologiche e funzionali più idonee ad innescare e a pilotare moti d'aria efficaci attraverso la differenza di pressione che si stabilisce, per effetto del vento, oppure per la differenza di temperatura tra aria esterna e aria interna tra due aperture posizionate su pareti contrapposte, o su una medesima parete a quote differenti.

Durante la fase estiva, invece, l'effetto camino garantisce un ricambio d'aria diurno atto a diminuire i carichi termici interni; nel periodo notturno viene attivato, attraverso delle bocchette di entrata ad un livello inferiore e di uscita attraverso il camino di ventilazione, un lavaggio termico delle superfici massive, permettendo così a queste ultime di rilasciare tutto il calore accumulato durante la giornata. La circolazione naturale dell'aria, per effetto dei moti convettivi, in un'apposita intercapedine, è stata adottata non solo come soluzione di facciata, ma anche in copertura.

Quindi, come accennato precedentemente, si vuole avere un approccio di tipo *prestazionale*, che parta dagli obiettivi e non dai materiali; il progettista infatti, deve essere in grado, grazie alle conoscenze tecnico-chimico-fisiche, di generare un modello funzionale, le cui combinazioni con le caratteristiche dei materiali, le istanze progettuali ed ambientali, forniranno il definitivo *pacchetto prestazionale*.

Materiali adottati

Oltre le verifiche richieste dalle normative, per la peculiare destinazione d'uso dell'edificio e per volontà di progetto, le scelte dei materiali si sono basate anche sul fabbisogno totale di energia dell'edificio, compresa l'energia grigia necessaria a produrre i componenti.

L'idea di un progetto realmente sostenibile prevede di compensare anche le immissioni in atmosfera legate alla realizzazione dell'edificio, ricercando i costi indicativi da corrispondere per la promozione di interventi di salvaguardia o recupero ambientale. Oltre alle principali scelte, relative a soluzioni tecniche, si riportano di seguito i principali materiali adottati nel progetto, in cui è stata data particolare attenzione all'aspetto della sostenibilità.

Isolante

Per isolare in copertura, è stata scelta la lana di vetro. Gli isolanti realizzati in lana di vetro sono prodotti all'insegna dell'estrema ottimizzazione delle risorse e contribuiscono a realizzare un risparmio energetico. Il processo produttivo della lana di vetro consente di utilizzare al massimo le risorse perché la materia prima è costituita per oltre l'85% da vetro riciclato.

Insieme a questo scopo sono poi disciolti minerali naturali e residui di lana di roccia provenienti da cantieri edili o dalla produzione. La lana di vetro è riciclabile al 100 %. Si tratta di un materiale molto leggero ed efficace: con un basso input di materiale e di energia si può ottenere un elevato output a livello di rendimento e prestazioni. Con un buon isolamento termico è possibile risparmiare fino al 40% di energia necessaria per il riscaldamento e contemporaneamente ridurre la dispersione nell'atmosfera di emissioni nocive.

Grazie all'elevata comprimibilità della lana di vetro è possibile ridurre i chilometri del trasporto e quindi contenere il dispendio di energia per il trasporto stesso. Il processo di fabbricazione permette di realizzare un'ampia gamma di elementi sotto forma di rotoli e pannelli, rivestiti con carta kraft, con barriera al vapore in alluminio, con velo vetro o nudi. I prodotti sono studiati per rispondere a diversi tipi di esigenze, per questo differiscono in densità, in prestazioni igrometriche, termiche, meccaniche ed acustiche. Tutti i prodotti sono testati e certificati con eccellenti risultati presso i laboratori europei ufficialmente preposti a tale scopo, anche sotto il profilo della biocompatibilità, della salute e della sicurezza.

Cartongesso

Per quanto riguarda la finitura interna del deposito, si è deciso di adottare il cartongesso: lastre in gesso, ottenuto da rocce naturali, rivestite da entrambi i lati con fogli di cartone speciale, ricavato da carta riciclata. L'utilizzo di questo materiale consente una grande variabilità in fase di progettazione/montaggio,

tale per cui si possono modulare le prestazioni delle pareti in funzione dei materiali scelti. Le lastre in gesso rivestito, supportate da un'orditura metallica, permettono la realizzazione di pareti leggere, il cui peso specifico è 8-10 volte inferiore rispetto a quelle realizzate in muratura. Le lastre sono prodotte con tipologie, spessori e dimensioni differenti; la loro microporosità favorisce un'eccellente permeabilità al vapore acqueo, consentendo un'elevata traspirazione delle superfici, che fungono da regolatrici naturali dell'umidità interna, generando condizioni micro-ambientali di comfort, gradevolezza e salubrità. Inoltre, il gesso possiede delle buone caratteristiche naturali di resistenza al fuoco che vengono amplificate dall'aggiunta nelle lastre di fibre di vetro, vermiculite e perlite.

Rame

La scelta del rame in edilizia consente soluzioni di elevato pregio sotto molteplici punti di vista, non solo estetici ma anche economici, a lungo termine. I vantaggi in fase di posa, dovuti alla sua leggerezza e duttilità, e la totale possibilità di riciclaggio, rendono il rame un materiale eccellente per tutti gli usi, sia per rivestimenti di coperture che di facciate. Per riciclaggio, s'intende l'intero processo in base al quale rottami e residui vengono lavorati in maniera tale da poter essere reintegrati nel processo di produzione. La riutilizzazione del rame è antica come l'uso del metallo stesso. Il rame si impiega prevalentemente per beni destinati a durare nel tempo. Se si considerano i tempi di ritorno rispetto ai tempi di utilizzo del rame in tutti i campi di applicazione, si ottiene un tasso di riciclaggio prossimo all'80%.



8. 4 Rivestimento di facciata in rame_ Centro servizi Theresienwise, Monaco di Baviera

Il rame non ha solo una durata eccezionale nel tempo, ma in più non ha quasi bisogno di manutenzione: le superfici sono in grado di autopulirsi attraverso il dilavamento meteorico che asporta la polvere e i residui di sporco. Infine, un'altra peculiarità del rame, è la sua colorazione naturale, che conferisce un tocco unico e prestigioso all'edificio sul quale viene applicato.

8.3 Parametri tecnici dell'involucro

La scelta di adottare una tecnologia stratificata a secco, consente di intensificare le performance dell'edificio senza aumentare eccessivamente le dimensioni delle chiusure. Per quanto riguarda i costi, se da una parte i materiali usati costano di più e la manodopera deve essere specializzata, dall'altra, i tempi di messa in opera si accorciano drasticamente e le superfici nette si ingrandiscono.

Quindi, un discorso sulla sostenibilità dovrebbe includere l'analisi della filiera produttiva dei vari materiali, dall'approvvigionamento delle materie prime, alla produzione, fino alla distanza tra produzione e cantiere; in questa sede ci si limita a constatare che meno energia l'edificio consuma, più esso risulta sostenibile.

In un edificio che tende ad essere adiabatico, la definizione dell'involucro, inoltre, non può esulare dalle considerazioni in merito al rapporto con gli impianti: bisogna chiedersi fino a che punto convenga limitare le dispersioni termiche, e quindi le potenze degli impianti, se poi, proprio il fatto di non scambiare energia con l'esterno (si pensi alle dispersioni per ventilazione) implica maggiori potenze installate. Per questo motivo, per quanto sia disponibile in letteratura un vasto campionario di edifici ad alte performance, la progettazione dell'involucro, rimane un processo che coinvolge molteplici aspetti e che ha la necessità di definire un obiettivo da raggiungere.

Una volta stabilite tutte le soluzioni tecnologiche utilizzate nello sviluppo del progetto del deposito museale e determinati gli spessori degli elementi tecnici che lo compongono, sono state effettuate le necessarie verifiche per stabilire la qualità o meno delle soluzioni adottate in rapporto al comportamento *termo-igrometrico* dell'edificio studiato.

Le verifiche si articolano nelle seguenti fasi:

- Verifica della temperatura operante invernale;
- Controllo della condensazione interstiziale - diagramma di Glaser;
- Controllo dello sfasamento dell'onda termica;

I fattori che contribuiscono nello svolgimento delle verifiche alla determinazione dei risultati sono:

- I parametri climati della località;
- I parametri termofisici dei componenti edilizi opachi;
- I parametri termo fisici dei componenti trasparenti;
- portate d'aria per ventilazione naturale;

Resistenza e trasmittanza termica

I materiali che compongono una parete divisoria tra due ambienti posti a temperature differenti offrono una resistenza al passaggio di calore, che varia in relazione diretta al loro spessore ed in relazione inversa alla loro tendenza a trasmettere facilmente il flusso termico. La resistenza termica totale di una parete sarà perciò data dalla sommatoria delle differenti resistenze che il flusso di calore incontra nel suo percorso, dall'elemento più caldo a quello più freddo. La conduttività o conducibilità termica di un materiale è riferita al flusso di calore che, in condizioni stazionarie, passa attraverso uno strato di materiale conseguentemente ad una differenza di temperatura tra le due facce opposte dello stesso componente.

Tutti gli elementi opachi di una chiusura sono interessati da un flusso di calore per conduzione, che causa delle perdite per trasmissione nel bilancio energetico dell'edificio in fase invernale. Per determinare queste dispersioni termiche il parametro che va considerato è la *trasmittanza termica U* dell'elemento opaco, la quale rappresenta il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta ad una differenza di temperatura pari ad 1°C. Una trasmittanza minore rappresenta una minore dispersione di calore e quindi una coibentazione maggiore dell'involucro.

La trasmittanza termica U è correlata al concetto di *resistenza termica R* che, riferita ad uno strato omogeneo di materiale, è pari a:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Dove:

d = spessore dello strato di materiale nel componente [m]

λ = conduttività del materiale di cui è costituito lo strato [W/mK]

Considerando il reciproco della sommatoria dei vari contributi di resistenza termica che concorrono al calcolo, si ottiene la trasmittanza U in [W/m²K], nel modo seguente:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{si} + \frac{S_l}{\lambda_l} + \frac{S_n}{\lambda_n} + R_n + R_a + R_{se}}$$

Dove:

R_{si} = resistenza liminare della superficie interna della struttura misurata in $[m^2K/W]$;

s/λ = resistenza termica di uno o più strati di materiale omogeneo misurata in $[m^2K/W]$;

R_n = resistenza termica di strati di materiale non omogeneo, ossia caratterizzato da proprietà termiche non uniformi;

R_a = resistenza termica di eventuali intercapedini d'aria in $[m^2K/W]$;

R_{se} = resistenza liminare della superficie esterna della struttura misurata in $[m^2K/W]$.

Le resistenze liminari considerano gli scambi di calore che avvengono per convezione e per irraggiamento tra la superficie e l'aria interna (R_{si}) e tra la superficie e l'aria esterna (R_{se}). La norma **UNI EN ISO 6946** fornisce delle tabelle con i valori, per le varie casistiche, sia delle resistenze liminari, sia di quelle relative ad intercapedini d'aria, ventilate e non. Determinata la trasmittanza termica U come indicato nella suddetta formula, è possibile quantificare il flusso di calore conduttivo che attraversa l'elemento in esame, sempre in condizioni stazionarie:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T \quad [W]$$

Dove:

A = area dell'elemento di chiusura $[m^2]$

U = trasmittanza termica dell'elemento di chiusura $[W/m^2K]$

$\Delta T = T_e - T_i$, la differenza tra la temperatura esterna minima di progetto, variabile a seconda della località e quella interna di progetto, normalmente 20° circa.

Secondo il **DLGS311-06** è necessario rispettare determinati valori di trasmittanza termica delle varie chiusure; essendo l'edificio in esame, situato a Milano, i valori da rispettare, che sono quelli per la zona climatica di fascia E , sono:

- $U_{c.v.o.} \leq 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{c.v.t.} \leq 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{c.o.} \leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Controllo della condensazione interstiziale

Per poter garantire le caratteristiche di trasmittanza precedentemente considerate ed il mantenimento della qualità dell'involucro è necessario verificare l'impossibilità di formazione di condensa sulle pareti perimetrali e all'interno delle stesse. Escludendo l'analisi dei fenomeni di umidità derivante da infiltrazioni di origine meteorica o da assorbimenti per capillarità dal sottosuolo, la formazione di condensa può essere attribuita alla concomitanza di più fattori, che sostanzialmente possono ricondursi a:

- un uso non corretto di materiali isolanti;
- un' insufficienza del ricambio dell'aria all'interno dei locali;
- un'eccessiva produzione e conseguente accumulo di vapore acqueo nell'aria dei locali abitati.

Tali fattori sono la condizione che permette il verificarsi di fenomeni di condensa all'interno delle pareti degli edifici, riconducibili a due cause principali:

- raggiungimento di elevati valori di umidità relativa dell'aria interna che creano, in prossimità dei muri, il verificarsi delle condizioni di rugiada;
- creazione, all' interno della parete, delle condizioni di temperatura e pressioni tali da raggiungere le condizioni di rugiada.

Questi fenomeni di condensazione comportano danni che possono compromettere sia la vivibilità degli ambienti da esse delimitati sia le caratteristiche prestazionali delle stesse. In particolare il fenomeno della condensa provoca la riduzione del grado di isolamento della parete a causa dalla umidità in essa contenuta.

Infatti, spesso la scelta e la posa dei materiali isolanti, o di manufatti a bassa conduttività termica, vengono fatte in funzione di fattori secondari (reperibilità, aspetto estetico, costo del materiale) che purtroppo sono spesso anteposti a quelli primari, ovvero alle loro caratteristiche termo-fisiche.

È necessario distinguere il fenomeno della condensa superficiale da quello della condensa all'interno delle pareti. Il vapore acqueo presente nell'aria, condensa sulla superficie interna di una parete quando la temperatura superficiale in quella zona diventa minore di quella di rugiada, come avviene spesso nelle zone di ponte termico. Tale inconveniente è tollerabile solo se momentaneo, come spesso accade nelle stanze da bagno o nelle cucine in presenza di sensibili produzioni di vapore e/o di temperature maggiori a quelle abituali.

Diverso è invece il fenomeno che riguarda il diffondersi del vapore acqueo attraverso le pareti opache quando, durante la stagione invernale, esso passa

dall'interno verso l'esterno sostanzialmente a causa della differenza di pressione parziale di vapore che si crea in tali condizioni. Le temperature interne più elevate infatti, creano pressioni parziali del vapore maggiori rispetto a quelle esterne, dove le temperature sono nettamente inferiori.

Il passaggio di vapore di per sé non provoca inconvenienti, purché nel suo passaggio attraverso la parete, esso non incontri strati di materiali a temperatura tale da causare la condensazione, che può essere tollerata se momentanea o contenuta, mai se permanente o abbondante. Più precisamente la condensa eventualmente formatasi durante periodi invernali particolarmente rigidi deve essere smaltita al più tardi durante la successiva stagione estiva.

Se ciò non accade, e quindi l'acqua sostituisce l'aria negli interstizi all'interno delle pareti, la resistenza termica diminuisce sensibilmente e il fenomeno negativo si esalta rapidamente con deterioramento dei materiali, a causa della presenza d'acqua ed eventualmente anche di ghiaccio.

Prima di procedere con la verifica risulta utile una breve descrizione di come possa formarsi il fenomeno della condensa all'interno delle pareti: nelle condizioni invernali la temperatura all'interno degli ambienti è di circa 20°C e l'umidità relativa in genere varia dal 40 al 60%, con valori di punta intorno all' 80 - 90% in corrispondenza di locali affollati o servizi, mentre la temperatura dell'aria esterna è molto inferiore, con valori di umidità relativa spesso elevati (90%).

E' facile immaginare come, nelle condizioni invernali, la pressione parziale del vapore acqueo, e così la sua concentrazione, decresca gradualmente dal valore più alto che si ha all'interno dell'ambiente fino a raggiungere il livello più basso all'esterno.

Il limite superiore della pressione parziale del vapore p_v è proprio dato dalla pressione di saturazione p_s ; quando questo limite viene raggiunto si ha condensazione. All'interno della parete, procedendo dall'interno verso l'esterno, diminuiscono sia p_v , per quanto detto prima, sia p_s , perché decresce la temperatura, di cui essa è funzione.

Si tratta ora di quantificare in termini di funzioni matematiche quanto detto: si dovrà cioè definire come variano la pressione parziale e la pressione di saturazione all'interno della parete.

La determinazione della pressione di saturazione è abbastanza semplice perché, essendo essa funzione della sola temperatura, basterà definire, in condizioni di regime stazionario, come varia la temperatura all'interno della parete.

Per conoscere tutte le temperature delle interfacce che compongono una parete multistrato basta eseguire una semplice iterazione espressa dalla relazione:

$$t_n = t_{n-1} - \frac{(t_i - t_e) \cdot R_n}{R_t}$$

Dove:

t_n = temperatura della superficie più interna dell' n-esimo strato;

t_i = temperatura dell'aria interna;

t_e = temperatura dell'aria esterna;

R_n = resistenza termica dell'n-esimo strato;

R_t = resistenza termica complessiva dell'elemento tecnico considerato.

Ottenute le temperature all'interno della parete, si ricavano i valori della pressione di saturazione, p_{sat} [Pa], che corrispondono alle temperature sulle interfacce tra gli strati, secondo la relazione:

$$p_{sat}(t) = e^{A + \frac{B}{t} + \frac{C}{t^{1,5}}}$$

dove:	A	B	C
per t: -50°C < t < 0°C	28,542	-5869,9	-2882
per t: 0°C < t < 50°C	22,565	-2377,1	-33623

E' da notare che in questa relazione la temperatura va espressa nella scala Kelvin. Per quanto riguarda invece la pressione parziale bisognerà introdurre una grandezza caratteristica dei materiali che costituiscono la parete; si tratta della resistenza che essi oppongono al passaggio del vapore R_v [m²sPa/kg].

Si procede quindi in maniera analoga a quanto fatto per la determinazione delle temperature interne. Con una semplice somma si ricava la resistenza complessiva al vapore della parete:

$$R_{V,t} = \sum_{i=1}^n R_{V,n}$$

tenuto conto che:

$$R_{V,n} = \frac{S_n}{\delta_n}$$

dove:

δ_n indica il coefficiente di permeabilità al vapore, parametro che misura la quantità di vapore (in kg) che attraversa lo spessore di 1 metro di un certo materiale su una superficie di 1 m² e per una differenza unitaria di pressione di vapore.

Dopo aver calcolato, in base alla definizione di umidità relativa ϕ , le pressioni parziali nell'ambiente interno e in quello esterno, che naturalmente corrispondono alle pressioni parziali sulle due facce della struttura ($p_{vi}=p_{v1}$ e $p_{ve} = p_{vn}$), si calcolano le pressioni parziali sulle interfacce interne dell'elemento:

$$p_{v,n} = p_{v,n-1} - \frac{(p_{v,1} - p_{v,e}) \cdot R_{V,n}}{R_{v,t}}$$

$$p_{vi} = \phi_i \cdot p_{si}$$

$$p_{ve} = \phi_e \cdot p_{se}$$

Considerando che le caratteristiche termo-igrometriche dell'aria, negli ambienti separati dalla struttura, sono, nel caso specifico, del deposito museale:

	t	ϕ
Aria interna	18° C	50%
Aria esterna	-5° C	90%

Il metodo proposto da Glaser per la progettazione termo-igrometrica delle pareti è grafico e consiste nel tracciamento di un diagramma in cui, in funzione dello spessore dei vari strati costituenti la parete si riporta l'andamento delle pressioni parziali e quello della pressione di saturazione del vapore acqueo.

Il metodo di Glaser fornisce indicazioni sufficientemente valide sullo stato termo igrometrico delle pareti; è al tempo stesso utile e semplice poiché cerca di approssimare un fenomeno di per sé molto più complesso. Le informazioni che il metodo di Glaser fornisce sono da ritenersi indicative sia per quanto riguarda il piano o la zona di condensa, che la quantità di condensa stessa.

Se dai diagrammi di Glaser si desume la possibilità di condensazione è necessario disporre all' interno della parete, più precisamente prima del punto di inizio della condensazione, un materiale avente elevata resistenza al passaggio del vapore. Con questo fine, si utilizzano sottili fogli di materiali come la carta trattata con bitume, fogli di materia plastica oppure fogli di alluminio, che sono quasi impermeabili al vapore; questo strato prende il nome di barriera al vapore.

Per essere efficace la barriera deve essere applicata nella parte calda della parete prima del punto di inizio della condensazione, ad esempio sulla faccia calda dell' isolante.

Massa, inerzia termica, attenuazione e sfasamento

Per strutture stratificate a secco è necessario controllare il comportamento dell'onda termica in quanto tali strutture sono meno massive rispetto alle tradizionali (poca inerzia termica, ovvero la capacità di accumulo del calore e del suo rilascio nel tempo) e potrebbero avere sfasamenti troppo brevi; è pertanto necessario valutare i seguenti parametri:

- f , coefficiente di attenuazione del flusso termico sulla superficie della parete rivolta verso l'ambiente interno dovuto a sollecitazioni termiche agenti sulla superficie esterna. È un numero complesso il cui valore dipende dalle caratteristiche dei materiali componenti la stratigrafia della struttura, in particolare dalla *conduttività* λ [W/mK], dalla *capacità termica massica* c [J/kgK], dalla *massa volumica* ρ [kg/m³] e dallo *spessore* s [m].
- fa , fattore di attenuazione. È il modulo del coefficiente di attenuazione f e quantifica la riduzione di ampiezza dell'onda termica nel passaggio dall'esterno all'interno dell'ambiente attraverso la struttura in esame.
- φ , coefficiente di sfasamento. È l'argomento del coefficiente di attenuazione f e rappresenta il ritardo temporale dell'onda termica nel passaggio dall'esterno all'interno dell'ambiente attraverso la struttura in esame.

Per legge bisogna ottenere $\varphi \geq 8h$; in pratica, se il momento della giornata in cui una facciata è esposta all' irradiazione solare massima è all'una di pomeriggio, l'onda di calore che attraversa la struttura non deve arrivare all'interno prima delle nove di sera. In questo modo, nel periodo estivo si evitano accumulazioni indesiderate di calore durante il giorno, mentre in quello invernale si ha un surplus di energia termica proprio la sera quando più è necessario.

Controllo del benessere acustico

Il comfort acustico è una delle prerogative essenziali dei sistemi costruttivi a secco. La protezione sonora relativa si ottiene con la disposizione di un opportuno strato di fono coibentazione. Ona d'aria e onda d'urto si trasmettono senza confini da spazi vuoti a membrane piene. Attraverso il percorso l'energia dell'onda sonora viene in parte dissipata e trasformata sotto forma di calore. Mentre le porzioni massicce dell'edificio non si deformano secondo forme elastiche, le lastre sottili in gesso rivestito, fino allo spessore massimo di 18 mm, sono deformabili; pertanto, attraverso la stimolazione dell'onda sonora, si deformano vibrando.

Quando la lunghezza d'onda delle onde d'aria che impattano sulla parete coincide con e quelle delle onde che si sviluppano parallelamente alla superficie esterna della stessa, per effetto della sua vibrazione interna, si ottiene la frequenza limite o frequenza di coincidenza, che porta ad una riduzione della protezione sonora, così come accade in caso di raggiungimento della frequenza di risonanza.

La *pressione sonora* è la variazione di pressione rispetto alla condizione di quiete causata da una perturbazione (onda sonora). Il livello di pressione sonora (SPL) o livello sonoro L_p è una misura logaritmica della pressione sonora efficace di un'onda meccanica (sonora) rispetto ad una sorgente sonora di riferimento. Viene misurata in decibel sonori (simbolo dBSPL):

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) \text{ dB}$$

dove p_0 è la pressione sonora di riferimento (è circa la soglia uditiva a 1000 Hz) e p è il valore efficace della pressione sonora che si vuole misurare.

La pressione di riferimento più comunemente utilizzata (in aria) è $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (RMS). Si esprime la pressione sonora in termini di decibel sonori quando si ha a che fare con problemi legati all'udito, dal momento che l'intensità percepita dall'orecchio è circa proporzionale al logaritmo della pressione sonora.

Le variabili fisiche comunemente da verificare in edilizia sono le seguenti:

- R'_w , coefficiente di isolamento sonoro sperimentale: è una misura secondo la quale si verifica la quantità sonora trasferita dalla porzione controllata, considerando attive tutte le vie di trasmissioni adiacenti come i muri di tamponamento e i solai;
- L'_{nw} , indice livello di rumore da calpestio normalizzato: per rumori impattivi si intendono quelli causati dalla caduta di oggetti sul pavimento, dai passi delle persone, etc.; si tratta, cioè, di rumori trasmessi essenzialmente per via strutturale e che interessano il complesso

pavimento-solaio. Il requisito acustico che caratterizza il comportamento di questi componenti edilizi nei confronti dei rumori impattivi è il livello di rumore di calpestio; la prestazione viene valutata attraverso la misura del livello di pressione sonora nell'ambiente sottostante quando sul pavimento agisce una macchina normalizzata generatrice di rumori impattivi;

- $D_{2m,n,T}$, indice di isolamento acustico di facciata normalizzato: valore pari alla differenza del livello di pressione sonora tra l'esterno (a 2 m perpendicolarmente alla facciata) e l'interno, corretto per tener conto del tempo di riverberazione del locale considerato.

Le pareti a secco hanno elevate prestazioni di isolamento acustico in quanto funzionano col sistema massa-molla-massa tipico delle pareti leggere, che consente di raggiungere valori di potere fono isolante oltre gli 80 dB con stratigrafie multiple. Le ordinarie pareti ad orditura semplice, con lana di vetro in intercapedine, superano con facilità i 50 dB in opera. In questi casi assumono significato fondamentale le vie di fuga di trasmissione del suono adiacenti, come pavimentazioni, controsoffitti, facciate e pareti perimetrali. Il valore $R'w$ tra due stanze, risultante da tutti i fattori, viene molto influenzato dal Rlw , isolamento sonoro lineare, delle porzioni che delimitano l'involucro (i ponti sonori e le sottili stratificazioni, i canali impiantistici, le fessure tra porta e pavimento, etc.).

Le principali strategie per ottenere i risultati a norma sono:

- minimizzare i punti di ancoraggio e rivestirli con neoprene in nastri;
- sigillatura di tutte le fughe, senza interruzioni intermedie e con particolare cura degli angoli;
- isolamento in lana di vetro, compresso con molta forza nelle guide che devono avere necessariamente la stessa larghezza dei materassini;
- inserimento di massa aggiuntiva nei divisori tra appartamenti (interposizione di un'ulteriore lastra di cartongesso in intercapedine);
- i divisori poggiano sulla struttura e si fissano in sommità alla struttura, in modo da minimizzare i ponti acustici;
- applicazione del sistema massa-molla-massa anche ai pavimenti, di tipo galleggiante: lo strato elastico è al di sotto di un primo sistema massivo in modo da ridurre le vibrazioni invece di avere uno strato resiliente in superficie (gomma, linoleum, etc.);
- risvolto del materiale fonoassorbente per un'altezza almeno pari a quella della soletta.

Le procedure di calcolo si possono riassumere come segue:

- R'_w : definizione dei materiali della struttura di separazione tra gli ambienti, superficie della stessa e lunghezza lineare dei giunti con definizione di ogni nodo di collegamento;
- L'_{nw} : definizione della massa superficiale e delle caratteristiche del pavimento galleggiante;
- $D_{2m,n,T}$: definizione delle metrature e dei diversi componenti della facciata, opachi e trasparenti; valutazione dei nodi di collegamento tra le diverse strutture e dei relativi valori correttivi.

Chiusure e partizioni

Le stratigrafie progettate con una metodologia a secco consentono un comportamento attivo in grado di sfruttare l'elasticità dei pacchetti e la conformazione dei singoli materiali che lo compongono. Per questo motivo, permettono di realizzare edifici sostenibili, nei confronti delle azioni energetiche esterne. Inoltre, una delle caratteristiche che maggiormente differenzia gli involucri S/R rispetto alle tecniche costruttive tradizionali è quella di essere molto leggeri e ben isolati, ideali per strategie invernali conservative; il loro impiego è favorevole anche in condizioni climatiche calde, nonostante si pensi che, data la loro totale assenza di massa, abbiano una scarsa inerzia termica.

Di seguito vengono proposte le stratigrafie delle chiusure e della partizione progettate: per ciascuna di loro è stata condotta la verifica alla condensa interstiziale e superficiale (tramite l'uso di software certificati).

Per quanto riguarda le chiusure trasparenti si sono rimandate le verifiche dei ponti termici e della prestazione alle case produttrici che forniscono software e certificazioni dei prodotti indicati.

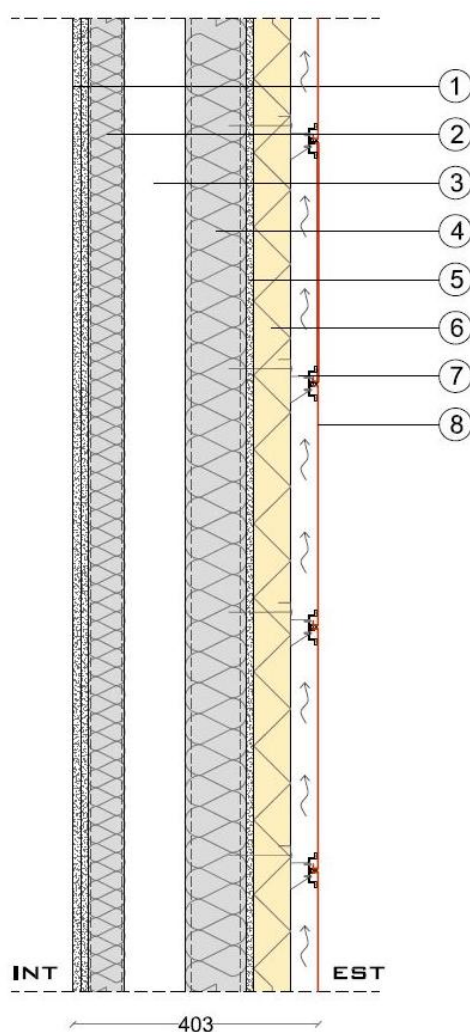
La chiusura verticale opaca

Tale pacchetto tecnologico risponde ai seguenti requisiti prestazionali:

- ✓ *Controllo* della condensa interstiziale e superficiale, della reazione al fuoco, dell'inerzia termica estiva ed invernale;
- ✓ *Isolamento* acustico e termico;
- ✓ *Non rumorosità*;
- ✓ *Resistenza* meccanica, agli urti, al fuoco, al vento;
- ✓ *Tenuta* all'acqua e al vento;

C.V.O.01

Chiusura isolata e ventilata, con rivestimento metallico in rame



8. 5 Sezione verticale della C.V.O.01

$$U = 0,149 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R'_w = 68,82 \text{ dB}$$

- 1 | LASTRA DI GESSO FIBRA TIPO "KNAUF", SP. SINGOLA LASTRA 12,5 MM
- 2 | PANNELLO IN LANA DI ROCCIA, SP. 60 MM
- 3 | INTERCAPEDINE DI ARIA FERMA, SP. 100 MM
- 4 | PANNELLO IN LANA DI ROCCIA, SP. 100 MM
- 5 | LASTRA IN FIBROCEMENTO TIPO "AQUAPANEL OUTDOOR KNAUF", SP.

12,5 MM	
6	PANNELLO ISOLANTE IN POLIURETANO ESPANSO RIGIDO AUTOESTINGUENTE TIPO "ISOTEC" PARETE: 60X250X2400 MM CON INVOLUCRO IMPERMEABILE IN ALLUMINIO
7	CORRENTINO IN ACCIAIO ZINCATO PREFORATO PER CAMERA VENTILATA, SP.40 MM
8	RIVESTIMENTO METALLICO IN RAME TIPO "TECU CLASSIC": PANNELLI IN DOGA, SP. 0,6 MM, GIUNTO VERTICALE OGNI 400 MM

NOTE

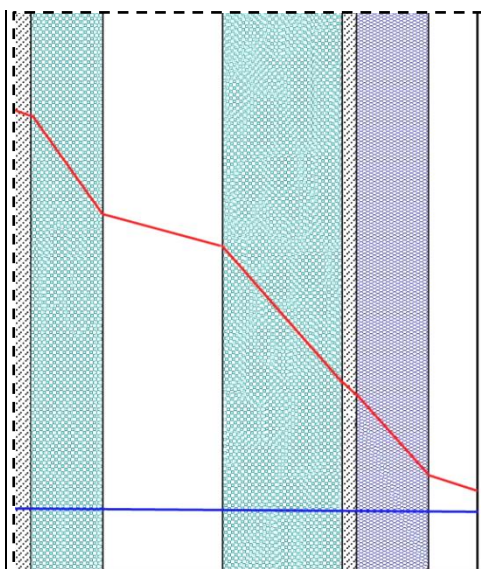
La parete è sostenuta da una doppia orditura metallica a trama ortogonale. Nello spessore di queste vengono alloggiati i pannelli semirigidi di lana di roccia, utili all'isolamento termo-acustico.

La parete deve poter ospitare al suo interno la struttura, gli impianti e i cavi elettrici.

Le finiture scelte permettono perfetta manutenibilità e velocità di posa ed ispezionabilità, oltre che avere una buona resistenza al vapore.

Per quanto riguarda il rivestimento esterno, costituito da pannelli in doghe di rame, con orientamento orizzontale, esso è fissato mediante degli elementi a scomparsa ed una tecnica di giunzione a maschio e femmina. La sottostruttura, è composta da guide profilate, fissate tramite delle staffe, alla struttura in acciaio, attraverso lo strato molto resistente del fibrocemento.

VERIFICA DELLA CONDENSA



8. 6 Verifica della condensa_ C.V.O.01

La verifica è stata condotta ricavando il diagramma di Glaser, riportato a lato, riferito al mese di gennaio, il più sfavorevole, in quanto si raggiunge la minore temperatura media mensile.

Si può notare che la pressione di vapore non raggiunge mai quella di saturazione, pertanto il pacchetto sarà sempre privo di condensa interstiziale.

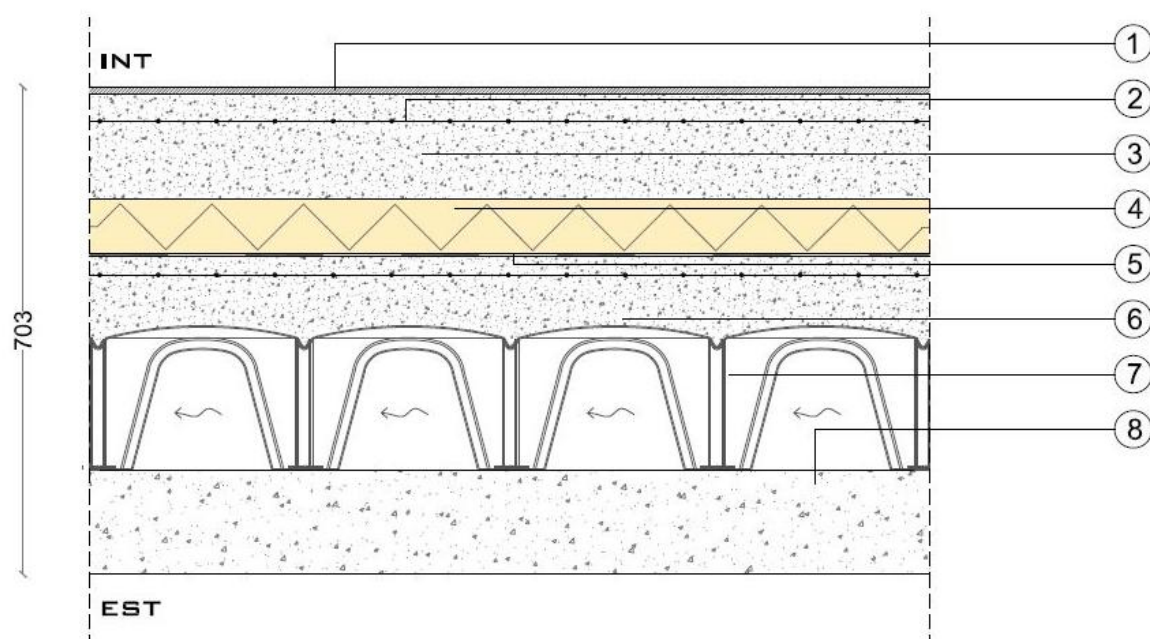
La chiusura orizzontale inferiore

Tale pacchetto tecnologico risponde ai seguenti requisiti prestazionali:

- ✓ *Controllo* della condensa interstiziale e superficiale, della reazione al fuoco;
- ✓ *Isolamento* termico;
- ✓ *Resistenza* meccanica, agli urti, agli agenti chimici, al fuoco, all'acqua, al punzonamento;
- ✓ *Tenuta* all'acqua;

C.O.O.01

Solaio isolato ed areato con pavimento fibrorinforzato



8. 7 Sezione verticale della C.O.O.01

$$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$p = 294,20 \text{ kN/m}^2$$

$$R'_w = 49,38 \text{ dB}$$

- 1 PAVIMENTAZIONE IN LASTRE (2000X2000 MM) DI USURA AL QUARZO: SP. 160 MM, PESO TEORICO 395 KG/MQ, PORTATA MASSIMA PUNTUALE 200 kN, CLASSE DI CARICO 600
- 2 ARMATURA IN RETE ELETTROSALDATA MAGLIA 10X10 SINGOLA (φ5 MM)

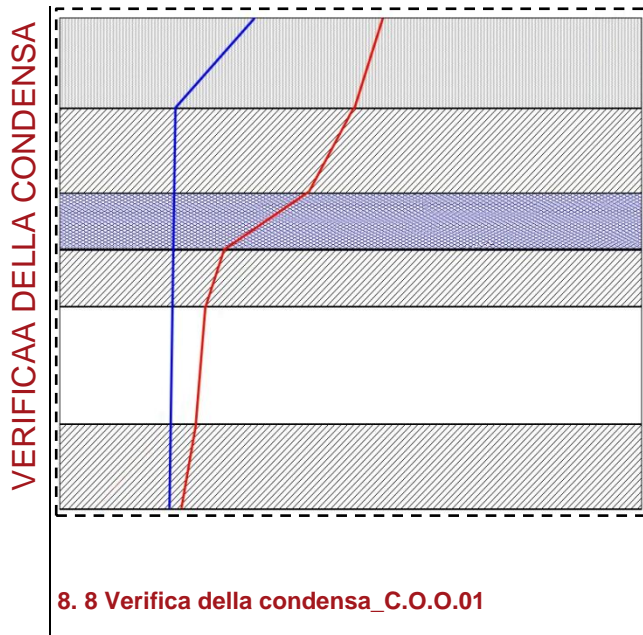
- 3 GETTO IN CLS PER LA RIPARTIZIONE DEI CARICHI, SP. 150 MM
- 4 ISOLANTE TERMICO IN POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO XPS, SP. 100 MM, RESISTENZA A COMPRESSIONE $> 700 \text{ kN/m}^2$
- 5 BARRIERA AL VAPORE IN POLIETILENE E ALLUMINIO, SP. 0,3 MM
- 6 CAPP A IN CLS SP.100 MM CON ARMATURA IN RETE ELETTROSALDATA MAGLIA 20X20 SINGOLA (φ 8 MM)
- 7 VESPAIO AREATO CON CASSERI IN PLASTICA A PERDERE, H = 208 MM
- 8 MAGRONE, SP. 150 MM

NOTE

Il pacchetto prevede uno strato di areazione realizzato in casseri a perdere in PVC (igloo) che, oltre a garantire la ventilazione di uno strato soggetto a flussi di vapore, consente di portare gli strati soprastanti alla quota di calpestio. Dopo uno strato importante di isolamento rigido in polistirene espanso, troviamo un getto in cls per la ripartizione dei carichi. Nello studio di tale stratigrafia è stato considerato il fatto che il deposito museale dovrà contenere oggetti di grandi dimensioni, tra i quali aerei militari e carri armati; perciò, si è tenuto conto, in particolar modo, della capacità portante dei singoli materiali e della loro resistenza meccanica allo schiacciamento.

Lo strato di finitura, in lastre di usura al quarzo è adatto a sopportare carichi elevati, fino a sforzi concentrati di 200 kN; lo stesso vale per l'isolante che resiste a carichi distribuiti superiori ai 700 Kn/m^2 , e per il vespaio areato con capacità portante di $294,20 \text{ kN/m}^2$.

Questa tecnologia garantisce perfetta manutenibilità nel tempo degli strati superiori.



La verifica è stata condotta ricavando il diagramma di Glaser, riportato a lato, riferito al mese di gennaio, il più sfavorevole, in quanto si raggiunge la minore temperatura media mensile. Si può notare che la pressione di vapore non raggiunge mai quella di saturazione, pertanto il pacchetto sarà sempre privo di condensa interstiziale.

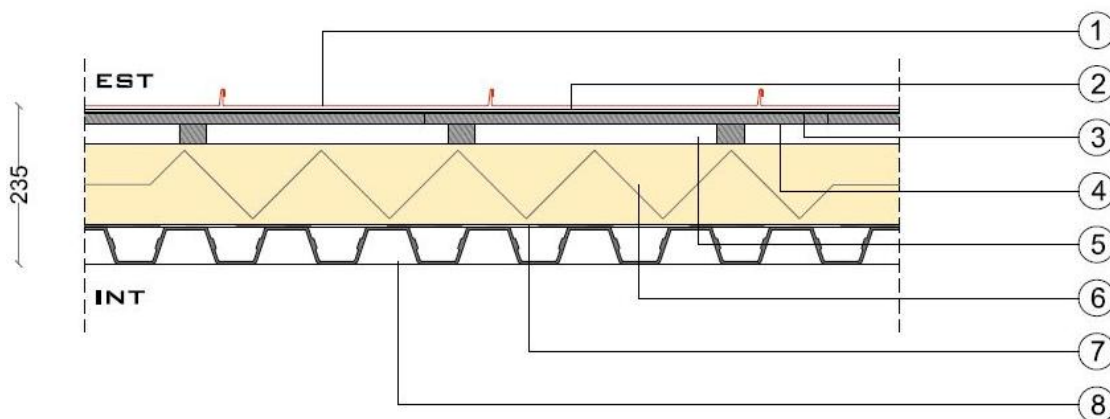
La chiusura orizzontale superiore

Tale pacchetto tecnologico risponde ai seguenti requisiti prestazionali:

- ✓ *Controllo* della condensa interstiziale e superficiale, della reazione al fuoco, dell'inerzia termica estiva ed invernale;
- ✓ *Isolamento* termico;
- ✓ *Resistenza* meccanica, agli urti, al fuoco, all'acqua, al vento, al punzonamento;
- ✓ *Tenuta* all'acqua e al vento;

C.O.O.02

Copertura continua isolata e ventilata con rivestimento metallico in rame



8. 9 Sezione verticale della C.O.O.02

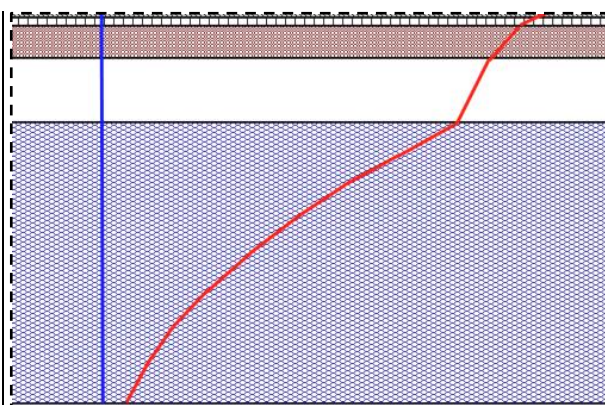
$$U = 0,259 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- 1 RIVESTIMENTO METALLICO IN RAME TIPO "TECU CLASSIC": PANNELLI IN DOGA LUNGHEZZA 2550 MM, SP. 0,6 MM, GIUNTO AGGRAFFATO OGNI 400 MM, PENDENZA DEL 5 %
- 2 SEPARATORE GALVANICO IN FOGLI, SP. 3 MM
- 3 FELTRO, SP. 3 MM
- 4 CAMERA PER VENTILAZIONE, SP. 30 MM
- 5 ASSITO IN LEGNO, SP. 15 MM CON GIUNTO MASCIO-FEMMINA
- 6 ISOLANTE TERMICO IN LANA DI VETRO TIPO "ISOVER", SP. 120 MM
- 7 BARRIERA AL VAPORE IN FOGLI DI ALLUMINIO
- 8 LAMIERA GRECATA IN ACCIAIO ZINCATO, H = 55 MM, SP. 1,20 MM

NOTE

La copertura segue la disposizione a tetto caldo ventilato. Il rivestimento è in doghe metalliche di rame fissate attraverso clips in acciaio inox, avvitate sull'assito e nascoste dentro giunti aggraffati. Tale strato permette il drenaggio delle acque piovane e la protezione degli elementi sottostanti. La pendenza del 5% è assicurata dalla camera di ventilazione, realizzata mediante listelli in legno.

VERIFICA DELLA CONDENSA



8. 10 Verifica della condensa_ C.O.O.02

La verifica è stata condotta ricavando il diagramma di Glaser, riportato a lato, riferito al mese di gennaio, il più sfavorevole, in quanto si raggiunge la minore temperatura media mensile.

Si può notare che la pressione di vapore non raggiunge mai quella di saturazione, pertanto il pacchetto sarà sempre privo di condensa interstiziale.

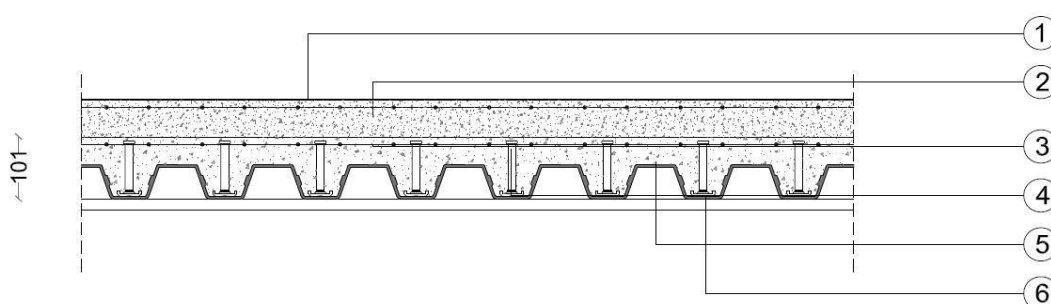
La partizione orizzontale interna

Tale pacchetto tecnologico risponde ai seguenti requisiti prestazionali:

- ✓ *Controllo* della reazione al fuoco, dell'inerzia termica estiva ed invernale;
- ✓ *Isolamento* termico;
- ✓ *Resistenza* meccanica, agli agenti chimici, agli urti, al fuoco, all'acqua, al vento, al calpestio, al punzonamento;
- ✓ *Tenuta* all'acqua e al vento;

P.O.O.01

Solaio interpiano con pavimento a base di resine epossidiche



8. 11 Sezione verticale della P.O.O.01

$R'_w = 58,27$ dB

$L'_{nw} = 68,25$ dB

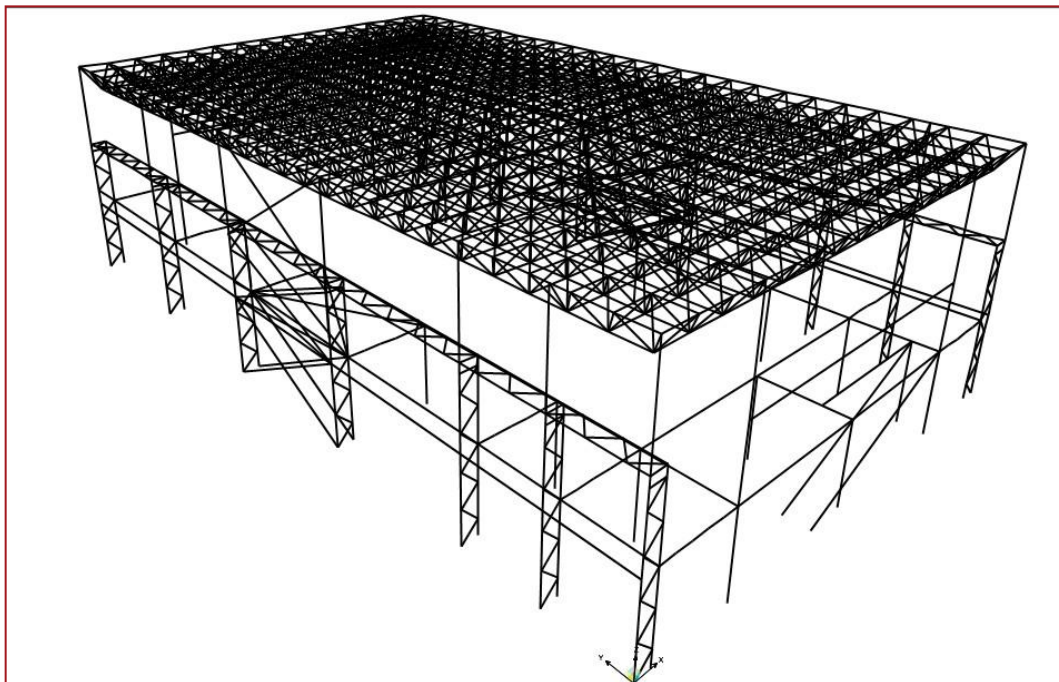
- 1 RIVESTIMENTO A BASE DI RESINE EPOSSIDICHE IN DISPERSIONE ACQUOSA, 200 MICRON
- 2 SOTTOFONDO IN CLS CON RETE ELETTROSALDATA, MAGLIA 20X20 SINGOLA (φ 5 MM) SP. 50 MM
- 3 ARMATURA IN RETE ELETTROSALDATA MAGLIA 20X20 SINGOLA (φ 5 MM)
- 4 CONNETTORE A PIOLO IN ACCIAIO ZINCATO (φ 12 MM), RIBATTUTO A FREDDO AD UNA PIASTRA DI ANCORAGGIO 38X50 MM, SP. 4 MM, FISSATO ALLA STRUTTURA IN ACCIAIO MEDIANTE DUE CHIODI
- 5 GETTO COLLABORANTE IN CLS, SP. 45 MM
- 6 LAMIERA GRECATA IN ACCIAIO ZINCATO, H = 55 MM, SP. 1,20 MM

9. Il progetto strutturale

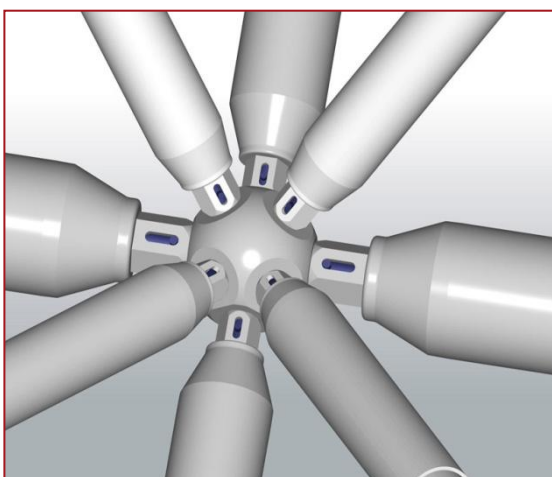
9.1 Generalità

Introduzione alla struttura

L'opera oggetto di studio è un capannone industriale con struttura portante in acciaio le cui dimensioni sono: 51 m di lunghezza e 30 m di larghezza.



9.1 Vista assonometrica della struttura del deposito museale

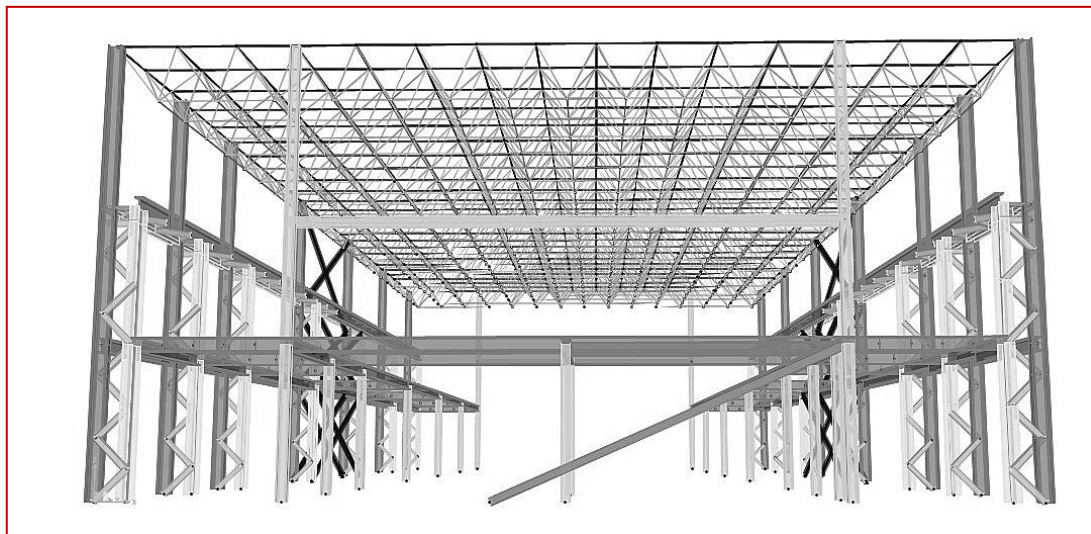


L'altezza di colmo è di 15 m dal suolo. La copertura piana, risulta essere una struttura reticolare spaziale a piastra, con un sistema, tipo Mero Tectovis, costituito alla base da aste tubolari di lunghezza fissa e sfera di connessione provvista di fori filettati. All'interno del capannone è prevista la presenza di un carroponete con portata fino a 100 tonnellate, con comando da terra.

9.2 Particolare del giunto di copertura

E' previsto un impalcato a quota 5 m accessibile dal piano terra mediante una scala con struttura portante in acciaio. Si prevede la realizzazione di controventi verticali in direzione longitudinale, per l'irrigidimento della struttura e la

trasmissione degli sforzi orizzontali alle fondazioni, oltre ad un sistema di controvento nel piano della struttura dell'impalcato.



9.3 Vista prospettica centrale

Normativa di riferimento

Tutti i calcoli sono eseguiti secondo i criteri della Scienza delle Costruzioni.

Le verifiche sono state svolte utilizzando il metodo degli stati limite (S.L.).

Le unità di misura utilizzate sono quelle del Sistema Internazionale.

Le convenzioni di disegno per gli assi sono quelle riportate nell'EC3: l'asse forte è indicato con y-y, mentre l'asse debole con l'indicazione z-z.

Gli elementi strutturali non espressamente riportati nella relazione sono stati comunque calcolati e dimensionati secondo i criteri sopra citati. Analogamente le verifiche che non risultano esplicitate si intendono comunque soddisfatte.

Tutti i calcoli e le verifiche sono redatti in conformità alla normativa vigente in materia, ed in particolare:

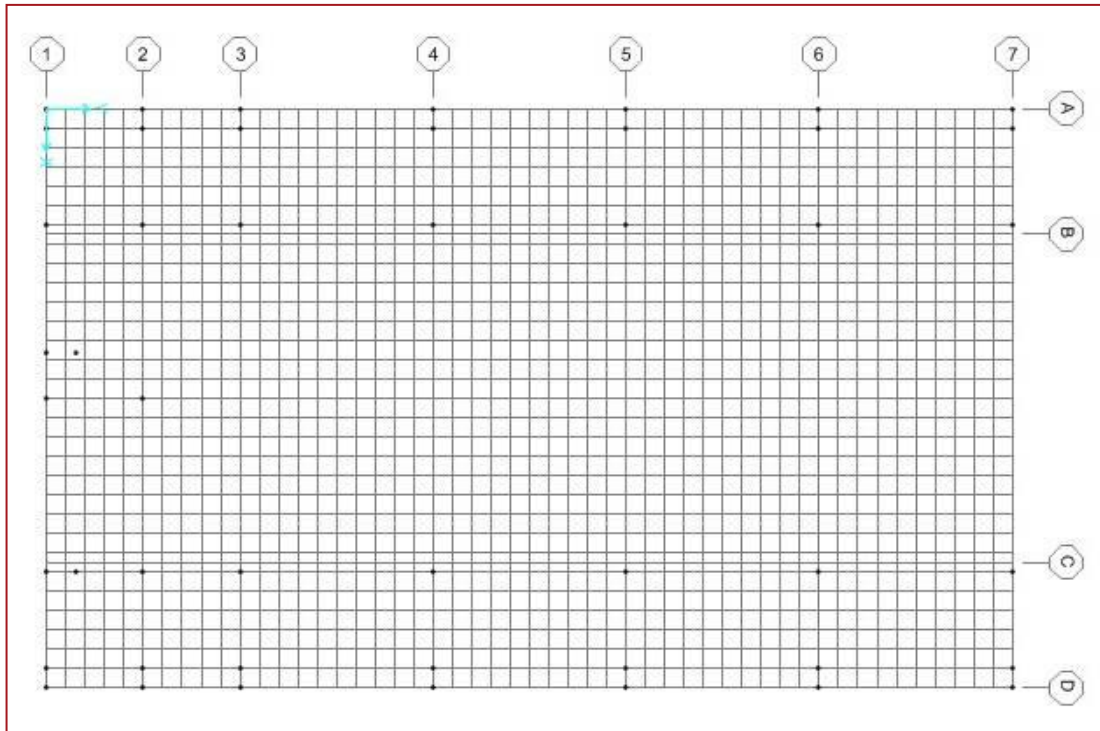
- **D.M. LL.PP. 14/01/08** – “Norme tecniche per le costruzioni – NTC2008”
- **Eurocodice 3** – “Progettazione delle strutture in acciaio”
- **CNR 10021-85** – “Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento”

La maglia strutturale

Si è scelto di adottare, una maglia di travi e pilastri a cadenza pressoché regolare. È stata definita una griglia con luce tra i pilastri di 10 m salvo per la prima campata dove per esigenze progettuali si è preferito dimezzare la luce.

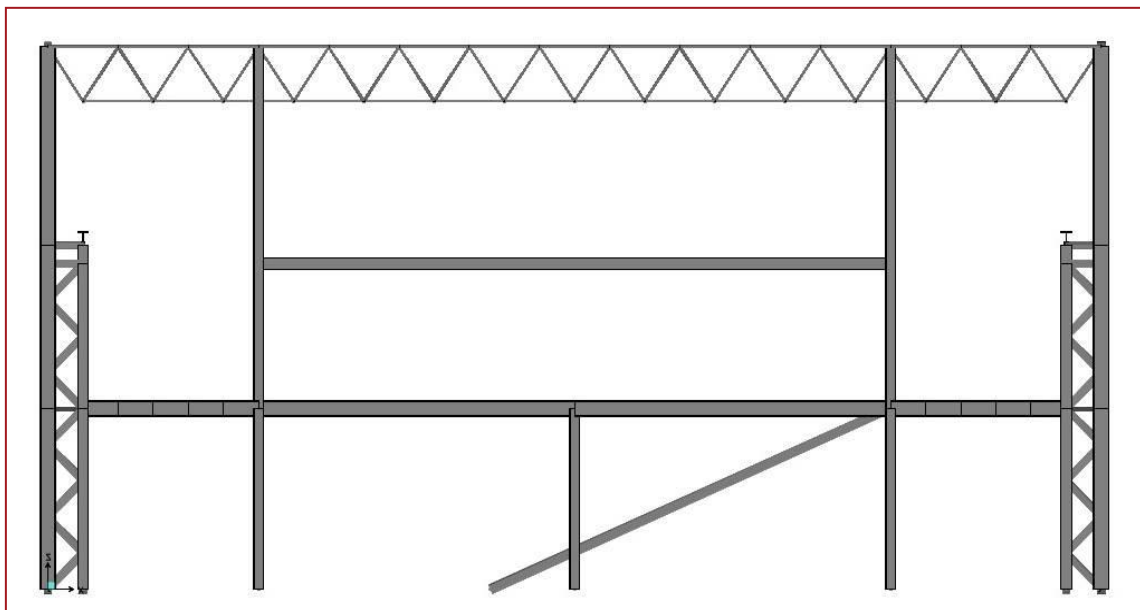
Data la necessità di avere grandi spazi per poter ospitare oggetti ingombranti come aerei e carri armati, è stato necessario articolare la struttura con luci

importanti, andando a creare in pianta una navata centrale, capace di richiamare le grandi cattedrali del passato, a tutta altezza, affiancata da 2 navate minori sormontate da un piano superiore che corre lungo tutto il perimetro laterale.



9. 4 Pianta della maglia strutturale

La maglia in alzato invece è ben determinata dal livello dell'impalcato a quota 5m e dal livello del piano della via di corsa posta a 9,5 metri.



9. 5 Sezione trasversale della struttura

Caratteristiche dei materiali

Il materiale scelto per la struttura è l'acciaio, anche se in Italia ancora oggi, giochi un ruolo modesto, nonostante i numerosi vantaggi offerti dall'impiego strutturale di elementi metallici, soprattutto nel caso di una struttura a capannone.

L'adozione di questo materiale da costruzione per gran parte delle strutture portanti consente infatti di ottenere: la prefabbricazione pressoché totale degli elementi, un'estrema velocità di costruzione e montaggio con tolleranze ridotte, l'impiego di profili a sezione ridotta, una realizzazione ottimizzata di elementi su grandi luci, la massima integrazione con impianti ed altri componenti, la semplice manutenibilità ed ispezionabilità nonché un eventuale riciclaggio o riutilizzo dei profili impiegati. Risalta inoltre la precisa corrispondenza tra comportamento reale e previsioni di calcolo che ricerca e sviluppo normativo hanno consentito di ottenere, nell'obiettivo di un livello di sicurezza sempre maggiore; ciò è inoltre, sempre più supportato da ottimi software analitico-espressivi che permettono di modellare con precisione le teorie accademiche e normative. Col fine del calcolo strutturale, infatti, è stato utilizzato SAP2000, programma per l'analisi e la verifica delle strutture.

Si è scelto di utilizzare l'acciaio per le sue caratteristiche tecnologiche, questa lega metallica infatti, permette libertà espressive sconosciute ad altri materiali da costruzione ed il superamento di alcuni limiti in architettura come ad esempio, luci importanti. Grazie all'ingombro ridotto delle strutture e dei profili, l'acciaio permette di sfruttare al massimo la superficie disponibile.

Grazie al facile connubio con il vetro, inoltre, si possono creare ampie superfici luminose ed immaginare spazi difficilmente realizzabili con materiali più tradizionali, sfruttando la luce naturale per ottenere effetti di grande eleganza.

Acciaio da carpenteria

Per tutti gli elementi si prescrive l'utilizzo di un acciaio S 355, che ha le seguenti caratteristiche:

$$E = 206.000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Bullonatura

Per le giunzioni bullonate e per i tirafondi si prescrive l'utilizzo di bulloni di classe 8.8 con le seguenti caratteristiche:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M7} = 1,10$$

Calcestruzzo

Per la fondazione si prescrive l'utilizzo di calcestruzzo C 25/30, che ha le seguenti caratteristiche:

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5 = 14,11 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot (R_{ck})^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,79 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.447 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\epsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$$

Armature

Per la realizzazione dell'armatura dei plinti di fondazione si prescrive l'utilizzo di acciaio B 450C, che ha le seguenti caratteristiche:

$$E = 206.000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_d = 391 \text{ N/mm}^2$$

9.2 Analisi dei carichi

Peso proprio

Per tutti gli elementi strutturali in acciaio si è considerato un peso specifico del materiale, per unità di volume, pari a (tab. 3.1.I)

$$\gamma_s = 78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Carico da neve

Secondo le indicazioni della normativa vigente (§ 3.4) il carico da neve si calcola secondo la relazione

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot c_e \cdot c_t$$

Dove:

μ_i = coefficiente di forma

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento

c_e = coefficiente di esposizione

c_t = coefficiente termico

Essendo l'edificio da realizzarsi nella città di Milano, che ricade nella zona I Mediterranea, i parametri e il carico da neve risultano essere:

Carichi neve				
carico neve in copertura	q_s	1,2	KN/m ²	3.3.7
coeff forma	μ_i	0,8		tab 3.4.II
valore caratteristico	q_{sk}	1,5	KN/m ²	3.3.9
coeff esposizione	c_E	1		
coeff termico	c_t	1		
Zona	1 Mediterranea			
m.l.m Milano	a_s	147	m.l.m <200 m	3.3.9

Definizione della Zona: dalla carta si desume che la costruzione si trova in zona 1

Altitudine: a_s è la quota del suolo sul livello del mare del sito ovvero 147 m.l.m.

Carico della neve al suolo: dalla tabella 4, della **NTC2005** essendo $a_s < 200$ m ed essendo in zona 1 Mediterranea allora $q_{sk}=1,5$

Coefficiente d'esposizione c_E : la costruzione secondo tabella 5 si trova in un'area Normale quindi con $c_E=1$ dove non è presente una significativa rimozione della neve sulla costruzione

Coefficiente termico: $c_t=1$

Coefficiente di forma: essendo la copertura dell'edificio piana ovvero con un angolo di inclinazione $0<\alpha<30$ secondo la tabella 7 della NTC2005 si avrà $\mu=0,8$

Carico da vento

Sempre in riferimento alla normativa vigente (§ 3.3) l'equivalente pressione statica dovuta all'azione del vento è esprimibile attraverso la relazione

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

Dove:

c_f = coefficiente di attrito

q_b = pressione cinetica di riferimento

c_e = coefficiente di esposizione

Il coefficiente di attrito: secondo la tabella 1 della NTC2005 è in funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente, nel nostro caso $c_f = 0,01$ poiché superficie liscia.

La pressione cinetica di riferimento, in funzione della zona, è espressa dalla relazione

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Dove:

v_b = velocità di riferimento

ρ = densità dell'aria assunta pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$

La velocità di riferimento: è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi tabella 3.3.II) mediata su 10 minuti e riferita a un periodo di ritorno di 50 anni.

Essendo il sito del progetto in zona 1, i valori secondo la tabella 3.3.I sono

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad a_0 = 1000 \text{ m} \quad K = 0,010 \text{ i/s}$$

In questo caso essendo $a_s < a_0$ allora $v_b = v_{b,0}$.

V_b per un periodo di ritorno di 100 anni sarà:

$$V_R = V_b \cdot \alpha_R$$

dove per α_R vedi 3.3.3

Dunque risulta $q_b = 421,88 \text{ N/m}^2$

Il coefficiente di esposizione: dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

Carichi vento			
depressione vento sez piena	p	826,08	N/m^2
pressione vento sez piena	p	826,08	N/m^2
depressione del vento sez vuota	p	413,04	N/m^2
pressione vento sez vuota	p	894,92	N/m^2
azione tangenziale vento	p_f	6,88	N/m^2
pressione cinetica di riferimento	q_b	421,88	N/m^2
coeff di esposizione	c_e	1,63	
coeff dinamico	c_d	1	
coeff d'attrito	c_f	0,01	
pressione cinetica di riferimento	q_b	421,88	N/m^2
velocità riferimento	$V_b = V_{b,0}$	25	m/s
velocità riferimento tempo ritorno 100 anni	V_r	25,981	
densità aria	ρ	1,25	kg/m^3
Zona	1		
classe rugosità terreno	A		
categoria/classe esposizione	V		
coeff topografia	c_t	1	
	k_r	0,23	
	z_o	0,7	m
	z_{\min}	12	m
altezza al colmo	z	15,00	m
inclinazione falda	α°	0,00	gradi
coeff periodo di ritorno 100 anni	α°_R	1,039	
	K_1	0,20	
	n	0,50	
probabilità annuale di eccedenza della velocità vento	p		
tempo di ritorno	T_r	100	

Nel caso di altezze non maggiori di $z=200$ è espresso dalla relazione

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

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Il sito dell'opera ricade nella zona1, classe di rugosità del terreno A, con classe di esposizione V, per cui si determinano i parametri tramite la tabela 3.3.II

$$K_r = 0,23 \quad z_0 = 0,7 \text{ m} \quad z_{min} = 12 \text{ m}$$

Essendo l'altezza del colmo pari a $z=15$ m ovvero $z > z_{min}$ allora $c_e=1,63$

Coefficienti di pressione interna ed esterna le azioni statiche di vento si traducono in pressioni (positive) e depressioni (negative) agenti normalmente alle superfici, sia interne che esterne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento sul singolo elemento è quindi determinato considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

Nel caso in progetto si è considerato:

sezione piena			
coeff pressione esterna copertura	$C_{pe \text{ cop}}$	-0,40	
coeff pressioni esterna parete caso peggiore	$C_{pe \text{ sopravento}}$	0,80	Cir 3.3.10.1
	$C_{pe \text{ sottovento}}$	0,40	
	C_p	1,20	
sezione vuota			
coeff pressione esterna copertura	$C_{pe \text{ cop}}$	-0,40	
coeff pressioni esterna parete caso peggiore	$C_{pe \text{ sopravento}}$	0,80	Cir 3.3.10.1
	$C_{pi \text{ sopravento}}$	0,50	
	$C_{pe \text{ sottovento}}$	0,40	
	$C_{pi \text{ sottovento}}$	0,20	
	$C_p \text{ sopravento}$	1,30	
	$C_p \text{ sottovento}$	0,60	
depressione vento sez piena	p	275,36	N/m^2
pressione vento sez piena	p	550,72	N/m^2
depressione del vento sez vuota	p	413,04	N/m^2
pressione vento sez vuota	p	894,92	N/m^2
azione tangenziale vento	p_f	6,88	N/m^2
pressione cinetica di riferimento	q_b	421,88	N/m^2
pressione del vento globale	p	826,1	N/m^2

I carichi

Per determinare il peso a metro quadrato degli elementi non strutturali di ciascun solaio sono stati sommati i contributi di ciascuno strato componente, in riferimento alle stratigrafie riportate nel capitolo relativo al sistema tecnologico.

L'analisi dei carichi del progetto richiede il calcolo dei seguenti carichi:

- Carichi permanenti strutturali (G_1)
- Carichi permanenti non strutturali (G_2)
- Carichi variabili (Q)

Carichi permanenti strutturali (G_1): per carichi permanenti strutturali si intende il peso proprio di tutti gli elementi strutturali.

Carichi permanenti non strutturali (G_2): sono considerati carichi non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, quali quelli relativi alle tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti.

Carichi variabili (Q)

Come carichi variabili si intendono quelle azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo.

Si fa riferimento alla tabella 3.1.II

Per la struttura in esame si sceglie una categoria tipo E1 dove

$$q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2 \quad Q_k = 6,00 \text{ kN} \quad H_k = 1,00^* \text{ kN/m}$$

* non comprende le azioni orizzontali esercitate dai materiali immagazzinate

Analisi dei carichi strutturali							
SOLAIO interpiano IN LAMIERA GRECATA COLLABORANTE							
STRUTTURALI (G_1)							
	kg/m ³	kg/m ²	kg/m	h in m	h in cm	h in mm	KN/m ²
getto cls armato classe C25/30	2500	250					2,57
getto spessore				0,1	10	100	
lamiera grecata tipo A 75/P760 sp. 1,20		12,56	9,42				
lamiera altezza				0,55	5,5	55	
Peso totale soletta		262,56					
Altezza totale soletta					15,5		

Copertura							
STRUTTURALI (G ₁)							
	kg/m ³	kg/m ²	kg/m	h in m	h in cm	h in mm	KN/m ²
lamiera grecata tipo A 75/P760 sp. 1,20		12,56	9,42				
lamiera altezza				0,55	5,5	55	
Peso totale soletta		12,56					
NON STRUTTURALI (G ₂)							
	sp mm	sp m	kg/m ³	kg/m ²	KN/m ²		
Chiusura orizzontale_copertura				23,4	0,23		
lana di roccia	100	0,1	90	9			
lana di roccia	60	0,06	90	5,4			
assito	15	0,015	600	9			
Chiusura verticale							
NON STRUTTURALI (G ₂)							
	sp. mm	sp. m	kg/m ³	kg/m ²	KN/m ²		
Chiusura verticale				73,491	0,72		
lastra gesso fibra	12,5	0,0125	1250	15,625			
lastra gesso fibra	12,5	0,0125	1250	15,625			
lana roccia	100	0,1	90	9			
fibrocemento	12,5	0,0125	1280	16			
pannello isotec	60	0,06	40	10,99			
pannello rame	0,7	0,0007	8930	6,251			

Combinazione dei carichi agli stati limite

Conoscendo il peso della soletta e dei carichi agenti si può procedere con le combinazioni di carico, come stabilito dalla norma **DM 14/01/08**.

Per il predimensionamento delle travi bisogna considerare la combinazione di carico sia allo stato limite di esercizio sia allo stato limite ultimo.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU).
- Combinazione caratteristica (rara) impiegata per gli stati limite d'esercizio irreversibili (SLE), da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili.
- Combinazione frequente solitamente impiegata per gli stati limite d'esercizio reversibili (SLE).

Nel caso in esame si sono considerate le seguenti combinazioni:

SLU:

Neve principale: neve(1,5) + Dead(1,3) + G₂(1,5) + vento(0,6x1,5)

In questo caso si considera il vento nei 4 possibili casi ovvero il vento in direzione x e y, positivo e negativo.

Carroponte principale: Carroponte(1,5) + neve (0,5x1,5) + Dead(1,3) + G_2 (1,5)

in questo caso si considerano i casi con il massimo momento e il massimo taglio (cioè massimo carico sulla colonna) in direzione x e y, positiva e negativa, considerando anche gli effetti della frenata e dello sbandamento.

Massimo ribaltamento: Vento(1,5) + neve (0,5x1,5) + Dead(1,3) + G_2 (1,5)

in questo caso, a favore di sicurezza, non si considera nemmeno il carico verticale del carroponte, che comunque da normativa non deve essere combinato con il carico del vento.

SLE

Neve (0,2) + Dead(1) + G_2 (1)

Carroponte (1) + Dead(1) + G_2 (1)

Vento (0,2) + Dead(1) + G_2 (1)

9.3 Predimensionamento

La struttura

Impalcato

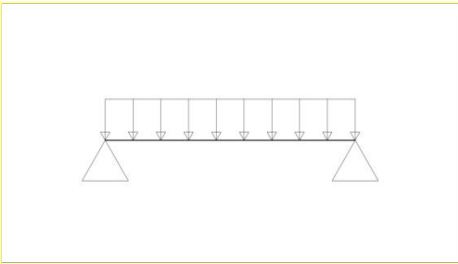
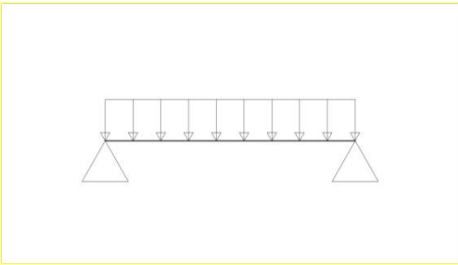
L'impalcato viene supportato da una struttura principale e da una struttura secondaria con un passo di 1 m.

Il solaio sarà composto da lamiera grecata e getto collaborante da 10 cm.

Travi secondarie impalcato

Si è proceduto nel predimensionamento facendo riferimento alla combinazione caratteristica, calcolando la freccia massima secondo la normativa **NTC 2008**.

Successivamente, calcolata l'inerzia richiesta si è proceduto nell'individuazione della trave consultando un profilario. Affiche la trave scelta sia idonea al carico previsto, la freccia ottenuta utilizzando l'inerzia reale non dovrà superare quella calcolata secondo normativa

Verifica travi secondarie				
Trave secondaria impalcato l=10 m			appoggio - appoggio	
			$f_{reale} = (5/384) * PL^4 / E$	38,893
carico distribuito G_2+Q_k	kN/m ²	8,57	N/mm ²	0,00857
a	mm	1000		
E	N/mm ²	210000		
f max l/250	mm	40		
L	mm	10000		
p	N/mm	8,57		
$I_{richiesta}$	mm ⁴	132918434	cm ⁴	1,329184E+04
Profilo scelto				
HEA 280				
$I_{reale} = (5/384) * PL^4 / Ef$	cm ⁴	13670		
momento $pl^2/8$	Nmm	107185425,3		
w HEA 360	cm ³	1010		
$\sigma = M/w$	N/mm ²	106,124		
σ_{amm}	N/mm ²	355		
				
Trave secondaria impalcato l=5 m			appoggio - appoggio	
			$f_{reale} = (5/384) * PL^4 / EI$	13,239
carico distribuito G_2+Q_k	kN/m ²	8,57	N/mm ²	0,00857
a	mm	1000		
E	N/mm ²	210000		
f max l/250	mm	20		
L	mm	5000		
p	N/mm	8,57		
$I_{richiesta}$	mm ⁴	16614804	cm ⁴	1,6614804E+03
Profilo scelto				
HEA 180				
$I_{reale} = (5/384) * PL^4 / Ef$	cm ⁴	2510		
momento $pl^2/8$	Nmm	26796356,33		
w HEA 360	cm ³	294		
$\sigma = M/w$	N/mm ²	91,144		
σ_{amm}	N/mm ²	355		
				

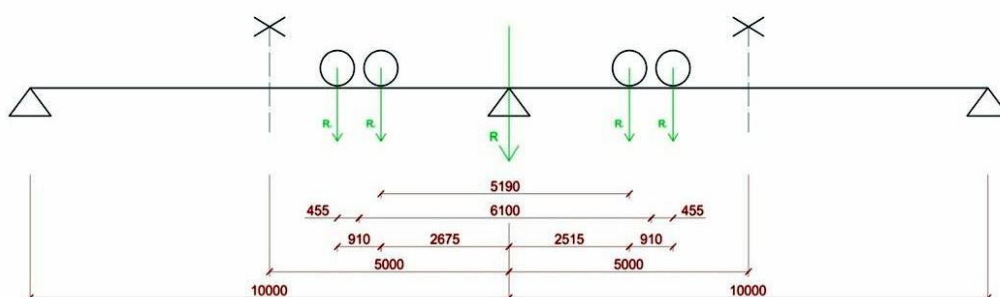
Il carro ponte

Carro ponte		
campata	10 m	
2 gru ponte campata	30 m	
portata	100 t	
passo rigido h	6,1 m	6100 mm
passo rigido h ₁	0,91 m	910 mm
carico max R ₁ +R ₁	76 t	
carico max R ₂ +R ₂	72 t	
carico min R ₁ +R ₁	22 t	
carico min R ₂ +R ₂	18 t	
R ₁	38 t	
R ₂	36 t	
Φ ruote	0,71 m	710 mm
dist ruote estreme	5,19 m	5190 mm
h/2	3,05 m	

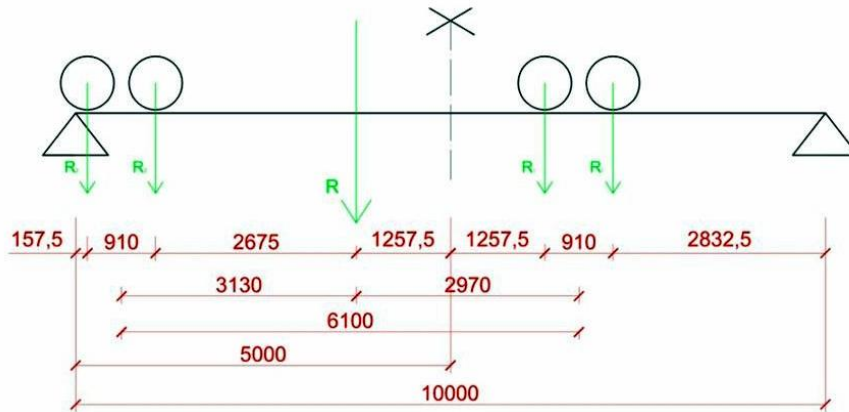
Il carro ponte trasmette alle vie di corsa le forze verticali, per cui sono stati distinti due casi, ovvero il caso con il momento massimo, M_{max} e il caso con il taglio massimo T_{max}.

Inoltre trasmette anche forze longitudinali e trasversali, che secondo normativa, vanno assunte, al livello del piano della via di corsa, longitudinalmente 1/7 del carico di tutte le ruote frenate e trasversalmente 1/10 dei carichi agenti sulla rotaia, ambedue per la posizione più sfavorevole del carrello.

Essendo la struttura simmetrica, risulta indifferente il lato di applicazione dei massimi carichi.

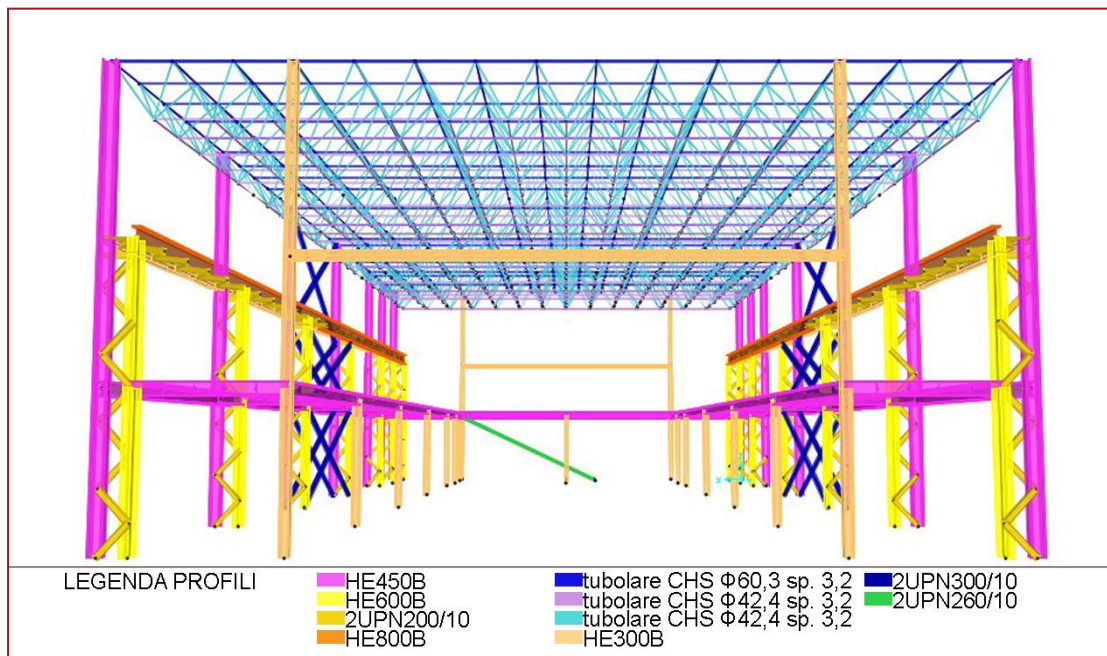


9.6 Schema dei carichi_ momento massimo



9. 7 Schema dei carichi_ taglio massimo

Verifiche



9. 8 Profilario

Copertura

Copertura reticolare spaziale a piastra

maglia 2x2m alta 1,5m

profilo inferiore	CSH $\Phi 42,4$ mm	sp. 3,2 mm
profilo superiore	CSH $\Phi 60,3$ mm	sp. 3,2 mm
profilo diagonale	CSH $\Phi 42,4$ mm	sp. 3,2 mm

Il progetto strutturale

Maglia centrale									
posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x	14	m	5458,729	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,394	
y	25	m							
z	13,5	m	fattore di sicurezza		2,613				
			fattore di sfruttamento		0,383				
posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	15	m	1546,319	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,120	
y mid	24	m							
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		2,007				
			fattore di sfruttamento		0,108				
posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	14	m	5378,045	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,388	
y mid	23	m							
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		2,653				
			fattore di sfruttamento		0,377				
posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	13	m	1505,911	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,117	
y mid	24	m							
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		2,061				
			fattore di sfruttamento		0,106				
posizione	corrente superiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	15	m	-5233,119	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,655	
y mid	32	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		-1,553				
			fattore di sfruttamento		-0,644				

Maglia centrale									
posizione	corrente superiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	16	m	-1615,147	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,207	
y mid	31	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		-5,032				
			fattore di sfruttamento		-0,199				
posizione	corrente superiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	13	m	-5623,484	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,703	
y mid	30	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		-1,445				
			fattore di sfruttamento		-0,692				
posizione	corrente superiore		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	14	m	-1613,036	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,117	
y mid	29	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		-5,039				
			fattore di sfruttamento		-0,198				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	14.5	m	-79,986	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,035	
y mid	25.5	m							
z mid	14.25	m	fattore di sicurezza		-36,853				
			fattore di sfruttamento		-0,027				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{C_{rd}}$	$N_{T_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio	
x mid	15.5	m	-91,797	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,039	
y mid	25.5	m							
z mid	14.25	m	fattore di sicurezza		-32,111				
			fattore di sfruttamento		-0,031				

posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x mid	15.5	m	-72,596	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,033
y mid	24.5	m						
z mid	14.25	m	fattore di sicurezza		-40,605			
			fattore di sfruttamento		-0,025			

posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x mid	14.5	m	-103,983	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,043
y mid	24.5	m						
z mid	14.25	m	fattore di sicurezza		-28,348			
			fattore di sfruttamento		-0,035			

Attaccatura al pilastro								
posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x	2	m	2288,334	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,172
y	31	m						
z	13,5	m	fattore di sicurezza		1,356			
			fattore di sfruttamento		0,160			

posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x mid	3	m	565,055	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,051
y mid	32	m						
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		5,492			
			fattore di sfruttamento		0,040			

posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x mid	2	m	995,858	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,081
y mid	33	m						
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		3,116			
			fattore di sfruttamento		0,070			

posizione	corrente inferiore		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x mid	1	m	785,088	14265,716	14265,716	0,218	3103,401	0,066
y mid	32	m						
z mid	13,5	m	fattore di sicurezza		3,953			
			fattore di sfruttamento		0,055			

posizione	corrente superiore		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	Nb_{rd}	tot ratio
x	1	m	-6034,038	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,754
y	30	m						
z	15	m	fattore di sicurezza		-1,347			
			fattore di sfruttamento		-0,742			

Attaccatura al pilastro									
posizione	corrente	superiore	N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	2	m	798,238	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,046	
y mid	31	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		10,182				
			fattore di sfruttamento		0,038				
posizione	corrente	superiore	N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	1	m	163,06	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,016	
y mid	32	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		49,845				
			fattore di sfruttamento		0,008				
posizione	corrente	superiore	N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	0	m	2734,963	20779,908	20779,908	0,391	8127,743	0,139	
y mid	31	m							
z mid	15	m	fattore di sicurezza		2,972				
			fattore di sfruttamento		0,132				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	0,5	m	4552,49	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,327	
y mid	30,5	m							
z mid	14,25	m	fattore di sicurezza		3,134				
			fattore di sfruttamento		0,319				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	1,5	m	-684,893	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,242	
y mid	30,5	m							
z mid	14,25	m	fattore di sicurezza		-4,304				
			fattore di sfruttamento		-0,232				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	1,5	m	-2338,187	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,806	
y mid	31,5	m							
z mid	14,25	m	fattore di sicurezza		-1,261				
			fattore di sfruttamento		-0,793				
posizione	diagonale		N_{ed}	$N_{c_{rd}}$	$N_{t_{rd}}$	χ	$N_{b_{rd}}$	tot ratio	
x mid	0,5	m	-2176,458	14265,716	14265,716	0,207	2947,739	0,751	
y mid	31,5	m							
z mid	14,25	m	fattore di sicurezza		-1,354				
			fattore di sfruttamento		-0,738				

Trave principale impalcato

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 25 X Mid: 10,500 Combo: slu max ribalt veDesign Type: Beam
 Length: 9,000 Y Mid: 0,000 Shape: HE450B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 9,000 Z Mid: 5,000 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country-CEN Default Combination-Eq. 6.10 Reliability-Class 2
 Interaction-Method 2 (Annex B) MultiResponse-Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0-1,00 GammaM1-1,00 GammaM2-1,25
 An/Ag-1,00 RLLP-1,000 PLLP-0,750 D/C Lim-0,950

Reff-0,022 eNy-0,000 eNz-0,000
 A-0,022 Iyy-7,989E-04 iyy-0,191 Wel,yy-0,004 Weff,yy-0,004
 It-4,480E-06 Izz-1,172E-04 izz-0,073 Wel,zz-7,813E-04 Weff,zz-7,813E-04
 Iw-5,267E-06 Iyz-0,000 h-0,450 Wpl,yy-0,004 Av,z-0,016
 E-210000000,0 fy-355000,000 fu-510000,000 Wpl,zz-0,001 Av,y-0,008

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
9,000	-123,245	525,220	-4,461	-79,432	0,497	-0,391

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,494	- 0,052	+ 0,435	+ 0,007	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	-123,245	7739,000	7739,000	11818,037	11818,037	1,000
		Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
		7739,000	8004,960	11818,037	11818,037	1,000
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a 0,210	20442,143	0,615	0,733	0,884	6842,098
MajorB(y-y)	a 0,210	20442,143	0,615	0,733	0,884	6842,098
Minor (z-z)	b 0,340	2998,898	1,606	2,029	0,306	2367,027
MinorB(z-z)	b 0,340	2998,898	1,606	2,029	0,306	2367,027
Torsional TF	b 0,340	11818,037	0,809	0,931	0,719	5562,358

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	525,220	525,220	1413,610	1413,610	1413,610	1170,952
Minor (z-z)	-4,461	-4,461	425,290	425,290	425,290	
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a 0,210	0,740	0,830	0,828	2,117	2584,008
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz		
	0,425	0,386	0,970	0,643		

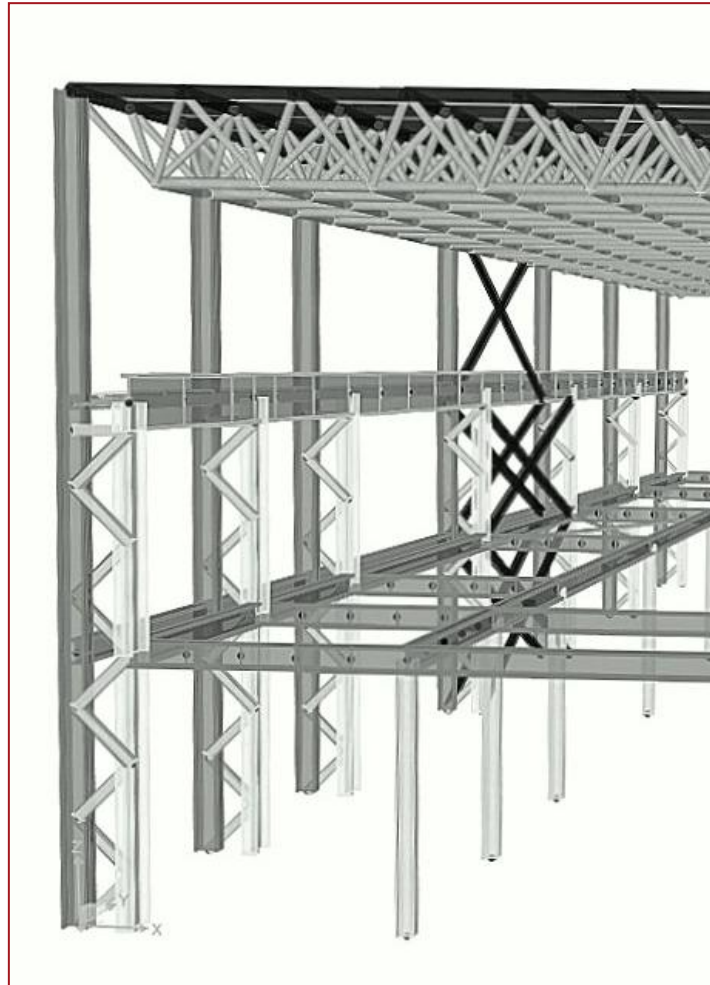
SHEAR DESIGN

Major (z)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	79,432	1633,115	0,049	OK	0,391
Minor (y)	0,497	3326,079	0,000	OK	0,391
Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW		
	1633,115	1,200	0,404		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

Major (V2)	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	100,137	80,504

Pilastro composto



9.9 Vista del pilastro composto

Verifica pilastro HE450B

La parte superiore della colonna si verifica come una mensola incastrata nella parte inferiore, dove inizia la baionetta, con un coefficiente di snellezza pari a 2 nel piano trasversale e pari a 1 nel piano longitudinale.

Si riportano i valori ai fini della verifica:

HE450B	
A	218,00 cm ²
I_{x2}	79890,00 cm ⁴
I_{y2}	11720,00 cm ⁴
i_x	19,10 cm
i_y	7,33 cm
N_2	454,00 kN

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 446 X Mid: 0,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Column
 Length: 5,500 Y Mid: 20,000 Shape: HE450B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,000 Z Mid: 12,250 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country-CEN Default Combination-Eq. 6.10 Reliability-Class 2
 Interaction-Method 2 (Annex B) MultiResponse-Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950
 Aeff=0,022 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,022 Iyy=7,989E-04 iyy=0,191 Wel,yy=0,004 Weff,yy=0,004
 It=4,480E-06 Izz=1,172E-04 izz=0,073 Wel,zz=7,813E-04 Weff,zz=7,813E-04
 Iw=5,267E-06 Iyz=0,000 h=0,450 Wpl,yy=0,004 Av,z=0,016
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,008

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	-225,745	-177,763	-15,667	-32,320	-2,849	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,194	= 0,033	+ 0,138	+ 0,022	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	-225,745	7739,000	7739,000	17198,971	17198,971	1,000
		Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
		7739,000	8004,960	17198,971	17198,971	1,000
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a 0,210	13684,410	0,752	0,841	0,822	6361,084
MajorB (y-y)	a 0,210	13684,410	0,752	0,841	0,822	6361,084
Minor (z-z)	b 0,340	32120,424	0,491	0,670	0,888	6874,124
MinorB (z-z)	b 0,340	32120,424	0,491	0,670	0,888	6874,124
Torsional TF	b 0,340	17198,971	0,671	0,805	0,800	6190,749

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Minor (z-z)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
		-177,763	-177,763	1413,610	1413,610	1413,610	1279,317
		-15,667	-15,667	425,290	425,290	425,290	
LTB	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Cl	Mcr
	a	0,210	0,559	0,694	0,905	1,880	4529,110
Factors	kyy	kyy	kzy	kzy	kzz	kzz	
	0,612	0,365	0,995	0,995	0,608	0,608	

SHEAR DESIGN

Major (z)	Minor (y)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
		32,320	1633,115	0,020	OK	0,000
		2,849	3326,079	0,001	OK	0,000
Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdaabarW			
	1633,115	1,200	0,404			

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 411 X Mid: 0,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Column
 Length: 4,500 Y Mid: 20,000 Shape: HE450B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 1,000 Z Mid: 7,250 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country-CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability-Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,022 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,022 Iyy=7,989E-04 iyy=0,191 Wel,yy=0,004 Weff,yy=0,004
 It=4,480E-06 Izz=1,172E-04 izz=0,073 Wel,zz=7,813E-04 Weff,zz=7,813E-04
 Iw=5,267E-06 Iyz=0,000 h=0,450 Wpl,yy=0,004 Av,z=0,016
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,008

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
1,000	-886,804	12,956	-1,797	-3,359	4,554	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,189	- 0,148	+ 0,017	+ 0,024	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Ncr, T	Ncr, TP	An/Ag	Nb, Rd
Axial	-886,804	7739,000	7739,000	24847,915	24847,915	1,000	
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TP	An/Ag		
	7739,000	8004,960	24847,915	24847,915	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0,210	413953,399	0,137	0,503	1,000	7739,000
MajorB(y-y)	a	0,210	413953,399	0,137	0,503	1,000	7739,000
Minor (z-z)	b	0,340	15181,919	0,714	0,842	0,776	6003,624
MinorB(z-z)	b	0,340	15181,919	0,714	0,842	0,776	6003,624
Torsional TP	b	0,340	24847,915	0,558	0,717	0,858	6636,568

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity	
Major (y-y)	12,956	22,290	1413,610	1413,610	1413,610	1283,781	
Minor (z-z)	-1,797	-15,460	425,290	425,290	425,290		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a	0,210	0,550	0,688	0,908	1,176	4681,411
	kyy	kyz	kzy	kzz			
Factors	0,868	0,396	0,982	0,659			

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	3,359	1633,115	0,002	OK	0,000
Minor (y)	4,554	3326,079	0,001	OK	0,000
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	1633,115	1,200	0,404		

Eurocoda 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 404 X Mid: 0,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Column
 Length: 5,000 Y Mid: 20,000 Shape: HE450B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,000 Z Mid: 2,500 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,022 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,022 Iyy=7,989E-04 iyy=0,191 Wel,yy=0,004 Weff,yy=0,004
 It=4,480E-06 Izz=1,172E-04 izz=0,073 Wel,zz=7,813E-04 Weff,zz=7,813E-04
 Iw=5,267E-06 Iyz=0,000 h=0,450 Wpl,yy=0,004 Av,x=0,016
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,008

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	-1445,588	-68,361	0,000	-29,993	-0,551	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,291	- 0,280	+ 0,005	+ 0,005	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag
	-1445,588	7739,000	7739,000	7739,000	8004,960	19002,512	19002,512	1,000
Major (y-y)	Curve a	Alpha 0,210	Ncr 413953,399	LambdaBar 0,137	Phi 0,503	Chi 1,000	Nb, Rd 7739,000	
MajorB (y-y)	a	0,210	413953,399	0,137	0,503	1,000	7739,000	
Minor (z-z)	b	0,340	9716,428	0,892	1,016	0,666	5154,378	
MinorB (z-z)	b	0,340	9716,428	0,892	1,016	0,666	5154,378	
Torsional TF	b	0,340	19002,512	0,638	0,778	0,817	6326,194	

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Med Moment	Med, span Moment	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity	
	-68,361	-8,375	1413,610	1413,610	1340,127	1339,260	
Minor (z-z)	0,000	2,757	425,290	425,290	425,290		
LTB	Curve a	AlphaLT 0,210	LambdaBarLT 0,420	PhiLT 0,611	ChiLT 0,947	CI 2,875	Mcr 8007,976
Factors	kyy 0,620	kzy 0,480	kzy 0,833	kzz 0,799			

SHEAR DESIGN

Major (z)	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
	29,993	1633,115	0,018	OK	0,000
Minor (y)	0,551	3326,079	0,000	OK	0,000
Reduction	Vpl, Rd 1633,115	Eta 1,200	LambdaBarW 0,404		

Verifica pilastro HE600B

Si riportano i dati necessari per la verifica per il profilo HE600B, mentre per il profilo HE400B si rimanda al paragrafo precedente.

HE600B	
A	270,00 cm ²
I_{x1}	171000,00 cm ⁴
I_{y1}	13530,00 cm ⁴
i_x	25,20 cm
i_y	7,08 cm
N_1	2387 kN

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 361 X Mid: 1,000 Combo: slt carrop princ Design Type: Column
 Length: 4,000 Y Mid: 20,000 Shape: HE600B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 2,000 Z Mid: 7,000 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,027 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,027 Iyy=0,002 iyy=0,252 Wel,yy=0,006 Weff,yy=0,006
 It=6,770E-06 Izz=1,353E-04 izz=0,071 Wel,zz=9,020E-04 Weff,zz=9,020E-04
 Iw=1,099E-05 Iyz=0,000 h=0,600 Wpl,yy=0,006 Av,z=0,019
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,011

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
2,000	-1699,705	31,122	-4,302	-22,276	-1,636	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,231	- 0,189	+ 0,033	+ 0,009	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	-1699,705	9585,000	9585,000	9585,000	9914,400	91319,628	91319,628	1,000		
				Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0,210	221510,934	0,208	0,522	0,998	9568,164			
MajorB (y-y)	a	0,210	221510,934	0,208	0,522	0,998	9568,164			
Minor (z-z)	b	0,340	70106,267	0,370	0,597	0,938	8989,806			
MinorB (z-z)	b	0,340	70106,267	0,370	0,597	0,938	8989,806			
Torsional TF	b	0,340	91319,628	0,324	0,574	0,955	9156,045			

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity	
Major (y-y)	31,122	75,675	2280,875	2280,875	2251,690	2252,493	
Minor (z-z)	-4,302	-4,302	493,805	493,805	493,805		
LTB	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
	a	0,210	0,256	0,539	0,988	1,662	34772,197
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0,530	0,616	0,970	1,026			

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	22,276	2271,973	0,010	OK	0,000
Minor (y)	1,636	3818,391	0,000	OK	0,000
Reduction	Wpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
	2271,973	1,200	0,496		

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 354 X Mid: 1,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Column
 Length: 5,000 Y Mid: 20,000 Shape: H2600B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,000 Z Mid: 2,500 Class: Class 2 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,00 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,027 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,027 Iyy=0,002 iyy=0,252 Wel,yy=0,006 Weff,yy=0,006
 It=5,770E-06 Ixz=1,353E-04 izx=0,071 Wel,zz=9,020E-04 Weff,zz=9,020E-04
 Iw=1,099E-05 Iyz=0,000 h=0,600 Wpl,yy=0,006 Av,z=0,019
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,011

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	-2387,158	0,000	-33,563	1,640	-31,862	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,288	- 0,266	+ 0,004	+ 0,019	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	-2387,158	9585,000	9585,000	91319,628	91319,628	1,000
		Np1,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
		9585,000	9914,400	91319,628	91319,628	1,000
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a 0,210	141766,998	0,260	0,540	0,987	9457,276
MajorB (y-y)	a 0,210	141766,998	0,260	0,540	0,987	9457,276
Minor (z-z)	b 0,340	70106,267	0,370	0,597	0,938	8989,806
MinorB (z-z)	b 0,340	70106,267	0,370	0,597	0,938	8989,806
Torsional TF	b 0,340	91319,628	0,324	0,574	0,955	9156,045

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Minor (z-z)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
		0,000	-8,202	2280,875	2280,875	2055,384	2239,287
		-33,563	-10,839	493,805	493,805	493,805	
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Cl	Mcr	
LTB	a 0,210	0,282	0,548	0,982	1,376	28772,388	
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0,609	0,517	0,970	0,862			

SHEAR DESIGN

Major (z)	Minor (y)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
		1,640	2271,973	0,001	OK	0,000
		31,862	3818,391	0,008	OK	0,000
Reduction	Vp1,Rd	Eta	LambdaBarW			
	2271,973	1,200	0,496			

Verifica della baionetta HE450B

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 446 X Mid: 0,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Column
 Length: 5,500 Y Mid: 20,000 Shape: HE450B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,000 Z Mid: 12,250 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,022 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,022 Iyy=7,989E-04 iyy=0,191 Wel,yy=0,004 Weff,yy=0,004
 It=4,480E-06 Izz=1,172E-04 izz=0,073 Wel,zz=7,813E-04 Weff,zz=7,813E-04
 Iw=5,267E-06 Iyz=0,000 h=0,450 Wpl,yy=0,004 Av,z=0,016
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,001 Av,y=0,008

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
0,000	-225,745	-177,763	-15,667	-32,320	-2,849	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,194	- 0,033	+ 0,138	+ 0,022	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag	
Axial	-225,745	7739,000	7739,000			1,000	
		Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag	
		7739,000	8004,960	17198,971	17198,971	1,000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd	
Major (y-y)	a	0,210	13684,410	0,752	0,841	0,822	6361,084
MajorB (y-y)	a	0,210	13684,410	0,752	0,841	0,822	6361,084
Minor (z-z)	b	0,340	32120,424	0,491	0,670	0,888	6874,124
MinorB (z-z)	b	0,340	32120,424	0,491	0,670	0,888	6874,124
Torsional TF	b	0,340	17198,971	0,671	0,805	0,800	6190,749

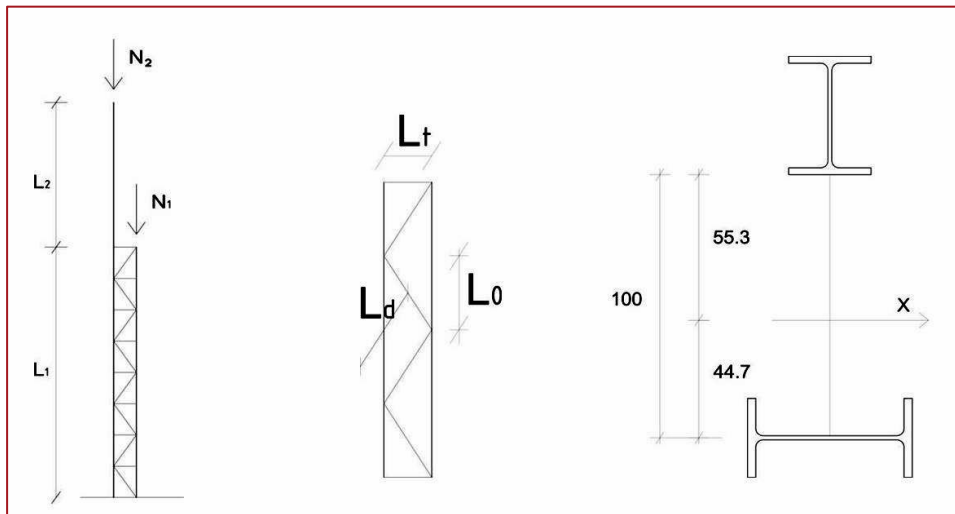
MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity	
Major (y-y)	-177,763	-177,763	1413,610	1413,610	1413,610	1279,317	
Minor (z-z)	-15,667	-15,667	425,290	425,290	425,290		
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr	
LTB	a	0,210	0,559	0,694	0,905	1,880	4529,110
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0,612	0,365	0,995	0,608			

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	32,320	1633,115	0,020	OK	0,000
Minor (y)	2,849	3326,079	0,001	OK	0,000
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	1633,115	1,200	0,404		

Verifica del fusto HE450B+HE600B



9. 10 Schema funzionale del pilastro a baionetta

Data la presenza di un carroponete con portata 100 tonnellate, si è pensato di scegliere come soluzione strutturale, delle aste a sezione variabile.

Facendo ricorso al metodo della snellezza equivalente, le aste a sezione variabile si calcolano assumendo un momento di inerzia costante, pari al momento di inerzia massimo e una lunghezza equivalente dell'asta, così che l'asta equivalente abbia lo stesso carico critico dell'asta reale.

per asta monolitica		
y_G	$(218 \cdot 100) / (218 + 270) = 44,67$	
I_x	$79890 + (218 \cdot (55,3^2)) + 13530 + (270 \cdot (44,7^2)) = 1299567,92 \text{ cm}^4$	$i_y \sqrt{(1299567/488)} = 51,605$
I_y	$11720 + 171000 = 182720,00 \text{ cm}^4$	$i_y \sqrt{(182720/488)} = 19,350$
ξ	$79890 / 1299567 = 0,0615$	
k	$5,5 / 15 = 0,367$	
η	$N_2 / (N_1 + N_2) = 0,160$	

Si procede determinando i parametri β η ξ :

scelta di β per interpolazione	
da tabella $\xi=0,06$ e $\eta=0,20$ con $K=0,40$ trovo $\beta=1,70$	
da tabella $\xi=0,06$ e $\eta=0,10$ con $K=0,40$ trovo $\beta=1,37$	
$1,7 - 1,37 = 0,33$	
$0,20 - 0,10 = 0,1$	
$0,33 / 0,1 = 3,3$	
$3,3 \cdot 6 = 19,8$	$\approx 0,2$
$1,37 + 0,2 = 1,57$	β
β scelto = 1,6	

$$\xi = \frac{I_2}{I_1} \quad \eta = \frac{N_2}{N_1 + N_2} \quad k = \frac{L_2}{L}$$

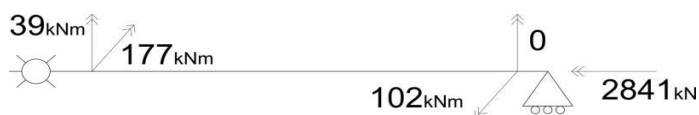
il calcolo della stabilità dell'asta può essere ricondotto a quello di una colonna a sezione costante, caricata in sommità da un carico di valore:

$$N_1 + N_2$$

e di snellezza:

$$\lambda = \beta \frac{L}{i_1}$$

dove con i_1 si intende il raggio d'inerzia del tronco inferiore della colonna.



calcolo della snellezza equivalente		
da tabella $\xi=0,06$ e $\eta=0,20$ con $K=0,30$ trovo $\beta=1,60$		
L^*_{long}	$0,5 \cdot 1,6 \cdot 15 = 12$	m
L^*_{trasm}	9,5	m
valuto snellezza come asta monolitica		
λ_{long}	$(2 \cdot 1200) / 51,6 =$	46,51
λ_{trasm}	$(950 \cdot 0,5) / 19,35 =$	24,55
valuto snellezza come asta tralicciata		
A	488	
A_d	$32,2 \cdot 2 = 64,4$	
L_d	1,41	m
L_0	1	m
L_t	1	m
$\lambda_{eq\ long}$	$\sqrt{(\lambda_{lon}^2 + ((10 \cdot A \cdot L_d^3) / (L_0 \cdot L_t^2 \cdot A_d)))} = 48,74$	
L	se $\beta_{max}=2$	$(49 \cdot 51,6) / \beta = 1264,2$ cm
β_{min}	$5 / 12,64 = 0,396$	
Riassumendo		
β_{max}	2	
β_{min}	0,39	
L	1264 cm	
A	488 cm ²	
I_{max}	1299568 cm ⁴	
I_{min}	182720 cm ⁴	

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 1 X Mid: 6,320 Combo: COMB1 Design Type: Beam
 Length: 12,640 Y Mid: 0,000 Shape: composta Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 12,640 Z Mid: 12,000 Class: Class 3 Rolled : No

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,048 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,048 Iyy=0,008 iyy=0,409 Wel,yy=0,012 Weff,yy=0,012
 It=9,688E-06 Izz=0,002 izz=0,194 Wel,zz=0,006 Weff,zz=0,006
 Iw=0,000 Iyz=0,000 h=1,150 Wpl,yy=0,017 Av,z=0,019
 E=210000000,0 Ey=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,007 Av,y=0,047

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
12,640	-2841,000	102,000	0,000	5,934	3,085	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.61	0,320	- 0,256	+ 0,052	+ 0,011	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial Force	Ned	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag
	-2841,000	16877,410	16877,410	16877,410	17457,422	3816,149	3816,149	1,000
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd		
Major (y-y)	c 0,490	25828,697	0,808	0,976	0,657	11086,914		
MajorB (y-y)	c 0,490	25828,697	0,808	0,976	0,657	11086,914		
Minor (z-z)	c 0,490	152146,443	0,333	0,588	0,932	15733,300		
MinorB (z-z)	c 0,490	152146,443	0,333	0,588	0,932	15733,300		
Torsional TF	c 0,490	3816,149	2,103	3,178	0,180	3035,719		

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Med Moment	Med, span Moment	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
	102,000	177,000	4317,304	4317,304	4317,304	4317,304
Minor (z-z)	0,000	39,000	2110,927	2110,927	2110,927	
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	d 0,760	0,564	0,797	0,735	1,246	13594,022
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz		
	0,934	0,622	0,995	0,622		

SHEAR DESIGN

Major (z)	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
	5,934	9694,291	0,001	OK	0,000
Minor (y)	3,085	3827,334	0,001	OK	0,000
Reduction	Vpl, Rd	Ets	LambdaBarW		
	9694,291	1,200	0,000		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

Major (V2)	VMajor Left	VMajor Right
	5,934	5,934

Verifica via di corsa_ Carroponte

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 2890 X Mid: 1,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Beam
 Length: 50,000 Y Mid: 25,000 Shape: HE800B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 20,000 Z Mid: 9,500 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country-CEN Default Combination-Eq. 6.10 Reliability-Class 2
 Interaction-Method 2 (Annex B) MultiResponse-Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLP=1,000 PLLP=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,033 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,033 Iyy=0,004 iyy=0,328 Wel,yy=0,009 Weff,yy=0,009
 It=9,590E-06 Izz=1,490E-04 izz=0,067 Wel,zz=9,933E-04 Weff,zz=9,933E-04
 Iw=2,191E-05 Iyz=0,000 h=0,800 Wpl,yy=0,010 Av,z=0,021
 E=210000000,0 fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,002 Av,y=0,016

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
20,000	-119,175	-1698,562	-3,514	868,357	-2,314	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,501	- 0,011	+ 0,483	+ 0,007	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	-119,175	11857,000	11857,000			1,000	
		Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
		11857,000	12264,480	108320,370	108320,370	1,000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	a	0,210	74427,675	0,399	0,601	0,953	11299,872
MajorB (y-y)	a	0,210	74427,675	0,399	0,601	0,953	11299,872
Minor (z-z)	b	0,340	77204,980	0,392	0,609	0,929	11018,451
MinorB (z-z)	b	0,340	77204,980	0,392	0,609	0,929	11018,451
Torsional TF	b	0,340	108320,370	0,331	0,577	0,953	11295,943

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Minor (z-z)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
		-1698,562	-1698,562	3631,650	3631,650	3631,650	3487,386
		-3,514	-8,696	551,315	551,315	551,315	
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr	
LTB	b	0,340	0,310	0,567	0,960	1,232	37690,371
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0,401	0,256	0,992	0,427			

SHEAR DESIGN

Major (z)	Minor (y)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
		868,357	3311,629	0,262	OK	0,000
		2,314	4212,937	0,001	OK	0,000
Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdabarW			
	3311,629	1,200	0,597			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

Major (V2)	VMajor Left	VMajor Right
	19,814	37,026

Eurocodas 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 2531 X Mid: 29,000 Combo: slu carrop princ Design Type: Beam
 Length: 50,000 Y Mid: 25,000 Shape: H2600B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 18,000 Z Mid: 9,500 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLF=1,000 PLLF=0,750 D/C Lim=0,950

Aeff=0,033 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=0,033 Iyy=0,004 iyy=0,328 Wel,yy=0,009 Weff,yy=0,009
 It=9,590E-06 Izz=1,490E-04 izz=0,067 Wel,zz=9,933E-04 Weff,zz=9,933E-04
 Iw=2,191E-05 Iyz=0,000 h=0,800 Wpl,yy=0,010 Av,z=0,021
 E=210000000,0 Fy=355000,000 fu=510000,000 Wpl,zz=0,002 Av,y=0,016

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
18,000	-55,698	-17,855	2,067	228,646	-11,484	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	N Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
6.3.3(4)-6.62	0,145	- 0,005	+ 0,138	+ 0,002	0,950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	-55,698	11857,000	11857,000		108320,370	1,000	
		Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
		11857,000	12264,480	108320,370	108320,370	1,000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	a	0,210	74427,675	0,399	0,601	0,953	11299,872
MajorB (y-y)	a	0,210	74427,675	0,399	0,601	0,953	11299,872
Minor (x-z)	b	0,340	77204,980	0,392	0,609	0,929	11018,451
MinorB (x-z)	b	0,340	77204,980	0,392	0,609	0,929	11018,451
Torsional TF	b	0,340	108320,370	0,331	0,577	0,953	11295,943

MOMENT DESIGN

Major (y-y)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity	
	-17,855	-483,653	3631,650	3631,650	3631,650	3484,840	
Minor (x-z)	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity	
	2,067	2,507	551,315	551,315	551,315	551,315	
Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Cl	Mcr	
LTB	b	0,340	0,312	0,568	0,960	1,217	37233,397
Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0,400	0,254	0,992	0,424			

SHEAR DESIGN

Major (z)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
	228,646	3311,629	0,069	OK	0,000
Minor (y)	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
	11,484	4212,937	0,003	OK	0,000
Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW		
	3311,629	1,200	0,597		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

Major (V2)	VMajor Left	VMajor Right
	10,441	21,167

Verifica della freccia		$U_1 < \frac{L}{1000}$	$U_3 < \frac{L}{1000}$
L	10 m	10000 mm	
L/1000		10 mm	
L/800		12,5 mm	
U ₁ longitudinale	0,0003 m	0,3 mm	VERIFICATO
U ₃ verticale	0,0113 m	11,3 mm	VERIFICATO

10. Approfondimenti

10.1 Le scaffalature metalliche

La scaffalatura metallica è costituita essenzialmente da aste verticali (angolari) e ripiani, opportunamente assemblati.

Le aste verticali sono in generale ricavate da nastri di acciaio profilati a freddo in linee automatiche; possono essere degli angolari, con sezione ad "L" a lati uguali o lati disuguali, oppure essere dei montanti, con sezione a "C" semichiusa; sui due lati presentano una fila di asole con passo di circa mm 50 per consentire l'inserimento dei bulloni dei ripiani.

I ripiani sono realizzati in lamiera di acciaio lucida, sono prodotti solitamente in linee automatiche con tre ordini di piega per ogni lato, onde conferire maggiore robustezza, la terza piega oltre ad irrobustire la struttura lo rende conforme alle norme di sicurezza. Tutti i ripiani sono saldati ai quattro angoli e rinforzati con un canotto a forma di omega saldato elettricamente per punti.

Tutti i materiali solitamente vengono verniciati con polveri epossidiche termoindurenti applicate con procedimento elettrostatico previo sgrassaggio, fosfatazione, lavaggio in acque demineralizzate e asciugatura. La polimerizzazione delle polveri avviene in forni continui alla temperatura costante di 180° C.

I ganci universali porta-piano sono realizzati in acciaio stampati ed elettroliticamente zincati. Le traversine di collegamento sono realizzate sempre in acciaio ed hanno lunghezza pari alla profondità dei ripiani; esse provvedono a collegare i montanti conferendo massima rigidità all'intera struttura. Sono munite di linguetta anti-sgancio.

Le basi sono realizzate in materiale plastico e sono sagomate in modo da permettere la perfetta sistemazione del montante ed una opportuna distribuzione del carico a pavimento. Le staffe a "T" sono stampate in acciaio e servono a controventare la struttura; grazie alla loro forma consentono un perfetto incastro tra montante e ripiano.

Classificazione

In genere le scaffalature metalliche possono essere classificate per tipologia di destinazione ovvero in:

- Magazzini autoportanti
- Scaffalature industriali
- Scaffalature leggere
- Magazzini automatici

Inoltre si può fare una distinzione in base all'utilizzo industriale:

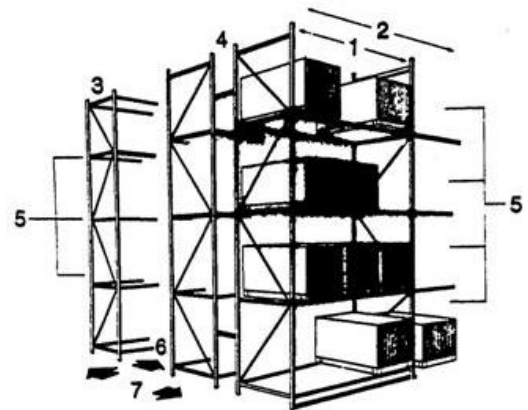
- Pallet racks (Scaffali portapallet)
- Drive-in
- *Drive through*
- *Push back*
- *Push through*
- *Cantilever*

Scaffale porta-pallet

Consiste in un insieme di spalle collegate da correnti orizzontali per permettere lo stoccaggio di pallet su livelli di carico spostabili verticalmente.

All'interno di un deposito vengono organizzati e classificati in base alla loro disposizione per cui si ha:

- 1) Campata
- 2) Blocco
- 3) Scaffale monofronte
- 4) Scaffale bifronte
- 5) Livelli di carico
- 6) Corridoio
- 7) Corridoio di servizio



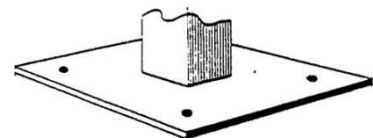
10. 1 Esempio di scaffale tipo

Sono composti da alcuni elementi base:

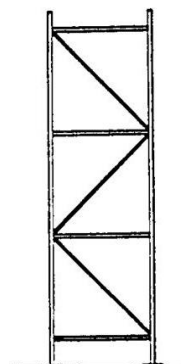
- 1) Spalla
- 2) piede
- 3) Spessori per piede
- 4) Trave o corrente



10. 2 Trave o corrente



10. 3 Piede o piastra di base/ spessori per piede



10. 4 Spalla

Quando si parla delle componenti dello scaffale porta-pallet si usa una terminologia standard e le più frequenti sono:

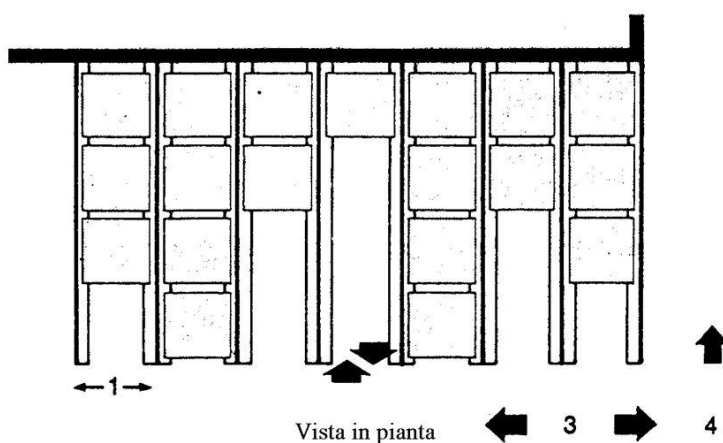
- 1) montante
- 2) tralicciatura della spalla
- 3) piastra di base
- 4) spessoramenti
- 5) tasselli
- 6) trave portapallet
- 7) connettore trave-montante
- 8) spina di sicurezza (locking pin)
- 9) distanziatori
- 10) controventi verticali
- 11) controventi di piano
- 12) rompitratta

Scaffale Drive-In

Il materiale immagazzinato entra ed esce dal tunnel dalla stessa via di accesso, per cui con questo sistema il primo pallet che entra sarà l'ultimo a uscire.

Anche in questo caso si usa una terminologia standard per definire il sistema:

- 1) campata
- 2) corridoio di accesso
- 3) corridoio di servizio



10.5 Vista in pianta dello scaffale Drive-in

Inoltre anche in questo caso si usa una terminologia standard per definire le componenti:

B1) spalla

B2) mensola

B3) collegamento superiore (collegamento ortogonale alle spalle tra la sommità dei montanti)

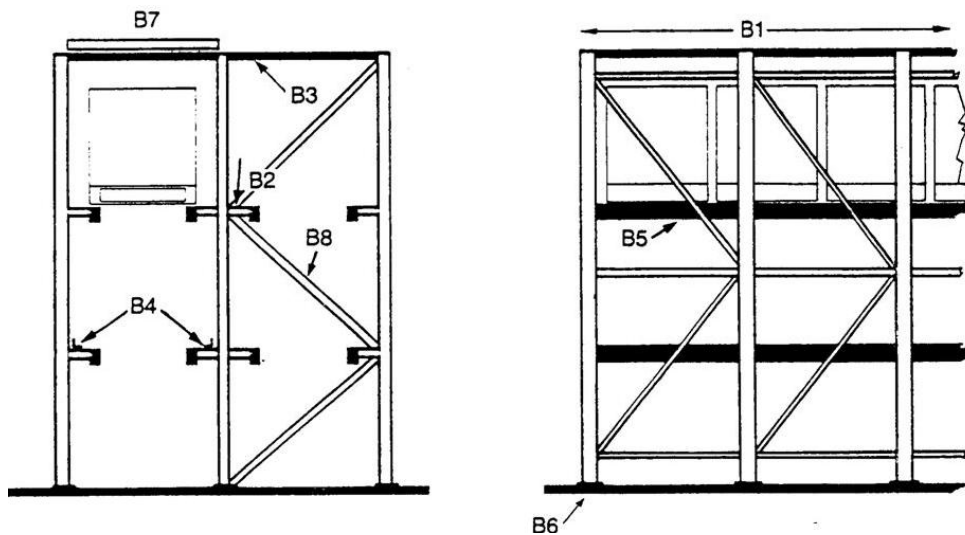
B4) guide laterali

B5) trave portapallet

B6) piastre di base e spessori

B7) controvento di piano (perpendicolare al corridoio)

B8) controvento verticale posteriore



10. 6 Vista frontale e vista laterale

Scaffale Drive-Trough

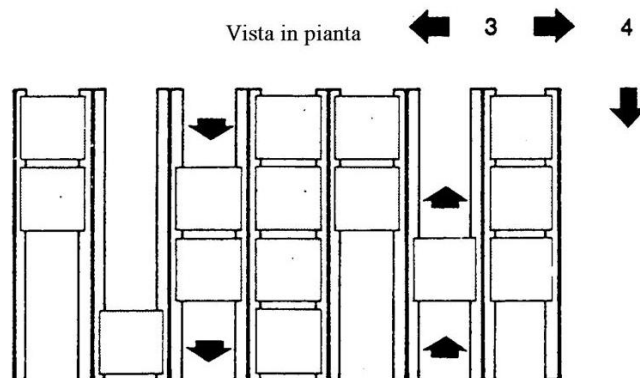
Il materiale immagazzinato invece con questo sistema, molto simile al precedente, entra nel tunnel e prosegue sempre nella stessa direzione fino ad uscirne dal lato opposto, dunque il primo pallet che entra sarà il primo a uscire.

Quindi si avrà:

1) campata

2) corridoio di accesso

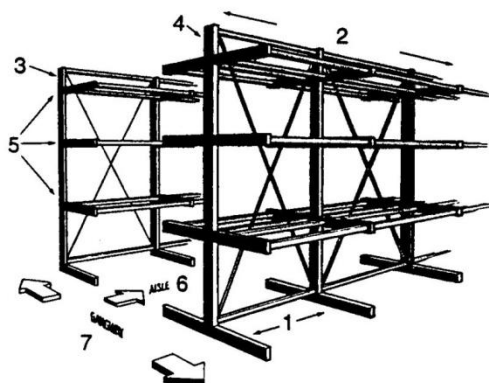
3) corridoio di servizio



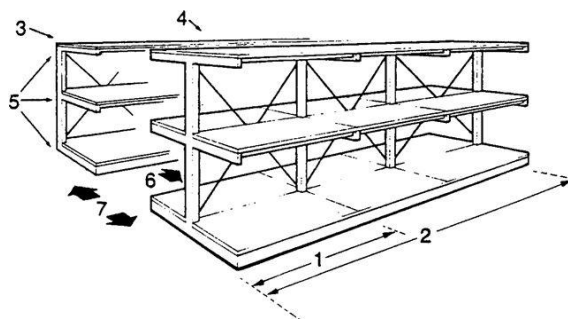
10. 7 Vista in pianta dello scaffale Drive-Trough

Cantilever

Consiste in un sistema con la struttura fissa o riconfigurabile che permette lo stoccaggio di carichi lunghi senza l'ingombro dei montanti frontali.



10. 8 Scaffalatura Cantilever



10. 9 Cantilever a piano continuo

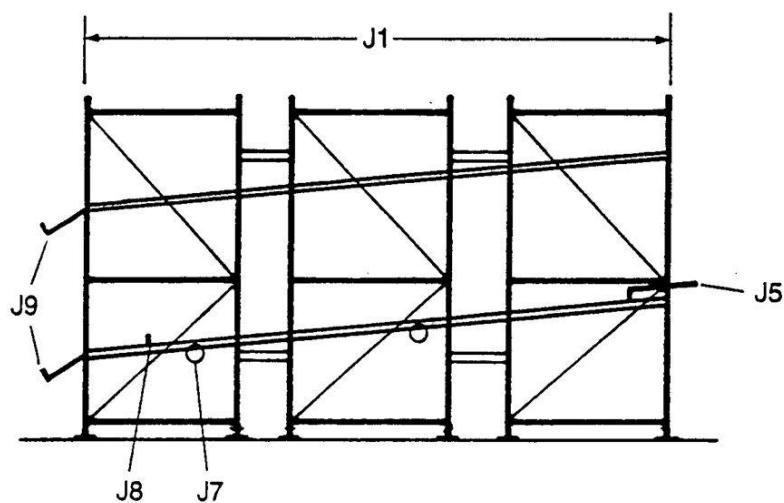
Magazzino dinamico

Si tratta di un sistema di immagazzinamento dinamico, che comprende un blocco di scaffali profondi, con un lato posteriore di carico ed uno frontale di prelievo.

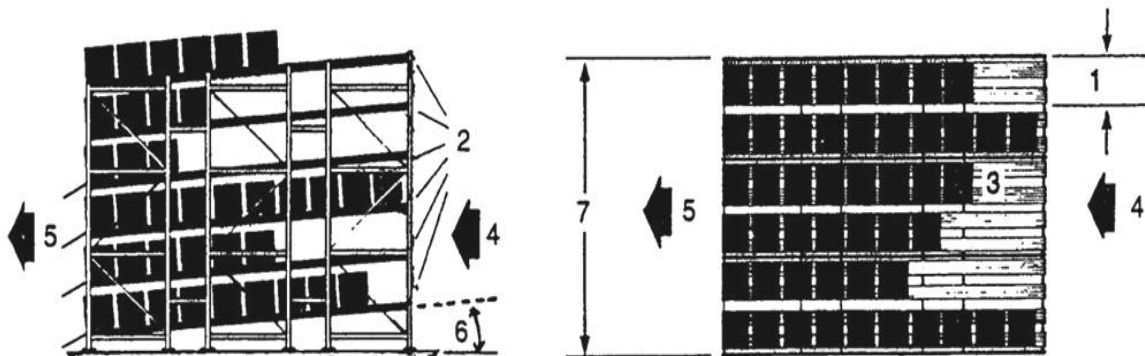
Le merci si muovono dal lato di carico a quello di prelievo per gravità, su una superficie o binari inclinati, o tramite convogliatori orizzontali motorizzati.

Solo due corridoi sono necessari per servire un blocco di scaffalatura di qualunque profondità.

Questo metodo di immagazzinamento assicura la logica di stoccaggio first-in-first-out.



10. 10 Magazzino dinamico



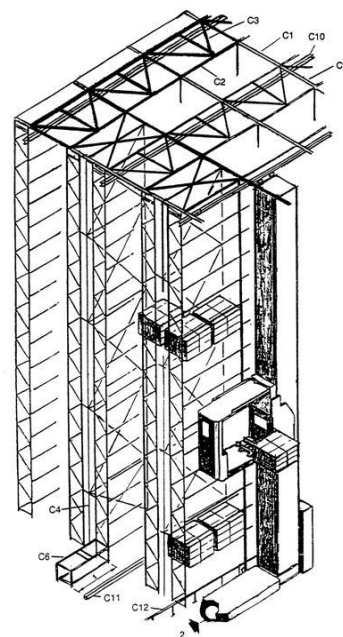
10. 11 Vista laterale e vista in pianta

Magazzino Automatico

Consiste in un sistema di spalle collegate con correnti orizzontali per immagazzinare pallet movimentati con trasloelevatori mobili su guide a terra o sospese su scaffali.

Si identificano chiaramente 2 elementi significativi:

- le stazioni di carico/scarico per i trasloelevatori;
- i corridoi dedicati per il movimento del trasloelevatore.



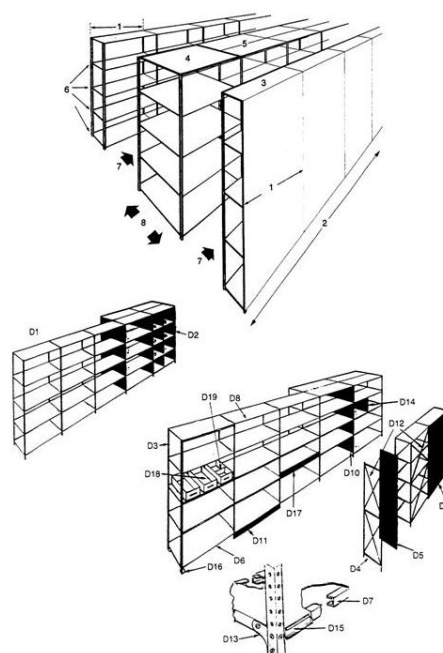
10. 12 Magazzino automatico

Scaffali leggeri

E' sistema di superfici portanti, chiamati ripiani, sostenute da montanti verticali.

Si possono distinguere in base alla tipologia di ripiani che portano, ovvero:

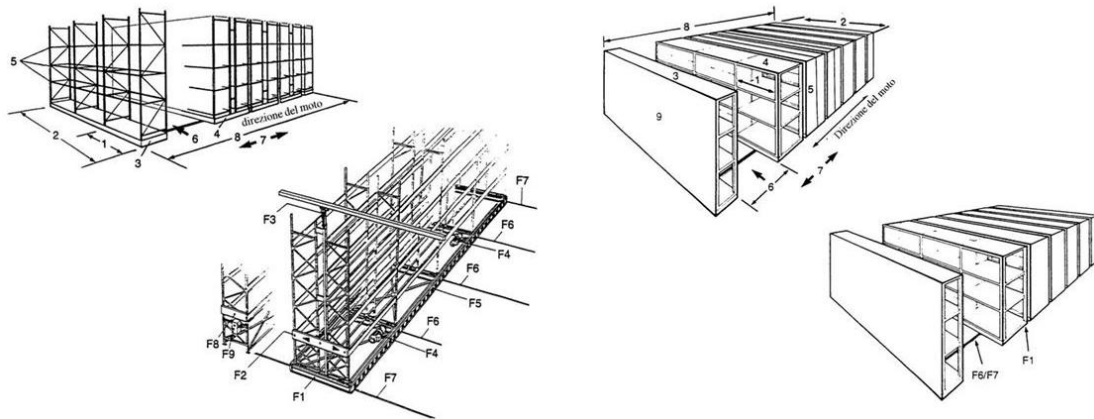
- 1) scaffali a ripiani fissi
- 2) scaffali a ripiani imbullonati
- 3) scaffali a ripiani spostabili (agganciati)



10. 13 Scaffali leggeri

Scaffali compattabili

Si tratta di un sistema di immagazzinamento dinamico in cui il prodotto si sposta secondo logiche di prelievo o di stoccaggio, con funzionamento a gravità o a motore.

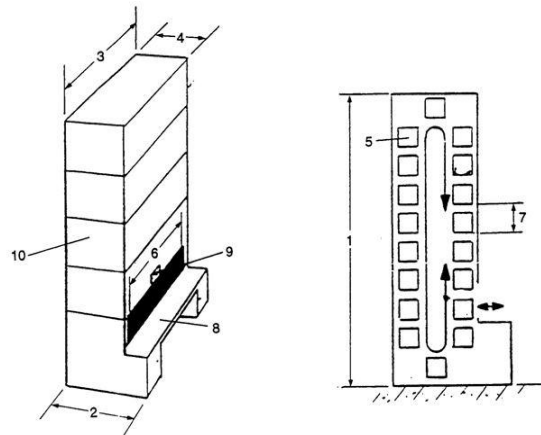


10. 14 Scaffalatura mobile e scaffalatura a piani mobile

Carosello Verticale

Consiste in sistemi motorizzati, utilizzati per immagazzinare prodotti su ripiani che si muovono verticalmente in modo da presentare la merce richiesta al punto di prelievo.

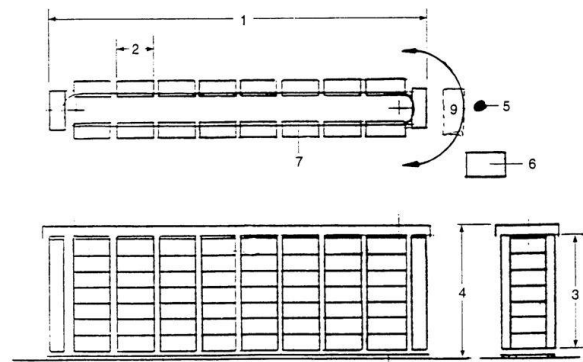
Normalmente vengono comandati da una tastiera elettronica. I ripiani, collegati insieme all'estremità, vengono fatti muovere da un motoriduttore verso l'alto o verso il basso, a seconda di quale sia la via più corta per raggiungere il punto di prelievo.



10. 15 Caroselli verticali

Carosello orizzontale

Vengono realizzati con campate di ripiani o armadi fissati singolarmente ad una catena di trasporto ad anello chiuso, comandata da un motoriduttore in modo da presentare automaticamente ogni campata, quando richiesta, alla stazione di prelievo compiendo il minimo percorso. Solitamente viene controllata con una tastiera elettronica.



10. 16 Caroselli orizzontali

10.2 Statica degli scaffali

Livelli di sicurezza

Per l'uso, l'installazione e la manutenzione delle scaffalature per magazzini purtroppo non esistono leggi specifiche, ma esistono norme FEM/ERF (European Racking Federation) e UNI che regolano il settore specifico.

Per quanto riguarda i criteri costruttivi i produttori fanno riferimento alle norme che regolano le costruzioni in acciaio; esiste però un'associazione italiana, l'ACAI-CISI, che ha auto-regolamentato il settore inserendo limiti precisi da rispettare al fine di dare dei livelli minimi di sicurezza che altrimenti non sarebbero garantiti in alcun modo. Questi ultimi però sono obbligatori solo per le aziende che fanno parte dell'associazione.

Per quanto riguarda l'installazione, l'uso e la manutenzione, la norma di riferimento deve essere il **D. Lgs 81/2008**, che vincola tutto ciò che succede nei luoghi di lavoro. In particolare l'art. 71 che riguarda le attrezzature, parla di obbligo di collaudo iniziale con rilascio di idonea documentazione da parte di chi effettua il montaggio e parla di obbligo di manutenzione periodica che deve essere fatta da parte di persona competente. Per quest'ultimo punto si dovrà fare riferimento alla norma **UNI 15635 del 2009** che detta precise procedure di ispezione periodica e spiega quali comportamenti errati sono da evitare.

Quando si pensa alle verifiche statiche da fare alle scaffalature metalliche, bisogna fare una distinzione tra 2 condizioni dove si considerano elementi differenti:

1) Condizioni di normale utilizzo:

- PESO DEL PALLET
- AZIONI DOVUTE ALLA MOVIMENTAZIONE

2) Condizioni eccezionali:

- SISMA
- ATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO ANTINCENDIO

Dunque alle diverse condizioni di carico sono legati diversi livelli di sicurezza e allo stato limite ultimo di collasso il pallet non è considerato come carico eccezionale.

Definizione dei carichi

Quando si procede all'analisi dei carichi si procede facendo una valutazione differente rispetto alle usuali analisi dei carichi tipiche delle costruzioni edili o civili, infatti si procede definendo:

1) carichi verticali_ gravità

- Peso proprio dello scaffale;
- Peso di progetto dei pallet;

2) carichi verticali eccezionali

- Peso del pallet bagnato dall'acqua dell'impianto antincendio;

3) carichi prodotti dall'utilizzo dello scaffale

- Azione verticale dovuta al posizionamento del pallet;
- Verifica della trave porta-pallet e delle connessioni (statica locale);
- Azione orizzontale dovuta al posizionamento del pallet;
- Verifica di stabilità globale dello scaffale (statica globale);

4) carichi prodotti dagli urti

- Azione orizzontale locale alla base del montante;
- Verifica locale del montante o del dispositivo di protezione passiva;

5) Imperfezioni

- Imperfezioni di costruzione;

Se ne tiene conto nel calcolo:

Introducendo un'imperfezione convenzionale nella modellazione degli elementi strutturali o, in alternativa, utilizzando appropriati coefficienti in sede di verifica di stabilità.

- Imperfezioni di montaggio;

Se ne tiene conto nel calcolo:

Introducendo un sistema convenzionale di azioni orizzontali che simula l'effetto delle imperfezioni o, in alternativa, eseguendo l'analisi dello scaffale partendo da una configurazione iniziale convenzionale "deformata".

6) Altre azioni orizzontali

- Vento
- Sisma

- Spinta dei traslo-elevatori

Va fatta una riflessione, gli scaffali essendo strutture snelle, progettate per assorbire principalmente carichi verticali, hanno una scarsa attitudine a resistere ad azioni orizzontali rilevanti.

Le problematiche dei profili sottili

Quando si parla di profili sottili, ovvero elementi laminati a freddo il cui spessore è solitamente compreso tra 0,5 e 3,0 mm, ci si trova di fronte ad alcune problematiche strutturali:

- Instabilità globale degli elementi snelli
- Instabilità locale per imbozzamento
- Instabilità “distorsionale” (per perdita di forma della sezione)
- Incrudimento del materiale sulle pieghe
- Strizione del materiale sulle pieghe
- Forature continue

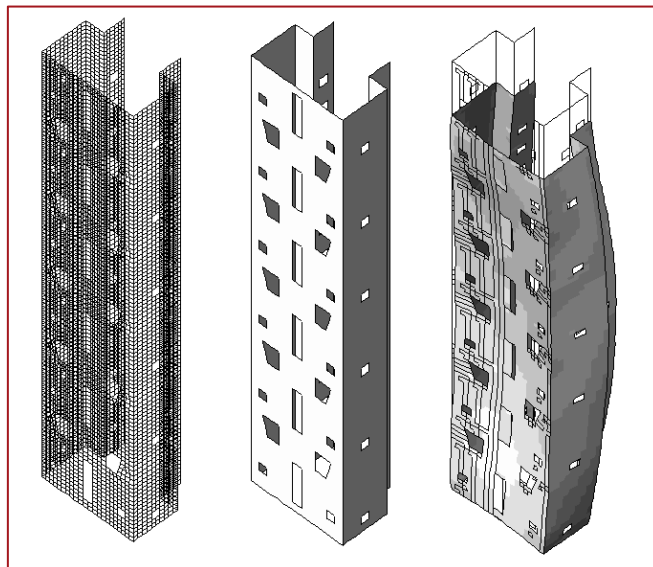
Le tensioni residue in questi tipi di profilati sono causate dal processo di produzione. È evidente che durante la formatura a freddo, le fibre superficiali tendono ad allungarsi mentre quelle interne rimangono indeformate. A queste possono aggiungersi tensioni di tipo flessionale (cioè con andamento variabile lungo lo spessore in maniera lineare intrecciata) dovute alla piegatura. La variazione delle caratteristiche meccaniche lungo la sezione è dovuta all'incrudimento per piegatura del materiale. L'operazione di piegatura produce un innalzamento del limite elastico del materiale tanto maggiore quanto più piccolo è il raggio di curvatura della piega. All'aumento della resistenza si accompagna però una diminuzione della resilienza che rende il profilo fragile. L'uso di sezioni molto piccole rende le aste compresse e le strutture dotate di elementi compressi particolarmente sensibili al problema dell'instabilità (dell'asta o dell'intera struttura). Nelle strutture in acciaio è quindi essenziale la verifica di stabilità delle aste compresse ed è spesso importante tenere conto degli effetti del secondo ordine nell'analisi strutturale, problemi entrambi usualmente trascurati nel caso di strutture in cemento armato¹⁰².

L'analisi dell'asta o della struttura ai fini dell'instabilità deve sempre essere effettuata tenendo conto della reale tridimensionalità della struttura, perché l'instabilizzazione può avvenire al di fuori del piano stesso¹⁰³.

¹⁰² Da Ghersi A., appunti Laboratorio di Costruzioni II, modulo di Tecnica delle costruzioni

¹⁰³ Da Ballio, Mazzolani. Strutture in acciaio

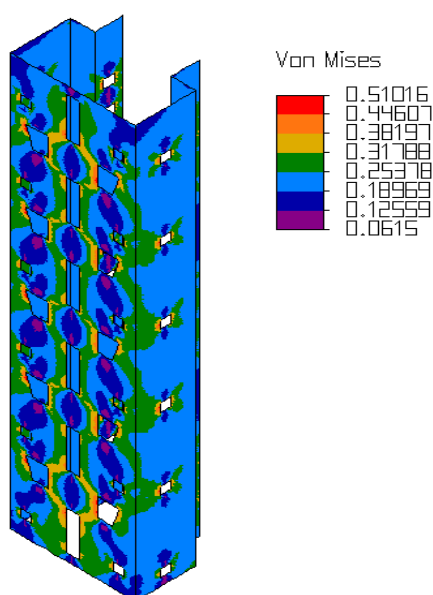
Per capire il comportamento di un profilo sottile sono stati realizzati diversi studi sperimentali in laboratorio, tra cui sono state effettuate delle simulazioni numeriche di una prova di compressione su un elemento tozzo di montante ed è stato possibile realizzare una mappa dello stato tensionale nel profilo.



10. 17 Profilo sottile sollecitato a compressione

Dalla modellazione numerica, si possono evidenziare le seguenti situazioni:

- zone maggiormente sollecitate sugli spigoli (verde);
- picchi locali di sollecitazione (giallo, arancione, rosso) nell'intorno dei fori (discontinuità geometriche);
- zone in cui lo stato tensionale è ridotto (bande blu e viola) in corrispondenza degli allineamenti dei fori;



10. 18 Mappa dello stato tensionale del profilo sollecitato

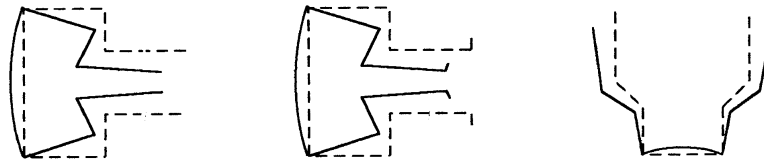
Dunque i profili sottili si possono suddividere in 2 categorie:

- *Profili non sensibili*, dove l'instabilità distorsionale è controllata da irrigidimenti di estremità efficaci;



10. 19 Profili con irrigidimenti efficaci

- *Profili sensibili*, dove l'instabilità distorsionale non è controllata da irrigidimenti efficaci.



10. 20 con irrigidimenti non efficaci

Prove sperimentali

Alcuni parametri progettuali sono stati ricavati mediante prove sperimentali.

I principali standard (FEM/ERF - RMI) definiscono modalità normalizzate per:

- l'esecuzione delle prove
- l'interpretazione statistica dei risultati
- la derivazione dei parametri di progetto

La sperimentazione può essere effettuata all'interno di un'azienda, ma è necessaria una certificazione dei risultati in un laboratorio certificato o qualificato presso cui eseguire la sperimentazione (es. Laboratorio universitario)

L'evidenza della sperimentazione è data dal certificato e dal rapporto di prova.

Stub column compression test

Questa prova viene fatta su tronchi di profilato di opportune dimensioni ed è utile per valutare il comportamento globale dei profilati.

Si lavora sulle proprietà efficaci della sezione del profilo sottile, tenendo conto di:

- instabilità locale

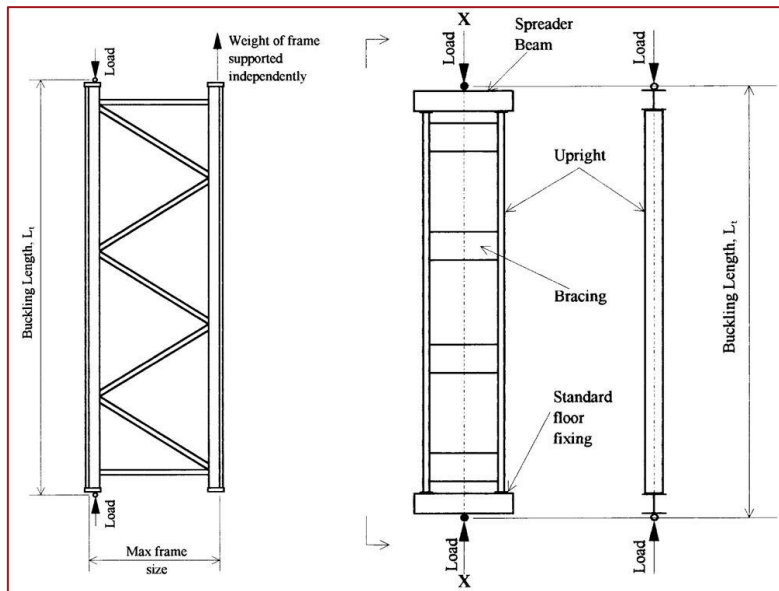
- forature continue
- strizione ed incrudimento sulle pieghe

Questo tipo di prove viene eseguito principalmente sui montanti.

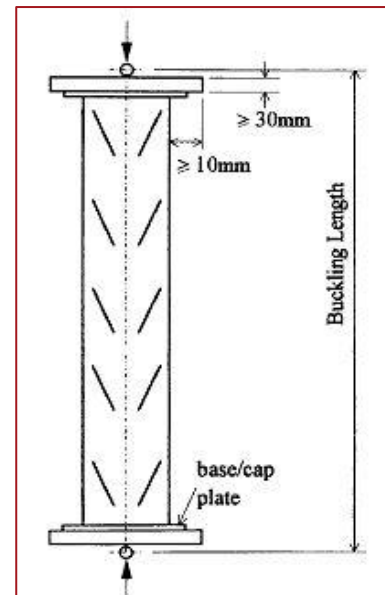
Compression test on uprights (Prova compressione sui montanti)

Prova che serve per determinare la capacità portante del montante nel campo di snellezze significative tenendo conto dei diversi contributi della spalla:

- instabilità nel piano della spalla
- instabilità flessio-torsionale



10.22 Compression test on uprights



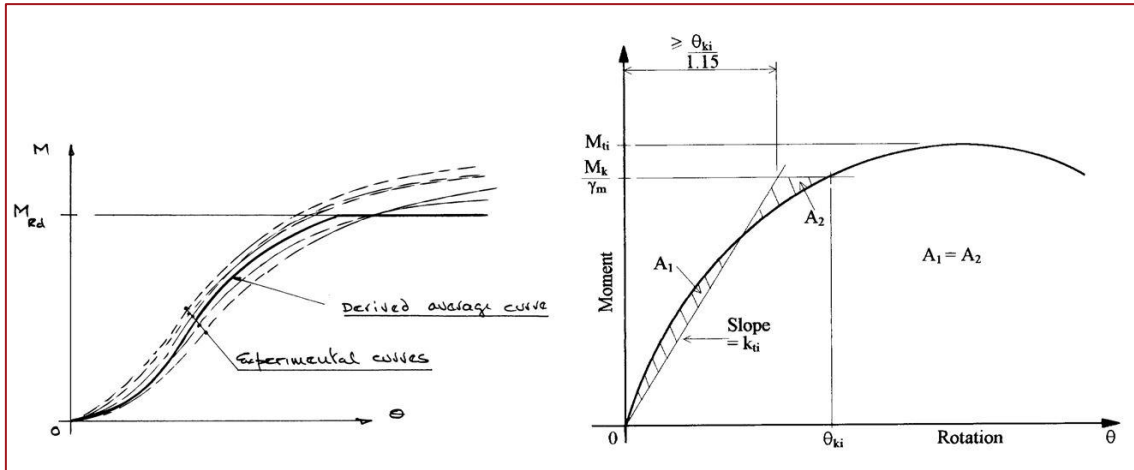
10.21 Stub column compression test

Connettore trave-montante

La rigidità e la resistenza della connessione “semirigida” trave-montante dipende da:

- tipo di montante
- tipo di trave
- tipo di connettore
- materiali

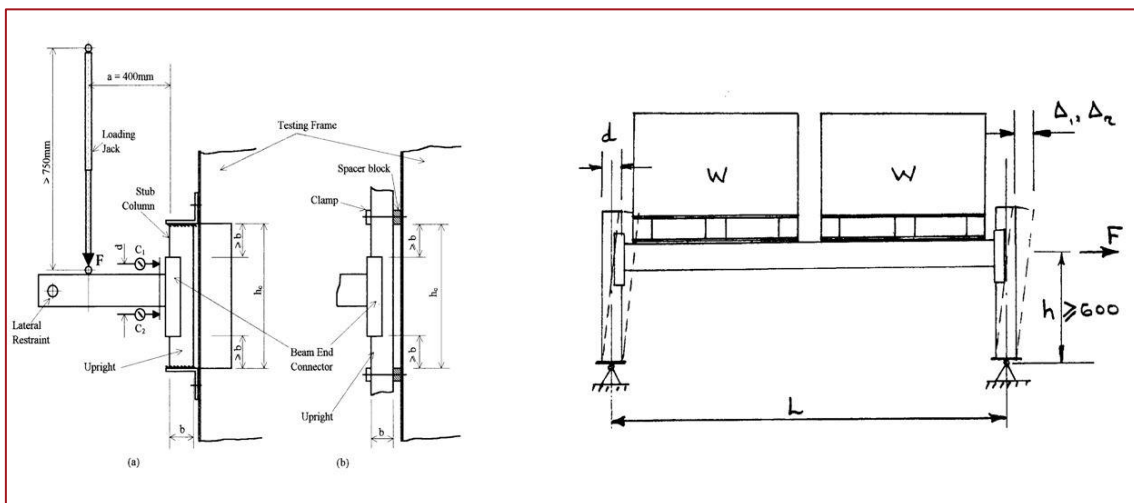
Dall'elaborazione dei risultati si ottengono le curve di calcolo momento-rotazione del nodo.



10. 23 Curve di calcolo del momento rotazionale del connettore trave-montante

Esistono due tipi di prova per determinarli:

- bending test (effettuato su un singolo nodo trave montante)
- portal test (effettuato su una sottostruttura)



10. 24 Bending test e portal test

Loosness test

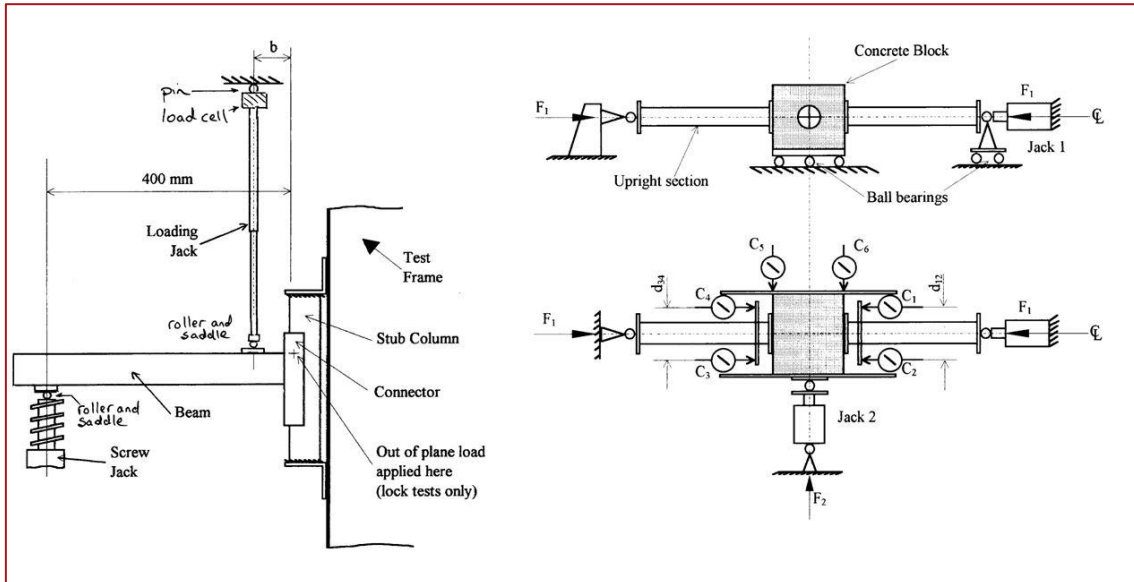
Serve per valutare la rotazione a vuoto del connettore, che è un parametro per la determinazione dell'imperfezione iniziale.

Prova di taglio sul connettore trave-montante

Questa prova viene eseguita per determinare la capacità portante a taglio del connettore e del dispositivo di bloccaggio.

Collegamento a terra del montante

Per studiare il collegamento a terra del montante bisogna determinare il momento-rotazione alla base del montante. Per questo vengono fatti diversi test per i diversi valori dell'azione assiale nel montante.

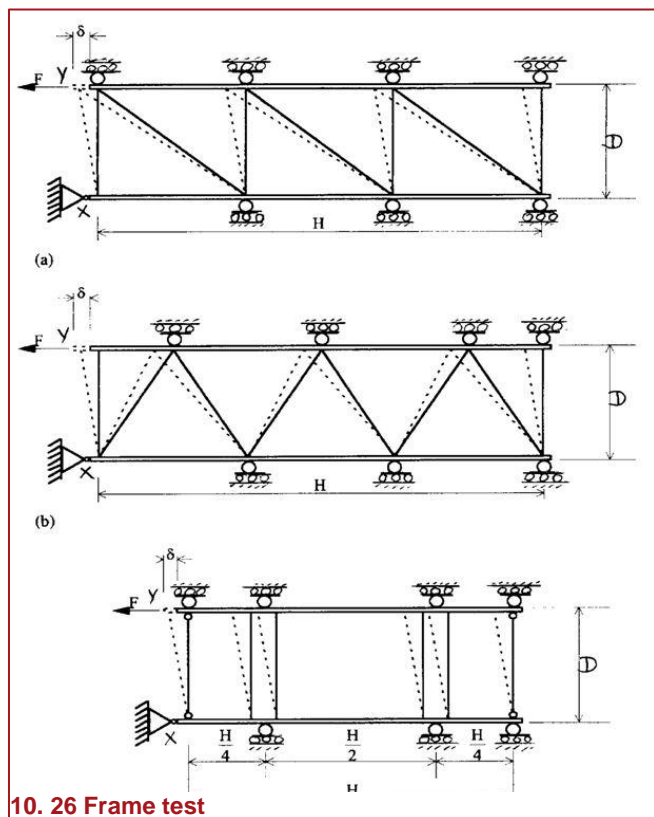


10. 25 Prova di taglio sul connettore trave-montante e test sul collegamento a terra

Rigidezza della spalla (frame test)

Bisogna determinare la rigidezza e la resistenza a taglio della spalla tramite una serie di prove sperimentali. La prova di flessione sul montante serve per determinare la resistenza a flessione del montante intorno agli assi principali.

Inoltre vengono eseguite delle prove di flessione sulla trave porta-pallet per la determinazione della resistenza a flessione della trave e questo tipo di test è rilevante per elementi con un solo asse di simmetria, quindi suscettibili ad instabilità flessor-torsionale. Vengono inoltre eseguite prove sui collegamenti dei montanti, prove sugli scaffali leggeri e prove "full scale".



10. 26 Frame test

Prove sperimentali per la caratterizzazione delle proprietà dell'acciaio

Le prove di laboratorio che più frequentemente si effettuano sugli acciai da carpenteria metallica sono:

- prova di trazione;
- prova di resilienza;
- prova di piegamento.

Vengono talvolta effettuate anche le seguenti prove:

- prova a compressione globale;
- prova di durezza;
- prova di fatica.

La prova di trazione

È la più importante prova convenzionale meccanica, si esegue per determinare:

- la tensione di snervamento
- la tensione di rottura
- l'allungamento a rottura

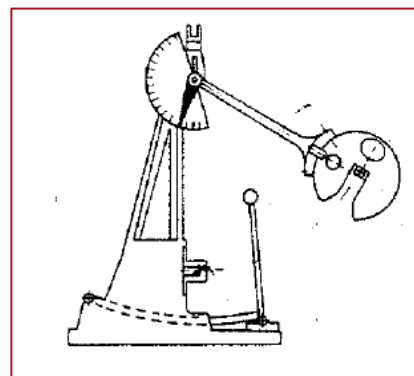
La prova si esegue su di un provino sagomato secondo la norma **UNI 556** ottenendo il diagramma tensione deformazione σ - ϵ .

La norma **UNI EN 10002/1 del gennaio 1992** Indica che la prova a temperatura ambiente consiste nel sottoporre una provetta ad uno sforzo di trazione generalmente fino a rottura. I parametri che individuano le caratteristiche meccaniche di resistenza, di deformabilità e di elasticità di un materiale metallico sottoposto a sollecitazioni di trazione statica si interpretano osservando il diagramma delle deformazioni che per gli acciai ricotti è caratterizzato dalla netta separazione delle varie fasi.

Prova di resilienza

La prova di resilienza mette in evidenza la resistenza alla rottura fragile (resilienza) degli acciai.

Si effettua col pendolo di Charpy, operando su un provino predisposto con intagli standardizzati.



10. 27 Prova di resilienza

Prova di piegamento

Consiste nel sottoporre il provino ad una deformazione plastica per flessione, piegandolo ad un angolo pari a 90° o più frequentemente 180°. Essa consente di accertare l'attitudine del materiale a sopportare grandi deformazioni a freddo senza rompersi.

La prova di piegamento fornisce inoltre, come anche quella di allungamento a rottura, indicazioni sulla duttilità del materiale.

Le **UNI 564** e **5468** danno indicazioni su come effettuare la prova rispettivamente per i profili a sezione aperta e cava.

Prova di compressione globale (stub column test)

Questa prova viene fatta su tronchi di profilato di opportune dimensioni ed è utile per valutare il comportamento globale dei profilati.

Prova di durezza

Consiste nella misura del diametro dell'impronta di penetrazione lasciata sul provino da una sfera di acciaio sottoposta ad un carico F per un determinato intervallo di tempo.

La prova viene effettuata con apparecchi diversi (Brinell, Vickers, Rockwell) che si differenziano tra di loro per la forma del penetratore.

Prova a fatica

Mette in evidenza la riduzione, rispetto al valore originario, della resistenza meccanica a seguito di cicli di sollecitazioni di intensità oscillante nel tempo.

La prova consiste nel far ruotare il provino attorno al proprio asse con un carico verticale appeso all'estremità. La conseguente sollecitazione momento flettente M da luogo, nella sezione di indagine, a valori di tensione che variano con legge sinusoidale nel tempo t .

Il diagramma in scala semilogaritmica f - n (dove n è il numero di cicli di carico) mostra che vi è un valore limite di resistenza al di sotto del quale il materiale non risente più dei cicli di carico.

Per il materiale tecnico, le informazioni e le immagini fornite, si ringrazia l'Ing. Stefano Sesana che ha reso possibile la realizzazione di questo approfondimento.

Bibliografia

- AA.VV., (2011) *“La fiera di Milano, lavoro e società nei manifesti storici 1020,1990”*, ed Silvana Editoriale d'arte, pp. 29-51
- AA.VV., (1995) *“Enciclopedia italiana Treccani, Storia di Milano”*, Milano, ed. Ricordi, cap. XVI, pp. 145-156
- AA.VV., (1995) *“Enciclopedia italiana Treccani, Storia di Milano”*, Milano, ed. Ricordi, cap. XVIII, pp. 16-27 100-112
- AA.VV., (1995) *“Enciclopedia italiana Treccani, Storia di Milano”*, Milano, ed. Ricordi cap. XV, pp. 426-427
- AA.VV., *Il nuovo ospedale Militare di Milano*, dalla rivista “L’Ospedale Maggiore”, n.2, febbraio 1937
- Arestizàbal, I., *“La museologia applicata ad un museo d’arte moderna”*, in Arestizàbal I., Piva A. (1991), (a cura di) *“Musei in trasformazione. Prospettive della museologia e della museografia”*, Milano, Mazzotta, p.13
- Avorio, A. (1999), *“Il marketing dei musei”*, Roma, SEAM,;
- Ballio, G., Mazzolani, F.M. (1979), *“Strutture in acciaio”*, Hoepli
- Benevolo. L. (1995), *“Metamorfosi della città”*, Libri Scheiwiller, Milano
- Berto, A. (2009), *“La progettazione degli spazi all’aperto per i bambini”*, Sistemi Editoriali, Cernia
- Boatti, A., (2007), *“Urbanistica a Milano, Sviluppo urbano, pianificazione ed ambiente tra passato e futuro”*, ed DeAgostini, pp.29-44
- Calvini Angela (2008), *L’ospedale Militare di Baggio*, in *I palazzi dell’esercito a Milano*, Milano, ed. Mursia, pp.36-49
- Candela, G. & Scorcu, A. (2004), *Economia delle arti*, Zanichelli
- Carmignani, M., Cavazzoni F. & Però N. (2012), *“Un patrimonio invisibile e inaccessibile, Idee per dare valore ai depositi dei musei statali”*, n. 111, Istituto Bruno Leoni.
- Carmona, M., Heath, T., Oc, T., Tiesdell, S., (2003), *“Public Places. Urban Spaces. The dimensions of Urban Design”*, Architectural Press, Oxford
- Castellaneta, C., (1992), *“Storia di Milano”*, Rizzoli, Milano
- Cerami G.(1996), *“Il giardino e la città, il progetto del parco urbano in Europa”*, Laterza, Roma

Comune di Milano, “*Report presentazione nuovo PGT*”, 17/11/2009

De Finetti, G., (1969), “*Milano, costruzione di una città*”, ed. Etas Kompass, cap. 3, p.65,129,182, pp.202-207 249-257 588-604

Della Volpe, L. (2009), “*Tesori invisibili: Viaggio attraverso i depositi dei più grandi musei d'Italia*”, Gangemi Editore, p. 19

E.Ronchi, A.Barbarella, N. Caminiti, T. Federico, (2013), “*L'Italia ha centrato l'obiettivo del protocollo di Kyoto*”, in “*Dossier Kyoto 2013: prima stima delle emissioni nazionali di gas serra 2008-2012*”, Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Elaborati del Gruppo di lavoro D.M. 25.7.2000, “*Atto di indirizzo sui criteri tecnico scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei, D. Lgs. n.112/98 art. 150 comma 6*”, pp. 41 e 181

Ercole, E. (1993), “*I consumi culturali: dal “pubblico” agli stili di consumo multimediale*”, in Livolsi M. (a cura di), “*L'Italia che cambia*”, Firenze, La nuova Italia

Frey, B. S.& Pommerehne, W. W. (2003), “*Muse e mercati : indagine sull'economia dell'arte*”, Trad. di Benati L., Bologna, Ed. Il mulino, pp. 38-42

Gherzi, A. (1998), “*Appunti Laboratorio di Costruzioni II*”, modulo di Tecnica delle costruzioni

Graminia, G. & Mazza, S. (2001), “*Milano, dal Cordusio alla Bicocca (un secolo di architettura milanese)*”, Milano, Ed. Hoepli

Grandi, M. & Pracchi, A. (2008), “*Guida all'architettura moderna*”, cap.9, Milano, Ed. Libraccio, pp 196-198

Humphrey, A. (2005), “*SWOT Analysis for Management Consulting*”.

Kotler, N. & Kotler, P. (1999), “*Marketing dei musei*”, Torino, Edizioni di Comunità, p. 4

Imperadori, M. (2008), “*La progettazione con tecnologia stratificata a secco*”, Il sole 24 ore, Milano

Latuada, S. (1737), “*Descrizione di Milano ornata con molti disegni in rame delle fabbriche più cospicue, che si trovano in questa metropoli, raccolta ed ordinata da Serviliano Latuada sacerdote milanese*”, tomo IV, pp. 338-355

Leoni, G. & Maffei, S. (1998), “*Casa Popolare Storia istituzionale e storia quotidiana dello IACP 1907-1997*”, Electa, Milano

Lynch, K. (1985), “*L'immagine della città*”, a cura di Ceccarelli P., traduzione Guarda G. C., Venezia, Marsilio Editori, pp. 37-47 133-165

Lynch, K. (1990), *“Progettare la città. La qualità della forma urbana.”* Etaslibri, Milano

Lynch, K. (1981), *“ A Theory of Good City Form”*, MIT Press, Cambridge, Mass

Marotta, A. (2010), *“Atlante dei musei contemporanei”*, Skira, Milano

Morandi, C. (2005), *“Milano la grande trasformazione urbana”*, Venezia, Marsilio Editori

Nidasio, G., *“Musei virtuali e musei online: nuove pratiche di turismo culturale”*, Tesi di laurea, Università degli studi Milano-Bicocca, Facoltà di sociologia, Anno Accademico 2009-2010

Palazzo, D., (2008) *“Urban design. Un processo per la progettazione urbana”*, Mondadori Università, Roma

Reggimento Artiglieria a Cavallo, (1981), *“Caricat! Voloire. 150 anni di Artiglieria a Cavallo”*, Cavallotti Editori, Milano

Reggiori, F. & Ferrari, V. (1954), *“Il monastero olivetano di San Vittore al Corpo in Milano e la sua rinascita quale sede del Museo nazionale della scienza e della tecnica “Leonardo da Vinci” ”*, Milano, Silvana Edizioni d'Arte

Scazzosi, L., & Zerbi, M.C.(2005), *“Paesaggi straordinari e paesaggi ordinari: approcci della geografia e dell’architettura”*, Guerini Scientifica, Milano

Solima, L. (2000), *“Il pubblico dei musei. Indagine sulla comunicazione nei musei statali italiani”*, Roma, Gangemi Editore;

Toricelli, A. & Rampi, M. T., (1989), *“Milano: Castello, Quartiere delle Milizie, città militare nella trasformazione del centro e nella costruzione della periferia”*, Estratto da *Deputazione di Storia Patria per l’Umbria*, Perugia

Urban Task Force (1999), *“Towards Urban Renaissance”*, Departement of environment, transport and regions, London

Venturi R.,(1966), *“Complexity and Contradiction in Architecture”*, Museum of Modern Art, New York;

Venturi, R., Scott Brown, D., Izenour, S. (1972), *“Learning from Las Vegas”*, Cambridge;

Vialardi di Sandigliano, T. & Vitale, T. (2010) *“Batterie a cavallo”*, L’artistica editrice

Vinegar, A. (2008), *“I am a monument – on Learning from Las Vegas”* , The MIT Press

Zevi, B. (2001), *“Storia dell’architettura moderna”*, Edizioni di Comunità.

Normativa

2002/91/CE, Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo del 16 dicembre 2002,, denominata EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*), Gazzetta ufficiale delle Comunità europea 04/01/2003, sostituita dalla **2010/31/UE**, Direttiva del parlamento europeo e del consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione) Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 18/06/2010

D. Lgs. 311/06 Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia", Supplemento Ordinario n. 26/L Gazzetta Ufficiale n. 26 del 01/02/2007

D. Lgs. n.112/98, Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 art. 150 comma 6, "*Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59*", Gazzetta Ufficiale n. 92 del 21/04/1998 - Supplemento Ordinario n. 77, (Rettifica G.U. n. 116 del 21/05/1997)

D.L. n. 112 Decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112 art. 30, "Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione Tributaria", Suppl. Ordinario n.152/L, Gazzetta Ufficiale n. 147 del 25/06/2008.

D.L. n. 192/05 Decreto legislativo del 19 agosto 2005, n.192, "attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia", Supplemento Ordinario n. 158 Gazzetta Ufficiale n.222 del23/09/2005

D.M. 26/07/2009 Decreto ministeriale del 26 giugno 2009, "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", Gazzetta Ufficiale n. 158 10/07/2009

D.M. 9/1/96 Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996, n.91, "*Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*", Parte II Acciaio, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 05/02/1996

D.P.R. 412/93 Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10", Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14/10/1993,

D.P.R. 412/93 Decreto del Presidente della Repubblica Italiana del. 26 agosto 1993, n. 412, *“Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10”*, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale, n. 242 del 14/10/1993.

D.P.R. 551/99 decreto del Presidente della Repubblica del 21 dicembre 1999, n. 551, *“Modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'articolo 4, comma 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10”*, Gazzetta Ufficiale n. 81 del 06/04/2000

ENV-1993-1-1, Norma Europea Sperimentale Eurocodice 3, *“Progettazione delle strutture di acciaio”*, Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici.

L. n.10 del 1991, legge della Repubblica Italiana del 9 gennaio 1991, n. 10 *“Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*, Gazzetta Ufficiale Italiana, n.13 del 16/01/1991.

L. n.373 del 1976, Legge ordinaria del Parlamento del 30 aprile 1976, n° 373, *“Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”*, Gazzetta Ufficiale Italiana n° 148 del 07/06/1976

L.R. 12/2005, Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12, *“Legge per il governo del territorio”* Suppl. Ord. al Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia (B.U.R.L.) n.11,1°. del 16/03/2005

UNI 5364, Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo, 30 settembre 1976

UNI 9182, Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione, entrata in vigore: 06 agosto 2008, ritiro: 09 settembre 2010

UNI CIG 7129 Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione e installazione, data entrata in vigore : 30 ottobre 2008

UNI EN ISO 13786 *“Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche”*, entrata in vigore: 22 maggio 2008

UNI EN ISO 13788 “temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e condensazione interstiziale, entrata in vigore: 20 giugno 2013

UNI EN ISO 14683 “Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica”, entrata in vigore: 22 maggio 2008

UNI EN ISO 6946 “Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica”, entrata in vigore: 17 luglio 2008

UNI EN ISO 6946 “Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica”, entrata in vigore: 17 luglio 2008

UNI/TS 11300 “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”, entrata in vigore: 22 luglio 2010

UNI8065, trattamento dell’acqua degli impianti termici ad uso civile, entrata in vigore: 01 giugno 1989

Sitografia

www.fondazionevilupposostenibile.org_ ultima consultazione: 2 settembre '13

www.corriere.it _ ultima consultazione: 5 gennaio'13

www.ltmuseum.co.uk_ ultima consultazione: 20 gennaio'13

www.museoscienza.org_ ultima consultazione: 20 gennaio'13

www.brunoleonimedia.it _ ultima consultazione: 11 marzo'13

www.cultura.regione.lombardia.it_ ultima consultazione: 11 marzo'13

www.atm-mi.it _ ultima consultazione: 23 marzo '12

www.mi-lorenteggio.com_ ultima consultazione: 31 marzo'13

www.linkiesta.it_ ultima consultazione: 5 aprile'12

www.carmignani.it _ ultima consultazione: 10 aprile '13

www.02blog.it_ ultima consultazione: 15 aprile '13

www.beniculturali.it _ ultima consultazione: 14 giugno '13

www.muse.it _ ultima consultazione: 26 giugno'13

www.comune.milano.it_ ultima consultazione: 20 agosto '13

www.voloire.com_ ultima consultazione: 27 agosto '13

www.architettura.unina2.it _ ultima consultazione: 2 settembre '13

Indice delle figure

1.Introduzione al progetto

1.1 Il Comune e la Provincia di Milano	4
1.2 La rete metropolitana e le tratte ferroviarie urbane	6
1.3 Le circoscrizioni di Milano	7
1.4 L'Ambito di Trasformazione Urbana Piazza d'armi	8

2.La lettura del contesto urbano

2.1 Vista a "volo d'uccello" dell'area di progetto_ resa tridimensionale da modellazione grafica	15
2. 2 Vista a "volo d'uccello" dell'area di comando della caserma	15
2. 3 Vista a "volo d'uccello" dell'area occupata dall'ospedale militare	16
2. 4 Confronto di scala tra l'ATU Piazza d'Armi e la città di Lecco	16
2. 5 Le mura medievali	17
2. 6 Il reticolo dei Piani Regolatori storici e recenti	18
2. 7 Ingrandimento del comune di Milano, con le frazioni annesse nel 1923	21
2. 8 Cartografia del 1888	23
2. 9 Cartografia del 1910_ Piano Pavia-Masera	24
2. 10 Cartografia del 1936	25
2. 11 Cartografia del 1950	25
2. 12 Cartografia del 1972	26
2. 13 Cartografia del 1972	26
2. 14 Cartografia del 1994	27
2. 15 Ingresso dell'ospedale militare su Via Saint Bon	28
2. 16 Vista dell'ospedale militare da Via Berna	29
2. 17 Il corpo centrale dell'ospedale militare e la ciminiera	30
2. 18 Immagine del complesso ospedaliero da Via Saint Bon	31
2. 19 Vista aerea della Caserma Santa Barbara	32
2. 20 Particolare di facciata della Palazzina di Comando	33
2. 21 Interno del Circolo Ufficiali	34
2. 22 Interno del Circolo Ufficiali	34
2. 23 La "Casermetta" su Piazzale Amedeo d'Aosta	35
2. 24 La cavallerizza	36
2. 25 Particolare dell'interno	37

2. 26 Stemma della famiglia Savoia	37
2. 28 Le scuderie	37
2. 27 Le scuderie	37
2. 29 Disegno dell'uniformologo Q. Cenni_ copertina del calendario 1968 del Reggimento.....	38
2. 30 Invito ufficiale alla parata militare per il 182° Anniversario della Costituzione delle Batterie a Cavallo.....	39
2. 31 Immagine della parata militare	40
2. 32 Foto con gli ufficiali della Calotta delle Batterie a Cavallo	40
2. 33 Parte della Nuova Topografia di Roma	44
2. 34 Schema degli accessi principali all'area.....	48
2. 35 Immagine del Parco delle Cave	51

4.La ricarica delle Batterie

4. 1 Immagine esemplificativa delle aree di sosta delimitanti il parco.....	78
4. 2 Rastrelliere per bici_ Extery vee	79

5.Il museo come forma innovativa

5. 1 Aeroplano esposto nel museo "Leonardo da Vinci"	89
5. 2 Sale espositive del museo.....	90
5. 3 Parte della collezione legata ai trasporti aerei	91
5. 4 Libeskind's Wedge, Dresda.....	100
5. 5 Il Museum Depot del Covent Garden Museum, Londra.....	101
5. 6 Il Musil, Rodengo Saiano	102
5. 7 Le scaffalature interne al Musil.....	103
5. 8 Il Muse, Trento	104

6.Il masterplan

6. 1 Vision intermedia tra concept e masterplan	113
6. 2 Il Museo del DNA	114
6. 3 Il centro direzionale	119
6. 5 Il quartiere Burri.....	120
6. 4 Cretto G1, 1975.....	120
6. 6 Flora sulla sabbia, 1927	122
6. 7 Il quartiere Klee Nord	122
6. 8 Composizione, 1921.....	123
6. 9 Il quartiere Mondrian	123
6. 10 Immagini esemplificative del Parco Klee.....	125

6. 11 Immagini esemplificative del parco dell'orologio	127
6. 12 Immagini esemplificative dei Giardini Mondrian	128
6. 13 Immagini esemplificative del parco della salute	129
6. 14 Acer campestre	131
6. 16 Fraxinus angustifolia	131
6. 15 Quercus Robur	131
6. 19 Carpinus betulus	132
6. 17 Aesculus hippocastanum	132
6. 18 Corylus avellana.....	132
6. 22 - Cornus mas.....	133
6. 21 - Crataegus monogyna.....	133
6. 20 Ulmus minor	133
6. 23 Eucalyptus regnans.....	135
6. 24 Buxus sempervirens.....	135
6. 25 Ligustrum ovalifolium.....	135
6. 26 Viburnum opulus	135
6. 27 Euonymus europaeus	135

7.Il museo del DNA

7. 1 Metaprogettazione.....	141
7. 2 Percorsi di addetti ed autorizzati	143
7. 3 Percorsi del pubblico	144
7. 4 Vista a volo d'uccello del polo museale del DNA	145
7. 5 Vista interna del deposito	147
7. 6 Vista interna del deposito	147
7. 7 Vista del complesso da Via Mazzarino	150
7. 8 Vista dei depositi museali da Via delle Forze Armate	150

8.Il progetto tecnologico

8.1 Emissioni mondiali di gas ad effetto serra: andamento storico 1990-2010 scenario tendenziale e scenario obiettivo al 2050- GtCO ₂ eq (Elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati UNEP e OECD	155
8. 2 Emissioni di CO ₂ per settori produttivi	156
8. 3 Trasmittanza termica delle chiusure opache e trasparenti espressa in W/m ² K.....	158
8. 4 Rivestimento di facciata in rame_ Centro servizi Theresienwise, Monaco di Baviera	164
8. 5 Sezione verticale della C.V.O.01	176
8. 6 Verifica della condensa_ C.V.O.01	177

8. 7 Sezione verticale della C.O.O.01	178
8. 9 Sezione verticale della C.O.O.02	180
8. 8 Verifica della condensa_C.O.O.01	180
8. 10 Verifica della condensa_ C.O.O.02	181
8. 11 Sezione verticale della P.O.O.01	182

9.Il progetto strutturale

9. 1 Vista assonometrica della struttura del deposito museale	186
9. 2 Particolare del giunto di copertura	186
9. 3 Vista prospettica centrale	187
9. 4 Pianta della maglia strutturale	188
9. 5 Sezione trasversale della struttura	188
9. 6 Schema dei carichi_ momento massimo	199
9. 7 Schema dei carichi_ taglio massimo	200
9. 8 Profilario	200
9. 9 Vista del pilastro composto	205
9. 10 Schema funzionale del pilastro a baionetta	212

10.Approfondimenti

10. 1 Esempio di scaffale tipo	221
10. 2 Trave o corrente	221
10. 3 Piede o piastra di base/ spessori per piede	221
10. 4 Spalla.....	221
10. 5 Vista in pianta dello scaffale Drive-in	222
10. 6 Vista frontale e vista laterale	223
10. 7 Vista in pianta dello scaffale Drive-Trough.....	223
10. 8 Scaffalatura Cantilever	224
10. 9 Cantilever a piano continuo.....	224
10. 10 Magazzino dinamico.....	224
10. 11 Vista laterale e vista in pianta	225
10. 12 Magazzino automatico	225
10. 13 Scaffali leggeri.....	225
10. 14 Scaffalatura mobile e scaffalatura a piani mobile.....	226
10. 15 Caroselli verticali	226
10. 16 Caroselli orizzontali	226
10. 17 Profilo sottile sollecitato a compressione	230

10. 18 Mappa dello stato tensionale del profilo sollecitato.....	230
10. 19 Profili con irrigidimenti efficaci.....	231
10. 20 con irrigidimenti non efficaci.....	231
10.21 Stub column compression test.....	232
10. 22 Compression test on uprights.....	232
10. 23 Curve di calcolo del momento rotazionale del connettore trave-montante.....	233
10. 24 Bending test e portal test.....	233
10. 25 Prova di taglio sul connettore trave-montante e test sul collegamento a terra.....	234
10. 26 Frame test.....	234
10. 27 Prova di resilienza.....	235

Ringraziamenti

Durante questo lungo percorso formativo ci sono state persone e figure professionali che hanno contribuito a renderci quelle che siamo oggi; una scuola politecnica, senza ombra di dubbio, cambia la persona e temprava il carattere. A tutti loro va la nostra sincera gratitudine.

Un particolare ringraziamento va' a coloro che hanno fornito un apporto reale nella realizzazione del nostro lavoro di tesi, senza l'aiuto dei quali, l'elaborato non sarebbe risultato della stessa qualità scientifica.

Desideriamo innanzitutto ringraziare la *Prof.ssa Arch. Angela Colucci*, per i preziosi insegnamenti e per le numerose ore dedicate alla nostra tesi. Con professionalità e spirito ha saputo guidarci nella complessità del progetto, motivandoci a credere nelle nostre scelte. Nei momenti più difficili, ha saputo darci grinta e determinazione credendo nelle potenzialità del progetto.

Ringraziamo sentitamente il *Prof. Ing. Gabriele Masera* che ha sempre trovato il tempo e la pazienza di rispondere ai nostri quesiti tecnologici.

Si desidera ringraziare il *Prof. Ing. Marco Di Prisco* ed il *Prof. Arch. Arturo Montanelli* che sono stati disponibili a dirimere i nostri dubbi durante la stesura di questo lavoro.

Si ringraziano l'*Ing. Alberto Bormioli* e il *Prof. Ing. Carlo Andrea Castiglioni* per i suggerimenti e il tempo che ci hanno dedicato.

Si vogliono ricordare, inoltre, come coloro che hanno contribuito al nostro percorso formativo in modo particolare e significativo, il *Prof. Ing. Marco Imperadori*, il *Prof. Ing. Carlo Urbano*, il *Prof. Arch. Danilo Palazzo*. A loro, va il nostro ringraziamento e la nostra sincera stima.

Si ringrazia il Museo della Scienza e della Tecnica "Leonardo da Vinci" ed in particolare, la disponibilità della *Dott.ssa Claudia Garzon*, per aver fornito dati ed idee indispensabili per la realizzazione della tesi.

Si vuole esprimere la nostra sincera gratitudine alla Calotta delle Batterie a Cavallo e al *Col. Sergio Vignocchi*, 77° Comandante delle Batterie a Cavallo della Caserma Santa Barbara.

Si ringrazia, l'*Arch. Roberto Passerella* per l'aiuto e il sostegno dato.

Grazie infine, a tutti coloro che, con affetto e simpatia, ci hanno supportato in questo indimenticabile anno di lavoro.