

Politecnico di Milano
Scuola di Architettura Civile
Corso di Laurea Magistrale in Architettura



Un Uso Alternativo del Vuoto Urbano

Relatore: Emilia Costa
Consulenti: Alberto Drei
Autore: Pietro Silleni 769977

Anno Accademico 2012-2013

Indice

Indice delle immagini	pag. 4
Indice delle tabelle	pag. 5
Indice dei grafici	pag. 5
Indice delle tavole	pag. 6
Abstract	pag. 7
Introduzione	pag. 11
Capitolo 1: Bisogno energetico e impatto ambientale	
1.1 - Il bisogno energetico della città e soluzioni a basso impatto ambientale	pag. 17
1.2 - Esperienza di Hammarby	pag. 20
1.3 - Il Biogas	pag. 23
Bibliografia	pag. 26
Capitolo 2: Il rapporto tra industria ed architettura	
2.1 - Breve storia dell'architettura industriale	pag. 29
2.2 - AEG e Behrens	pag. 34
2.3 - Il caso Olivetti	pag. 37
2.3 - Albert Kahn "l'architetto Ford"	pag. 40
2.4 - Rapporti tra industria e Movimento Moderno	pag. 44
2.5 - Progettazione industriale a basso impatto ambientale	pag. 46
Bibliografia	pag. 48
Capitolo 3: Un progetto per la produzione energetica sostenibile a Milano	
3.1 - Lavorare sugli scali ferroviari a Milano	pag. 51
3.2 - L'area di progetto e la definizione del Masterplan	pag. 54
3.3 - Definizione dell'edificio	pag. 58
3.4 - Scelte strutturali, caratteri ambientali e scelte tecnologiche	pag. 61
Bibliografia	pag. 64
Appendice: Rendimento ambientale del progetto	pag. 65
Bibliografia Generale	pag. 69

Indice delle immagini

Fig. 1: Masterplan Hammarby	pag. 20
Fig. 2 : Quartiere di Hammarby	pag. 20
Fig. 3: Sistema di raccolta dell'immondizia pneumatica	pag. 21
Fig. 4: Schema dell'eco-ciclo di Hammarby	pag. 22
Fig. 5: Tony Garnier, Cité Industrielle	pag. 29
Fig. 6: Tony Garnier, fabbrica per la Cité Industrielle	pag. 29
Fig. 7: Erich Mendelsohn, Cappellificio Steinberg	pag. 30
Fig. 7 e 8: Erich Mendelsohn, schizzi	pag. 30
Fig. 7, 8 e 9: Walter Gropius e Adolf Meyer, Fabbrica di Scarpe e Affini Fagus	pag. 30
Fig. 10 e 11: Frank Lloyd Wright, Laboratori Johnson Wax	pag. 31
Fig. 12, 13, 14 e 15: Kisho Kurokawa, Sede Sony	pag. 32
Fig. 16, 17 e 18: Peter Behrens, Ventilatori e Teiere AEG	pag. 33
Fig. 19 e 20: H.P. Berlage, Borsa di Amsterdam	pag. 34
Fig. 21 e 22: Peter Behrens, Turbinfabrik	pag. 35
Fig. 23, 24 e 25: Luigi Cosenza, Fabbrica Olivetti a Pozzuoli	pag. 36
Fig. 26 e 27: Marco Zanuso, Fabbrica Olivetti a San Paolo	pag. 37
Fig. 28 e 29: Egon Eiermann, Fabbrica-uffici a Francoforte	pag. 37
Fig. 30 e 31: Cappai e Mainardis, Residence "La Serra"	pag. 38
Fig. 32: James Stirling, Centro Addestramento Haslemere	pag. 38
Fig. 33 e 34: Albert Kahn, Pierce Great Arrow e Packard Building n°10	pag. 39
Fig. 35 e 36: Albert Kahn, Highland Park	pag. 40
Fig. 37: Albert Kahn, Highland Park	pag. 41
Fig. 37: Albert Kahn, River Rouge	pag. 42
Fig. 38 e 39: Alvar Aalto, Fabbrica di cellulosa Sunila	pag. 44
Fig. 40: Alvar Aalto, Fabbrica di cellulosa Sunila, abitazioni	pag. 45
Fig. 41 e 42: Solar Fabrik Friburgo	pag. 46
Fig. 43 e 44: Stabilimento Warwick Markneukirchen	pag. 47
Fig. 45: Sistema degli scali dismessi a Milano	pag. 51
Fig. 46 e 47: Sistemi di depurazione naturale	pag. 52
Fig. 48: Emilia Costa, Tavola generale workshop scali ferroviari.....	pag. 53
Fig. 49: Scalo Farini	pag. 54
Fig. 50: Scalo Farini	pag. 55
Fig. 51, 52 e 53: Stato di fatto dell'area di progetto	pag. 55
Fig. 54 e 55: Inquadramento dell'area di progetto nella cartografia storica	pag. 56
Fig. 56: Studio per il Masterplan	pag. 56
Fig. 57: Masterplan	pag. 57
Fig. 58, 59 e 60: Apparati tecnologici per la produzione del biogas	pag. 58
Fig. 61: Pianta	pag. 59
Fig. 62: Prospettiva Nord/Est	pag. 59
Fig. 63: Prospettiva Sud/Ovest	pag. 60
Fig. 64: Assonometria strutturale	pag. 61
Fig. 65: Pianta strutturale	pag. 61
Fig. 66: Spaccato assonometrico strutture edificio a ponte	pag. 62

Indice delle tabelle

Tabella 1: Percentuali di consumo energetico per tipologia di combustibile	pag. 17
Tabella 2: Rendimento pacchetti termici	pag. 67
Tabella 3: Rendimento pannelli solari e occupazione suolo	pag. 68

Indice dei Grafici

Grafico 1: Percentuali di consumo energetico Provincia di Milano	pag. 18
Grafici 2, 3 e 4: Superfici esterne, uso del suolo, rendimento solare annuo	pag. 68

Indice delle tavole

Tavola 1: Analisi, 841mm x 1189mm

Tavola 2: Temi Progettuali, 841mm x 1189mm

Tavola 3: Planivolumetrico, 841mm x 1189mm

Tavola 4: Pianta, 841mm x 1690mm

Tavola 5: Prospetti e Sezioni, 841mm x 1690mm

Tavola 6: Viste 3D, 594mm x 841mm

Tavola 7: Sezioni Tecnologiche, 841mm x 1189mm

Tavola 8: Spaccato Assonometrico, 841mm x 1189mm

Tavola 9: Sostenibilità e Strutture, 841mm x 1690mm

Abstract

Questa tesi sviluppa l'ipotesi di poter costruire, all'interno di un contesto urbano, un edificio capace di generare energia utilizzando i materiali di scarto della vita metropolitana.

Il lavoro si compone di tre fasi: una di analisi dei temi ambientali, una di analisi della storia dell'architettura industriale e una di sviluppo progettuale.

La suddivisione in queste tre componenti segue il processo di sviluppo del progetto, infatti, per arrivare al disegno dell'edificio non si può prescindere da una conoscenza delle tematiche di sostenibilità relative al contesto, delle tecnologie necessarie a raggiungere un basso impatto energetico e dallo studio degli esempi, nonché della storia, che ha caratterizzato l'evoluzione della progettazione industriale.

Nella prima parte sono stati studiati i bisogni della città contemporanea, prendendo ad esempio i dati della città di Milano e della regione Lombardia, e l'impatto inquinante che deriva dal consumo energetico della vita moderna. E' stato poi analizzato l'esempio del quartiere Hammarby, a Stoccolma, che può essere definito, senza alcun timore, l'esempio più riuscito di progetto per la sostenibilità ambientale a scala metropolitana.

Infine, lo studio del processo chimico della produzione del biogas, risorsa sostenibile in forte espansione, che nel nordeuropea è già largamente sfruttata nei contesti urbani.

La seconda parte, invece, pone un percorso all'interno della progettazione degli edifici industriali ad opera dei maestri dell'ultimo secolo, partendo dalle proposte "utopistiche" di Garnier e Mendelsohn e arrivando alle opere di Kisho Kurokawa.

Un successivo spazio è stato dato all'approfondimento delle eccellenze di questo filone, i progetti di Behrens per l'AEG, lo stretto rapporto tra l'italiana Olivetti e l'architettura contemporanea, l'attività di Albert Kahn quale concretizzatore progettuale del fordismo.

Nell'ultima parte si sviluppano tutte le questioni puramente legate al percorso progettuale e allo sviluppo progetto stesso. In primo luogo la tipologia di lavoro che occorre adottare lavorando sulle aree dismesse degli scali ferroviari, poi l'analisi dell'area dello scalo Farini e la determinazione delle strategie di progetto.

Infine, la vera e propria progettazione dell'edificio con l'analisi dei caratteri compositivi, distributivi e le scelte dei materiali, corredata dallo studio delle scelte ambientali e strutturali.

Introduzione

In una società energivora in continua espansione, si rende necessaria la rielaborazione della ricerca architettonica al fine di diminuire l'impatto antropico sul nostro pianeta. Le risorse su cui si basa il nostro fabbisogno energetico e lo sviluppo della ricerca tecnologica non sono più sufficienti a supportare l'esponenziale aumento della domanda e, di conseguenza, occorre trovare alternative che progressivamente sostituiscano il "modello fossile" con un "modello rinnovabile".

Questo progetto nasce con l'obiettivo di unire il tema della composizione architettonica alla tematica della sostenibilità ambientale e l'applicazione di tecnologie volte a una produzione energetica sostenibile e locale.

Come ci insegnano le esperienze nordeuropee, è possibile strutturare strategie che permettono di riutilizzare in loco i materiali di scarto trasformandoli in fonti per la produzione energetica, creando notevoli risparmi dal punto di vista del trasporto, dello smaltimento e del consumo di fonti energetiche fossili.

Questo elaborato si sviluppa come una ricerca per introdurre una possibile soluzione per coadiuvare i bisogni energetici di una grande città, come Milano, con la progettazione di un edificio produttivo urbano, al cui interno s'insediano delle tecnologie la cui funzionalità può già essere osservata in altri contesti metropolitani.

Tecnologie che permettono di utilizzare i reflui urbani, i rifiuti opportunamente differenziati e gli sfalci di manutenzioni del verde cittadino per produrre gas combustibile, energia termica, elettrica e fertilizzanti naturali.

La necessità di un edificio urbano si potenzia in un contesto a chilometri zero, in cui gli scarti di una comunità vengono riutilizzati nello stesso luogo dove sono stati prodotti e vengono delocalizzati solo nel momento in cui non sono più riutilizzabili. Di conseguenza, il tema della sostenibilità ambientale diventa tema urbanistico, in quanto relazionato ai bisogni e ai flussi della città, e compositivo, nella ricerca di una forma che si inserisca in un contesto già edificato.

Capitolo 1

Bisogno energetico e impatto ambientale

1.1 - Il bisogno energetico della città e soluzioni a basso impatto ambientale

Lo società odierna non può prescindere da un elevato consumo energetico, infatti, quasi tutte le attività che svolgiamo giornalmente sono strettamente legate all'utilizzo di strumenti tecnologici che hanno bisogno di una fonte energetica per poter funzionare, pensiamo solo al consumo di energie necessario alla distribuzione idrica o a quello generato dalla somma di tutti gli apparecchi elettrici che usiamo tutti i giorni.

Il modello energetico dominante si base sullo sfruttamento di riserve naturali limitate, alle quali occorrono tempi geologici per essere prodotte, fonti che, quindi, una volta esaurite non saranno più disponibili. Occorre dunque sviluppare strategie che implementino alle fonti esistenti delle soluzioni tecnologiche che permettano di produrre energia utilizzando fonti rinnovabili.

Sempre più ampio e centrale risulta negli ultimi anni il dibattito in merito allo sviluppo sostenibile, inteso come "sviluppo che risponde alle esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie" (relazione Bruntland -World Commission on Environment and Development, 1987), secondo un modello di vita la cui determinazione ed attuazione non spetta solamente ai decisori istituzionali (organizzazioni governative internazionali e nazionali; governi locali, ecc.) ma ad ogni singolo componente della società; l'evoluzione auspicata passa attraverso una riorganizzazione dei cicli produttivi attualmente utilizzati nei paesi industrializzati e cambiamenti sociali basati sulla revisione dei modelli di consumo per mezzo di un utilizzo consapevole delle risorse disponibili (acqua, energia elettrica, combustibili, ecc.) e su una crescente domanda di prodotti "ecologici".

La produzione e il consumo di energia hanno impatto dal punto di vista ambientale, soprattutto per ciò che riguarda il consumo di risorse non rinnovabili e l'emissione di sostanze inquinanti.

Per questo motivo, sono necessari sia interventi di sensibilizzazione che portino all'efficienza e alla riduzione dei consumi agendo sulla domanda di energia, sia piani di sviluppo che incentivino l'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili e di tecnologie pulite, sul piano dell'offerta.

Pensiamo al bisogno energetico di una grande città come Milano, città che conta 1'300'000 abitanti e una forte attività sia industriale, agricola, terziaria e che si appresta a diventare "Area Metropolitana".

In provincia di Milano si registrano consumi totali di energia primaria che si attestano sui 12,294 Mtep nel territorio provinciale, che significa un consumo energetico primario di 3,26 tep/abitante/a. Nella tabella sottostante vengono riportate le percentuali di consumo energetico per tipo di combustibile in ingresso al sistema territoriale.

gas naturale	%	27
gasolio	%	24
GPL	%	1
benzina normale e senza piombo	%	10
olio combustibile	%	3
carbone, lignite, coke petcoke	%	-
consumi energia elettrica	%	35

Tabella 1: percentuali di consumo energetico per tipologia di combustibile

I consumi di energia elettrica, secondo il Gestore della Rete Nazionale, sono stati di 20.903 GWh; il settore industriale pesa per il 40,8%, seguito dal terziario con il 36,2% e dal residenziale con il 22,7%. Il settore agricolo è il meno energivoro, con solo lo 0,3% di consumo diretto (al quale andrebbe aggiunto il consumo di energie “grige” quali lo sfruttamento delle acque).

Il bilancio energetico della Provincia di Milano vede una produzione di energia elettrica di 9.913 GWh: dalla differenza tra produzione e consumo si evidenzia un deficit di 10.990 GWh.

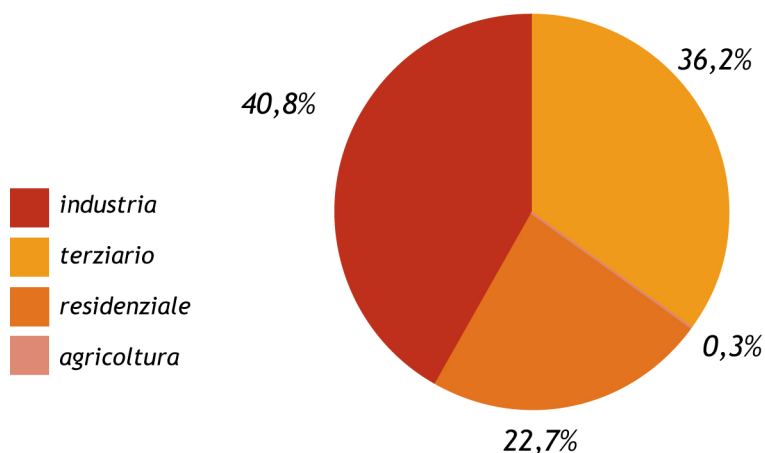


Grafico 1: percentuali di consumo energetico Provincia di Milano

La Provincia in campo energetico si è mossa attraverso la redazione e l'adozione dei programmi di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica, in linea con quanto promosso dall'Unione Europea. A oggi già il 14% dell'energia elettrica prodotta deriva da fonti rinnovabili, in particolare da 12 impianti idroelettrici, pari a una potenza installata di circa 50 MW. Di recente sono state introdotte forme di incentivazione e diffusione degli impianti solari termici e fotovoltaici.

L'estensione delle reti di teleriscaldamento in provincia di Milano è pari a oltre 93 Km, per una volumetria riscaldata che è pari a 10.582.981 m³.

Le politiche provinciali si incrociano, inoltre, con le politiche regionali che con il “Piano d’Azione Per l’Energia del 2007”, si pone come obiettivo di raggiungere gli standard energetici proposti da “l’Azione Clima Europa 20-20 entro il 2020” che consistono in:

- l'abbattimento del 20% delle emissioni di CO₂(rispetto al 2005)
- la copertura attraverso le fonti rinnovabili del 20% dei consumi energetici
- la riduzione del 20% dei consumi energetici previsti per il 2020.

Questo approccio richiede necessariamente che si abbandoni la logica tradizionale della pianificazione di settore e si adotti un approccio integrato al fine di far diventare il Piano per una Lombardia Sostenibile un Piano trasversale, che abbraccia tutti gli ambiti di governance regionali e che muove nella direzione di una svolta nelle modalità di vivere, muoversi, produrre, comunicare, abitare il territorio ed usufruire delle sue molteplici risorse e opportunità.

Ovviamente questi sono gli obiettivi minimi, il cui raggiungimento è obbligatorio ma un suo superamento altamente auspicabile.

Al fine di venire incontro a tutte queste politiche bisogna iniziare a valutare soluzioni ad ampia scala, che si aggiungono a piccole produzioni autonome, come possono essere le installazioni di pannelli solari e piccole produzioni agricole di biomasse e biogas, ma veri e propri impianti a scala urbana in grado di aiutare in maniera incisiva il bilancio energetico urbano e integrarli con nuove strategie di smaltimento dei materiali di scarto.

1.2 - Esperienza di Hammarby

Un caso studio estremamente interessante per la tematica della città sostenibile è il quartiere di Hammarby a Stoccolma.

Situato a venti minuti di autobus dal centro cittadino il quartiere ha subito diverse trasformazioni nel corso del tempo, da “scenario idilliaco della natura” a bidonville di lamiera ondulata ed, infine, come parte moderna ed ecologica del centro di Stoccolma.

Il progetto di riqualifica della zona inizia nel 1996, ma non vede la sua attuazione fino al 1998 quando la bidonville viene demolita ed iniziano i processi di decontaminazione del suolo.

L’obiettivo principale fin dall’inizio della sua progettazione era stato quello di ridurre al minimo l’impatto ambientale del quartiere facendo in modo che le sue emissioni fossero inferiori del 50% rispetto ai quartieri costruiti negli anni ‘90, creando una città ecologica sotto ogni punto di vista, già a partire dalla sua posizione. Infatti Hammarby sorge dove un tempo esistevano vecchi siti industriali: questi sono stati riconvertiti in aree residenziali immerse in parchi verdi, provvedendo così a non consumare ulteriormente il suolo. Anche le case sono tutte realizzate con materiali eco-friendly che le rendono confortevoli e soprattutto salubri. Infatti la municipalità impose per gli edifici: prestazioni a risparmio energetico e a basso consumo di risorse e, cosa sorprendente, utilizzo di tecnologie e materiali che garantissero il completo smontaggio degli edifici e il riutilizzo o il riciclaggio di tutte le componenti.

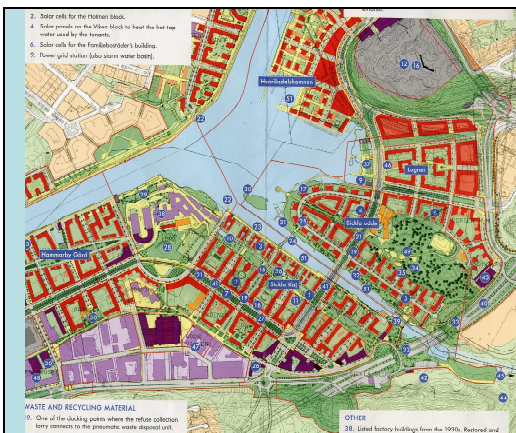


Fig. 1: Masterplan Hammarby



Fig. 2 : Quartiere di Hammarby

Il cantiere è stato avviato nel 2000 e completato nel 2010. La tabella di marcia è stata perfettamente rispettata. Hanno prima realizzato tutte le infrastrutture: la tangenziale che fa da confine all’area è stata schermata con barriere ed alberi ed è stato costruito un enorme ponte ricoperto di prati e alberi che la scavalca e collega uno dei percorsi pedonali del quartiere con la collina destinata allo sport estivo e invernale; la linea tranviaria di collegamento con il centro città e il servizio traghetti; e le strade che hanno una percorrenza differenziata: alcune sono attraversabili con velocità massima a 50 Km all’ora, disegnate come i classici viali urbani ottocenteschi, dotati di ampi marciapiedi con negozi, bar, ristoranti sui fronti stradali e strade a 30 Km all’ora destinate al traffico locale e di accesso ai box posizionati nell’interrato degli edifici. I percorsi pedonali hanno, in alcuni casi, caratteristiche più urbane come il grande lastricato a lato del canale, dove si trovano comode panchine inserite nei punti panoramici, altre sono stradine più intime e molto verdi che attraversano i giardini delle corti o sono più selvagge e attraversano i

canneti e le colline.



Fig. 3: Sistema di raccolta dell'immondizia pneumatica

Ma è il circuito energetico che rende unico questo distretto urbano. Una totale novità urbanistica è l'impianto di recupero e riutilizzo dei rifiuti solidi e liquidi. Le acque nere e gli scarti organici sono trattati nella centrale di Henrikstal per produrre biogas, utilizzato nel quartiere come gas domestico e in città per le auto. Dal residuo solido, si ottiene compost. Una rete pneumatica che viaggia nel sottosuolo permette di immagazzinare nei containers le diverse tipologie di rifiuti conferiti dagli abitanti nei rispettivi boccaporti. Sono stati così eliminati i cassonetti, quindi gli odori, i rumori dei camion e il degrado estetico. La frazione combustibile, come il cartone o il legno, è conferita all'impianto di Hogdalen per produrre energia elettrica e riscaldamento. Le acque piovane, le acque grigie e i residui liquidi delle centrali, subiscono a loro volta un trattamento prima di essere immesse nel mare. L'acqua calda è ottenuta con i pannelli solari. Questi sistemi sono stati realizzati da Birka Energy per l'elettricità; il ciclo dell'acqua dalla Stockolm Vatten e la raccolta e il riuso dei rifiuti dal Cleansing Board. Con questo quartiere prototipo la Svezia si presenta leader negli interventi a scala urbana con una tecnologia dai risultati consolidati e quindi esportabile in tutto il mondo. Per migliorare la propria impronta ecologica e rendere i comportamenti individuali ambientalmente efficienti, il centro ecologico GlashusEtt gestito dalla Municipalità, organizza incontri e corsi. E' uno spazio stimolante, molto frequentato, e sembra la sintesi tra una biblioteca, una sala giochi con i programmi di apprendimento interattivi e una scuola dalle materie avveniristiche.

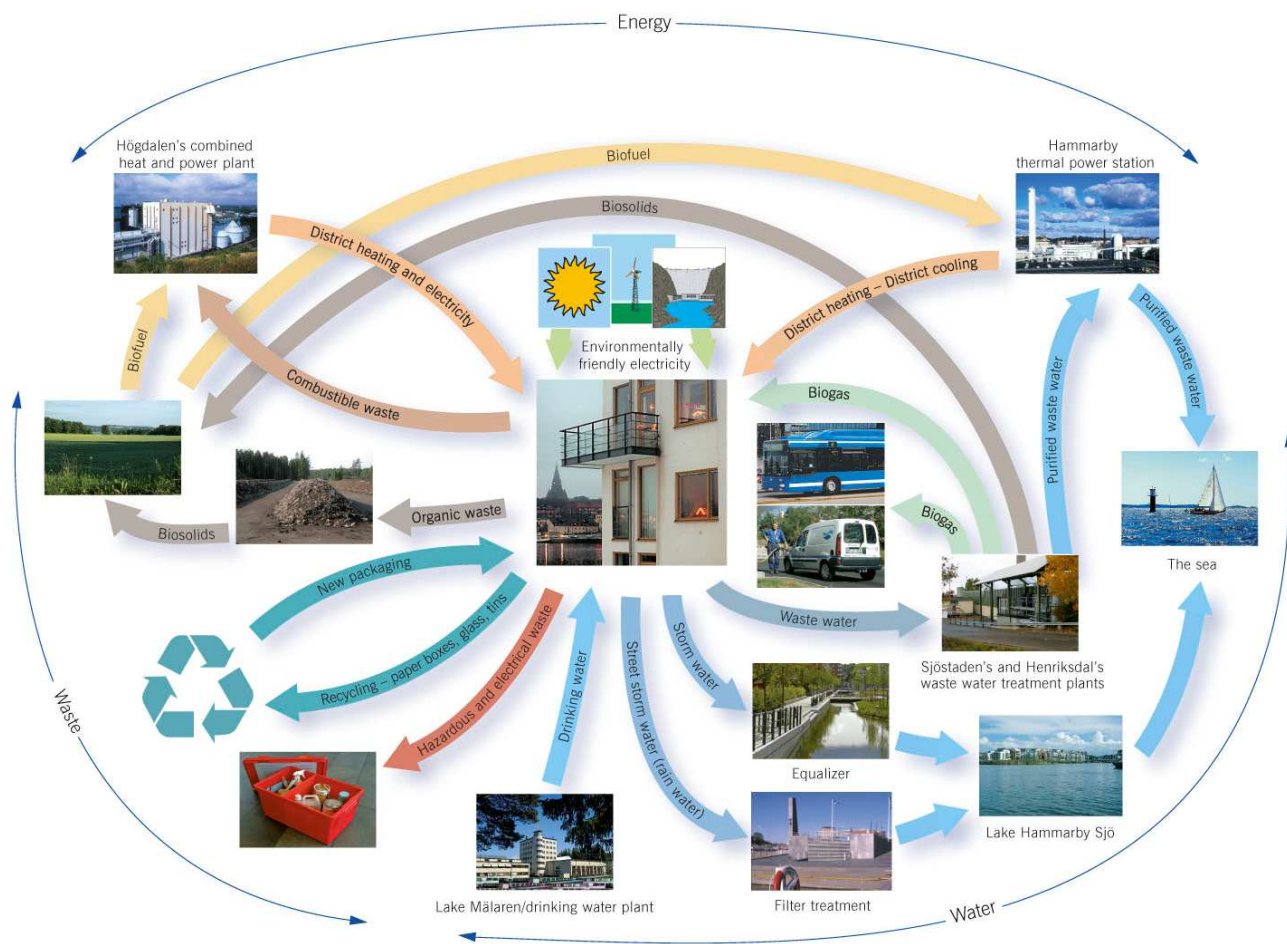


Fig. 4: Schema dell'eco-ciclo di Hammarby

Chiunque viva in Hammarby fa parte di un eco-ciclo la cui soluzione si chiama "Hammarby Model" e che provvede al sistema dei rifiuti, delle acque e dell'energia. L'obiettivo è quello di creare un sistema residenziale basato sull'uso di risorse sostenibili: il consumo di energia e la produzione di rifiuti sono minimizzate mentre le risorse di riuso e di riciclo massimizzate.

Ma la bellezza ecologica di Hammarby non si limita ai suoi efficienti ed innovativi sistemi energetici. L'obiettivo era infatti quello di contribuire, attraverso la realizzazione di questo quartiere, ad un nuovo stile di vita, più sostenibile: attraverso un sistema di trasporti pubblici veloce e numerose piste ciclabili al fine di ridurre l'uso dell'automobile all'interno dell'area. Senza considerare gli orti dei giardini che non solo provvedono alla produzione di cibo biologico, ma sono anche di utilità sociale perché vengono affidati alle persone anziane che ivi risiedono con l'ulteriore scopo di tenerle impegnate ed attive.

Il quartiere ospiterà circa 20.000 abitanti ed altri 10.000 che vi si recheranno a lavorare, su una superficie di circa 200 mila mq. Numeri considerevoli, che ci portano a definire Hammarby Sjöstad un esperimento ben riuscito dal quale possiamo trarre il futuro modello di città che non si limita all'utilizzo di fonti pulite, ma che mostra un nuovo stile di vita, compatibile con l'ambiente e la natura.

1.3 – Il Biogas

Con il termine biogas si intende una miscela di vari tipi di gas (per la maggior parte, 50% - 80%, metano) prodotto dalla fermentazione batterica in anaerobiosi (assenza di ossigeno) dei residui organici provenienti da rifiuti, vegetali in decomposizione, carcasse in putrescenza, liquami zootecnici o fanghi di depurazione, scarti dell'agro-industria. L'intero processo vede la decomposizione del materiale organico da parte di alcuni tipi di batteri, producendo anidride carbonica, idrogeno molecolare e metano (metanizzazione dei composti organici).

Il processo di digestione anaerobica è estremamente interessante quale soluzione per lo smaltimento di matrici organiche correlata alla produzione di energia rinnovabile. Attraverso la digestione anaerobica, infatti, in assenza di ossigeno la sostanza organica viene trasformata in Biogas.

L'opportunità di realizzare tale processo biochimico ha fatto sì che dagli anni '80 ad oggi il settore del biogas si sia estremamente sviluppato sia nell'ambito del trattamento sottoprodotti organici e reflui sia, in particolare, nell'ambito agricolo, nel quale ha trovato grande affermazione. La digestione anaerobica, infatti, oggi è un sistema bioenergetico tecnologicamente maturo che si integra perfettamente con l'attività primaria, permettendo di sfruttare, con elevata efficienza, indistintamente biomasse vegetali e/o animali, di scarto e/o dedicate, umide e/o secche prevalentemente di origine locale.

Il processo di digestione anaerobica è svolto da un consorzio batterico metanigeno responsabile di una serie sequenziale di reazioni di bio-degradazione dei substrati organici in cui nessun ceppo batterico, fra quelli coinvolti, è in grado di svolgere autonomamente la completa reazione di degradazione anaerobica della sostanza organica. Ogni singolo ceppo, infatti, interviene nella reazione con la funzione di svolgere una degradazione che produrrà cataboliti che fungeranno da substrato per la fase successiva della catena di processo, secondo uno schema di associazione fra ceppi batterici.

La degradazione anaerobica della sostanza organica avviene, quindi, a seguito di una serie di reazioni simultanee nelle quali, in assenza di ossigeno, i composti passano attraverso diverse fasi di ossidazione, fino ad essere convertiti principalmente in metano ed anidride carbonica.

Più in generale, il processo di digestione anaerobica può essere esemplificato mediante la definizione di tre fasi principali:

- **IDROLISI:** che da molecole organiche complesse porta alla formazione di monosaccaridi, amminoacidi ed acidi grassi più facilmente attaccabili nelle reazioni a seguire.
- **ACIDOGENESI:** in cui zuccheri, acidi grassi e amminoacidi vengono trasformati in acidi volatili a basso peso molecolare e acetato.
- **METANOGENESI:** in cui agiscono due tipi di batteri metanogeni. Un primo gruppo trasforma idrogeno e anidride carbonica a metano mentre un secondo gruppo converte acetato e molecole volatili a metano ed anidride carbonica in soluzione (bicarbonato).

Le fasi di biodegradazione, inoltre, sono affiancate da processi chimico-fisici di contorno che, pur non coinvolgendo direttamente la popolazione batterica, concorrono a creare le condizioni ambientali idonee andando ad equilibrare il pH, la

dissociazione delle specie chimiche, la precipitazione dei sali e il flusso di trasferimento del gas dalla massa.

Ai fini dell'ottimizzazione del processo, quindi, occorre un bilanciamento tra produzione e consumo degli intermedi generati ottenibile generalmente in un ambiente in condizioni di pH stabilizzato di 7-7,5 e temperatura di processo variabile da 20°C a 55°C a seconda della tipologia di batteri selezionati e della tipologia di processo innescata.

Le matrici trattabili nel processo di digestione anaerobica, sono varie e di natura diversa. Dal comparto agricolo e agro-industriale, ad esempio, viene prodotta una quantità non trascurabile di sottoprodotti organici di ottima qualità, in quanto costituiti generalmente da scarti di raccolta e/o lavorazione dei prodotti agricoli. Più in generale, i comparti produttori di biomasse di scarto potenzialmente avviabili alla digestione anaerobica sono:

- Agricoltura: (matrici vegetali ed animali): effluenti zootecnici, pollina, coltivazioni dedicate e residui delle coltivazioni.
- Industria di lavorazione carni: sottoprodotti di macellazione, lavorazione carni e produzione di insaccati.
- Industria lavorazione vegetali freschi: sottoprodotti da scarti di cernita, sfridi di pulitura, acque reflue dell'agro-industria.
- Industria delle conserve vegetali: scarti di lavorazione ortaggi e frutta.
- Florovivaisti e Manutenzione del verde: sfalci d'erba e scarti erbacei da manutenzione e/o lavorazioni florovivaistiche.
- Rifiuti: fanghi di depurazione da trattamento acque reflue urbane e industriali, frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU).

Le modalità di utilizzo delle diverse matrici, dipendono dalle relative caratteristiche chimico-fisiche, tipologia e possibilità di programmazione del flusso di approvvigionamento, potenzialità metanigena e criticità di gestione e utilizzo.

Fra le matrici utilizzabili, quelle più facilmente trattabili e disponibili in quantità elevate sono gli effluenti zootecnici. Per questi motivi sono un ottimo substrato base per la produzione di biogas che tuttavia, se utilizzato da solo, spesso non riesce a garantire produzioni tali da giustificare la sostenibilità economica degli impianti.

Per questo motivo si sceglie sempre più spesso la tecnica della "co-digestione", ottenuta mediante l'aggiunta di uno o più co-substrati agli effluenti zootecnici di base, al fine di aumentare il potenziale metanigeno della massa trattata. La co-digestione, per essere ottimizzata, richiede disponibilità di scarti agro-industriali in quantità adeguate nel comprensorio di utilizzo oltre alla conoscenza delle diverse problematiche connesse (stagionalità di produzione, igienizzazione, impatto odorigeno, umidità ecc.). Una delle problematiche principali è sicuramente la stagionalità nel caso di matrici vegetali o la composizione chimica e l'igienizzazione nel caso di matrici animali.

La riuscita della co-digestione, quindi, richiede lo studio di una miscela di matrici equilibrata in grado di assicurare, rispetto alle caratteristiche delle singole matrici, rese energetiche ottimizzate e stabili nel tempo.

Il biogas è una soluzione che ha grossi vantaggi ambientali: innanzi tutto permette di ridurre l'uso di materie fossili per la produzione energetica, poi le emissioni di CO₂ dovute

alla combustione è la stessa fissata dalle piante, al contrario di quella emessa dalla combustione fossile, e, infine, evita la diffusione del metano nella troposfera, infatti il metano è uno dei più potenti gas-serra e quindi è auspicabile la sua degradazione in CO₂ tramite combustione.

Gli unici svantaggi della produzione di biogas derivano da una cattiva gestione delle materie prime da parte della produzione. Infatti, a causa della scarsa redditività dell'agricoltura e dalla concorrenza dei paesi esteri, molte aziende agricole hanno trasformato la produzione in produzione specifica per biomasse. Questo pone però il problema della conversione di territorio agricolo a fine alimentare in territorio agricolo a fine energetico. In questi casi, poiché i vegetali necessari per la fermentazione non sono destinati all'alimentazione umana e poiché quello che conta è la resa, i terreni coltivati vengono irrorati con dosi massicce di fertilizzanti e di pesticidi, inquinando il terreno stesso e le falde acquifere sottostanti.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., BIOGAS INFORMA, n°0-7, Consorzio Italiano Biogas, 2012-2013

AA.VV., SPECIALE MACCANIZZAZIONE, numero unico, Consorzio Italiano Biogas, 2013

AA.VV., PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA (PAE), Regione Lombardia, 2007

AA.VV., AGGIORNAMENTO PAE 2008, Regione Lombardia, 2008

AA.VV., PIANO STRATEGICO DELLE TECNOLOGIE PER LA SOSTENIBILITA' IN LOMBARDIA, Regione Lombardia, 2009

AA.VV., PIANO PER UNA LOMBARDIA SOSTENIBILE, Regione Lombardia, 2007

AA.VV., BILANCIO ENERGETICO REGIONALE, Regione Lombardia, 2010

AA.VV., RELAZIONE SOSTENIBILITA' AMBIENTALE (RSA), Provincia di Milano, 2004

AA. VV., HAMMARBY SOJSTAD: A UNIQUE ENVIROMENTAL PROJECT, Alphaprint, Stoccolma, 2007

AA.VV., BIOGAS, CRITERI PER UNA PRODUZIONE SOSTENIBILE, Legambiente, 2013

Emilia Costa, IL QUARTIERE DI HAMMARBY, Dispensa, Milano, 2010

Capitolo 2

Il rapporto tra industria e architettura

2.1 - Breve storia dell'architettura industriale

La necessità progettuale di un edificio urbano per la produzione energetica non può prescindere da uno studio della storia dell'architettura industriale e dalla metabolizzazione degli esempi, che i grandi architetti hanno realizzato nel passato.

La costruzione dell'industria è un capitolo piuttosto recente nella storia dell'architettura, infatti, essa nasce con la "Rivoluzione Industriale" alla fine del XVIII secolo. Tale capitolo è raramente trattato in maniera estensiva ed è generalmente circoscritto a episodi isolati e snobbati dalla maggior parte dei libri di storia e dalle riviste di settore, a causa di una costante dicotomia tra le opere monumentali, che segnano un'evoluzione del gusto dello stile, e le costruzioni di stampo meramente manualistico senza nessuna connotazione artistica.

Oggi la domanda: "che cosa hanno prodotto tre secoli di architettura industriale?", rimane ampiamente vaga. Non si possono negare, infatti, da un lato grandi risultati estetici e architettonici, dall'altro, grandi fallimenti urbanistici d'industrie, singolarmente molto curate, ma sgraziatamente inserite nel contesto urbano e sociale.

Storicamente è individuabile una tendenza di fondo a considerare l'architettura come la sola componente esteriore di un macchinario messo a punto altrove, dove la firma dell'architetto famoso diventa un ornamento, senza intaccare la struttura organizzativa e produttiva, rigidamente predeterminata. Operazioni sovrastrutturali di questo genere acquistano il sapore di beffa, sia per il progettista che per il pubblico, che, pur vedendo elementi di cambiamento esteriore, ignora la ben più ordinaria portata della realtà dei fatti. Esistono tuttavia eccezioni, come AEG e Olivetti, dove la società rinuncia a una parte del proprio potere decisionale, in vista di marcati miglioramenti di produttività e accettabilità dell'immagine sociale.

Per parlare di storia dell'architettura industriale, non si può prescindere dalle esperienze della "urbanistica industriale" del '800.

I primi tentativi in questa direzione furono delle industrie più disponibili a concessioni paternalistiche, in grado di legare ulteriormente a sé gli operai e le loro famiglie, estraniandoli dalle città o meglio dagli *slums*, che generalmente gli accoglievano.

I primi grandi maestri dell'architettura industriale sono, sicuramente, Tony Garnier ed Erich Mendelsohn, la cui carica utopistica lasciò un grande segno nella storia della produzione.

Tony Garnier (1894-1948) è la personalità più significativa del proto razionalismo francese, nonché precursore dell'urbanistica razionalista. Nel 1901 progetta, nei più minuti dettagli, la *Cité Industrielle* per 35.000 abitanti, prototipo della nuova città del domani: un domani sempre più dominato dall'industria e dalla necessità di separare le "zone" della città. La città è suddivisa in tre zone: la zona industriale, quella residenziale - centrale e il distretto ospedaliero.

La zona industriale è il nucleo pulsante della città, viene situata nelle vicinanze di due fiumi e ampiamente implementata d'infrastrutture (strade, ferrovie e una sorta di porto fluviale) per rendere completo il sistema di comunicazione.

L'industria viene separata da una cortina verde, una separazione verticale che sottolinea la necessità di dare aria pura e salubre agli abitanti e cerca di risolvere in maniera utopistica il problema dell'inquinamento ambientale.

Uno sguardo alla configurazione planimetrica della Cité ci mostra chiaramente quanto poi, trent'anni dopo, svilupperanno i maestri del razionalismo. Questi principi di separazione e zonizzazione, infatti, saranno codificati solo nel 1933 con la Carta di Atene del CIAM e saranno applicati solo negli anni '50 da Le Corbusier nella città di Chandigarh, in India.

Alcune delle idee di Garnier verranno messe in pratica, dallo stesso, a partire dal 1904 a Lione: nascono, infatti, gli Abattoirs de la Mouche, il quartiere Etats Unis e lo Stadio Olimpico. Ma la sua grandezza rimane ancorata al suo utopico progetto urbanistico, e alle sue teorizzazioni della città industriale; emblematica la sua affermazione del 1917: << La maggior parte delle città nuove, fondate da ora in poi, saranno dovute a motivi di ordine industriale>>. ¹



Fig. 5: Tony Garnier, Cité Industrielle

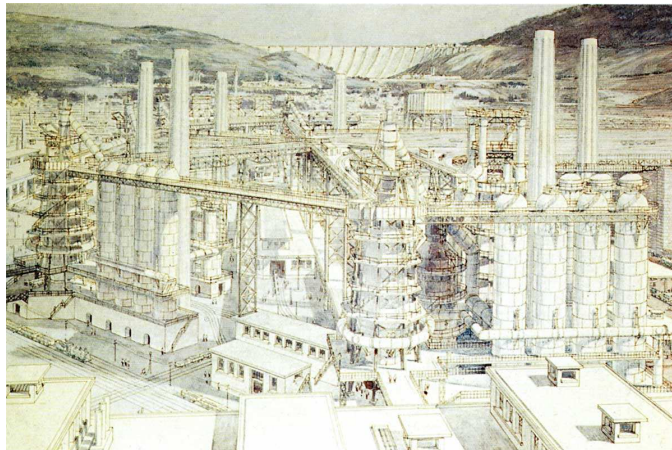


Fig. 6: Tony Garnier, fabbrica per la Cité Industrielle

Più estrosa e ricca di carica utopistica è la personalità di Erich Mendelsohn (1887-1953), che è unanimemente classificato tra gli espressionisti, e che, in verità, coglie dalla civiltà industriale gli aspetti formali e architettonici piuttosto che quelli ideologici urbanistici. Secondo Bruno Zevi la sua opera sviluppa “la tridimensionalità antiprospectica” tipica del Movimento Moderno, e intuisce le possibilità espressive dell'estetica della macchina, cogliendo aspetti suggestivi delle forme e delle immagini legate al prodotto industriale. Negli anni '20 progetta, infatti, fabbriche e opifici che richiamano al loro contenuto, conformandoli a un archetipo di stile “macchinistico”.

Già dai suoi potentissimi schizzi “visionari” del 1914, balza all'occhio, insieme alla plasticità e alla grandiosità delle forme, l'aspetto aggressivo dei corpi verticali e si capisce che gli è indifferente il contenuto dell'edificio. L'unico suo interesse è l'unitarietà e armonicità delle forme ispirate alle macchine, pregne di razionalità e non mortificate da inutili scelte di simmetria e decorativismo pseudoartistico. La purezza espressiva della sua linea è un dato di fatto: non un orpello decorativo o un'irregolarità interrompono i ricorsi verticali e orizzontali, scanditi regolarmente della loro asimmetria.

Sempre secondo Zevi la sua “tridimensionalità antiprospectica” implica << moto, visione temporalizzata, senza processi analitici disgregatori >> ².

Anche gli schizzi più celebrati, quelli del 1917 per una fabbrica di apparecchi ottici e per due edifici industriali con gru, sono di un'irrealtà impressionante. Nel primo caso, << i due bastioni a orbite spalancate della fabbrica sono collegati dal getto dell'imponente basamento >> ³. Nel 1951 Mendelsohn realizza la sua opera più “compromessa” con la realtà, il cappellificio Steinberg a Luckwalde, successivamente ampliato, in cui le coperture a spigolo vivo con l'originale sistema d'illuminazione forniscono un esempio di fattibilità delle sue utopie e, com'è ovvio, la realtà si rivela meno affascinante della fantasia.

Anche in lui, dunque, troviamo un capitolo largamente dedicato all'architettura industriale intesa come ideale onirico di un'estetica, piuttosto che un pre-progetto reale o realizzabile.



Fig. 7: Erich Mendelsohn, Cappellificio Steinberg

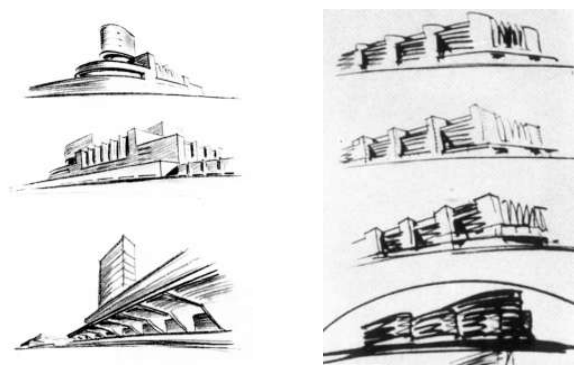


Fig. 7 e 8: Erich Mendelsohn, schizzi

I primi sintomi di un sostanziale cambiamento di rotta si erano già manifestati con le opere di Hennebique e Perret ai primi del secolo, ma è solo dal 1910 che possiamo datare la nascita dell'industria moderna. Questo è infatti l'anno in cui Walter Gropius e Adolf Meyer progettano e realizzano la fabbrica di scarpe e affini Fagus, ad Anfeld an der Leine, in Germania, dove è marchiato il richiamo al potente monumentalismo dell'AEG, ma tradotto in un linguaggio sicuramente più moderno. La ricorrenza di fasce vitree e la struttura tecnologicamente avanzata del cemento armato con i pilastri arretrati, la "poetica dell'angolo" e la razionale composizione delle facciate e dell'organismo volumetrico ne fanno un'opera chiaramente razionalista. La volontà di annullare ogni gioco compositivo o partito decorativo, di predisporre facciate glabre o spazi interni estremamente flessibili è dettata da uno spirito nettamente funzionalista, che verrà, per altro, da loro messo a punto dirigendo, in tempi successivi, il Bauhaus.

E' proprio nello spirito di questa prestigiosa scuola un certo totalitarismo dell'architettura, cioè la convinzione che ogni parte dell'habitat e ogni elemento della struttura ambientale vadano progettati e pianificati. Possiamo dunque vedere un filo conduttore tra l'interesse iniziale di Gropius per l'architettura industriale e il suo approfondimento successivo per l'estetica della produzione industriale, attuato nel Bauhaus.

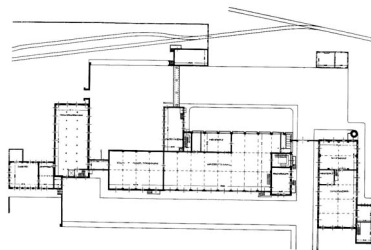


Fig. 7, 8 e 9: Walter Gropius e Adolf Meyer, Fabbrica di Scarpe e Affini Fagus

Parallelamente alla cesura linguistica costituita dal Razionalismo e dall'ideologia del "tabula rasa", si sviluppa una linea linguistica dell'architettura industriale sempre più ripiegata a modelli stereotipati e di profilo minore. Si tratta di una "architettura senza architetti" dettata non da uno spontaneismo padronale ma dall'acuirsi della divaricazione professionale fra ingegneri e architetti. L'industria sceglie quindi un risparmio sulla forma e un guadagno sulla sostanza, causati da nuove necessità strettamente tecnologiche, organizzative, impiantistiche e funzionali.

Tuttavia si verificano anche esempi di progettazione puramente tecnicista, che involontariamente assume valenze estetiche e simboliche, come l'esempio dello stabilimento Fiat-Lingotto, celebre per la sua pista di collaudo parabolica situata sul tetto e per le rampe interne di sapore squisitamente futurista.

Mentre a Milano viene costruito il complesso industriale Italcima, ancora legato al razionalismo, negli Stati Uniti brillano già gli albori di una nuova epoca dell'architettura industriale. Infatti, è nel primo dopo guerra che l'industria americana vive una seconda rivoluzione.

Nella concorrenza spietata che intercorre fra gli imprenditori, le sedi delle aziende diventano sempre più pretenziose e la pubblicità inizia a essere fatta anche con l'architettura. Nascono dunque edifici storicamente e architettonicamente rilevanti, come i laboratori Johnson Wax di Frank Lloyd Wright (1939) a Racine, Wisconsin, esempio paradigmatico della "organicità", oppure l'identificazione di un architetto con l'industria per cui progetta, come nel caso di Albert Kahn per Ford.

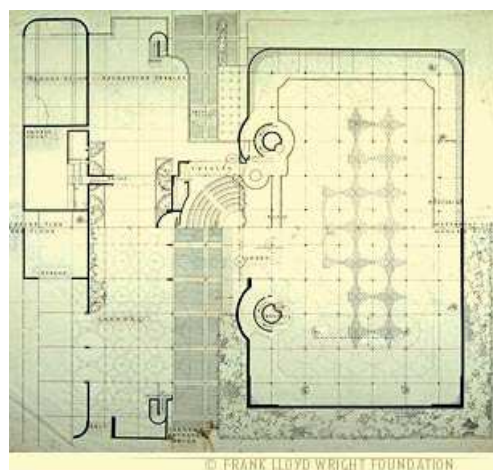


Fig. 10 e 11: Frank Lloyd Wright, Laboratori Johnson Wax

Piattezza ed essenzialità, filosofia del "passare inosservati", sono le basi dello sviluppo industriale in Italia negli anni '30 e '40; il razionalismo, ridotto al puro formalismo della scatola parallelepipedica priva di ornamenti, è il linguaggio adottato.

Il secondo dopoguerra costituisce l'età del "pluralismo". Questo termine indica che <<l'uomo ha perso la fiducia nelle soluzioni globali e quindi nello "stile internazionale">> e rappresenta <<una reazione a una certa rigidità di carattere del primo funzionalismo e, allo stesso tempo, la volontà di tenere conto delle differenze di carattere regionale>>⁴. Il crollo dei miti razionalisti della pianificazione si accompagna a una diffusione mondiale del linguaggio architettonico così detto moderno e a un generale rilevante appiattimento, in particolare dell'architettura industriale, con le tradizionali eccezioni di industrie famose o ancora governate da padroni egocentrici. Prevale, come si vedrà, l'architettura di facciata, il "manierismo" dell'architettura moderna, se non il gusto del nome famoso, la ricerca dell'architetto alla moda, che sono vuote esercitazioni di retorica di fronte a una situazione reale sempre più insostenibile di sfruttamento della manodopera e compromissione del territorio.

Una qualificazione delle costruzioni industriali non può che venire da quei paesi non coinvolti nel conflitto mondiale, o solo in parte, che hanno potuto sviluppare indisturbati le conquiste della rivoluzione industriale. E' quanto accade in Svezia negli anni '50, dove si assiste al singolare, intenso rapporto di Ralph Erskine con l'industria: nel 1947 inaugura la serie dei suoi celebrati edifici industriali con la Fabbrica di materassi a Köping, mentre è del 1950 la più famosa Cartiera a Fors, in cui la continuità della parete ondulata, la rugosità della superficie, le singolari sporgenze dei suoi volumi-funzione denunciano un organismo talora espressionista, ma sempre lucidamente motivato da ragioni funzionali. L'*understatement* tipicamente britannico di questo architetto gli evita di sottolineare

preoccupazioni di carattere estetico, attribuendo a puro funzionalismo i suoi indubbi risultati estetici.

<<Realismo e “humour” restituiscono all’architettura la sua profonda funzione istituzionale: realismo come coscienza del sociale, “humour” come consapevolezza della storia, esperienza della forma come esperienza dell’integrità individuale espressa socialmente e storicamente>>⁵ afferma Stefano Ray, e ancora, a proposito della Cartiera di Fors, paradigmatica del suo stile: << Definita in volta “capricciosa”, “barocca”, “incontinente”, l’opera più nota di questi anni, la fabbrica di Fors, esprime, con la chiarezza di un diagramma e l’enfasi di un manifesto, l’impeto formale e la volontà di rigore funzionale che animano Erskine>>⁶.

L’atteggiamento prevalente a livello mondiale è in questi anni teso a ricostruire un tessuto produttivo lacerato in più parti dalla guerra, ma ciò non impedisce che anche in paesi duramente colpiti si cerchino architetture più espressive e simboliche, più autentiche e permeate dal *genius loci*.

Il Giappone si distingue in questo suo sforzo di ricostruzione dell’apparato produttivo e sociale senza, probabilmente perdere né contatto con la tradizione né con il mondo occidentale e le sue leggi economiche.

Certamente gli architetti giapponesi sono costantemente alla ricerca di nuove linee espressive e, nella loro tensione a nuovi traguardi, ottengono risultati, spesso di grande qualità; basti ricordare il gruppo Metabolism animato da Kisho Kurokawa e la sua ideologia organico-technica che ne permea due opere importanti: la sede-uffici della Sony a Osaka (1975) e la Fabbrica Nitto Shokuin a Sagae (1966). Rilevante è comunque l’impegno professionale e la ricerca tecnologica e formale di Kurokawa nel campo industriale, dimostrato nel brillante progetto per il Centro di ricerche chimiche che la Bayern di Leverkusen (1979) ha commissionato, mediante concorso a inviti. La soluzione dell’architetto nipponico si manifesta, come gli è usuale, in strutture estremamente razionali, dotate di grande flessibilità interna, con soluzioni formali quasi megastrutturali e impiantistiche di grande raffinatezza e funzionalità.



Fig. 12, 13, 14 e 15: Kisho Kurokawa, Sede Sony

2.2 – AEG e Behrens

Il primo esempio organico tra industria e architettura ci è dato a fine XIX secolo dalla berlinese AEG (Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft), esponente di spicco della grande industria tedesca d'anteguerra e chiave di volta dell'economia del potente Impero Germanico.

L'azienda, seguendo una politica di management aggressivo ed espansione sul mercato europeo, inizia una stretta collaborazione con il "Deutscher Werkbund" già nel 1889, ma solamente nel 1907 questa saldatura diverrà completa, quando il direttore amministrativo Paul Jordan chiama Peter Behrens con l'incarico di consulente artistico generale.

Il compito di Behrens consiste nell'unificare e razionalizzare la progettazione di nuove fabbriche, dei quartieri operai, ma anche di oggetti industriali di vario genere e perfino stampati e grafici pubblicitari.

Il suo rapporto organico con l'azienda non ne sminuisce la carica innovativa: Behrens produce il meglio di sé proprio per AEG, la sua produzione successiva non raggiunge mai uguale intensità espressiva o carica simbolica. Secondo Pevsner: «Behrens fu il primo della serie che conduce agli stylist americani di oggi, a Giò Ponti ad Arne Jacobsen. Ma le sue costruzioni considerate puramente come architettura sono altrettanto importanti. Ciò che Garnier stava facendo a Lione, Behrens lo faceva a Berlino e la nobiltà della sua opera è anche più pura, e più di quella di Garnier staccata dai motivi del passato»⁷.

Behrens, che aveva studiato pittura e arte applicata, ha modi di vedere realizzata una gamma estesissima di progetti: i suoi acquarelli e disegni si trasformano regolarmente in prodotti industriali di serie come le famose lampade ad arco, le bottiglie di vetro o altre suppellettili col marchio AEG. Se si collega questa sua attività progettuale "minore" con i progetti di edifici industriali di grandi dimensioni o di quartieri operai, è subito evidente come il Bauhaus di Gropius, con tutta la sua ideologia innovatrice, debba praticamente tutto a Behrens, infatti, sia Gropius che Mies van der Rohe e Le Corbusier passarono dallo studio dell'architetto berlinese e vi hanno appreso i segreti di una profonda ed estesa professionalità.

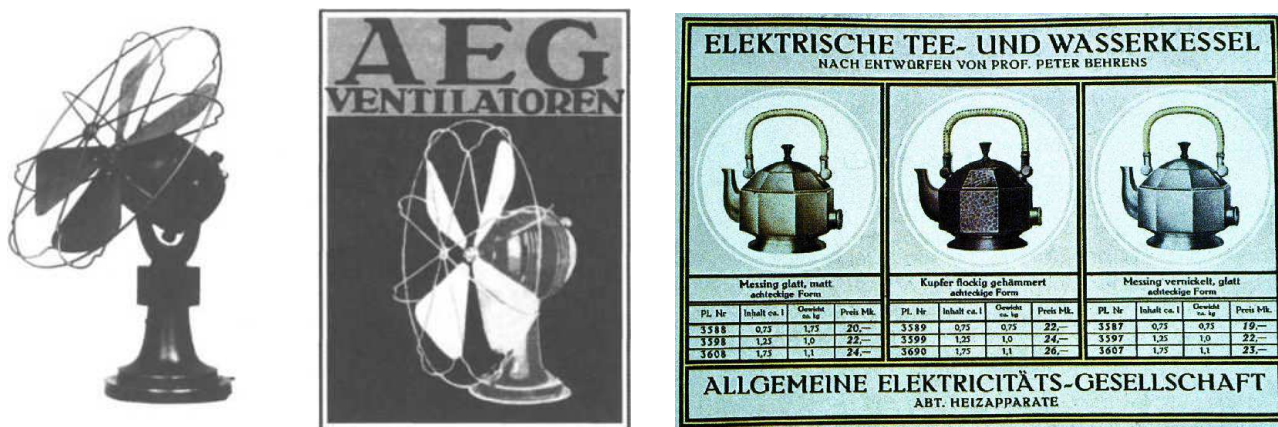


Fig. 16, 17 e 18: Peter Behrens, Ventilatori e Teiere AEG

Secondo Bruno Zevi, Behrens «...rimase un conservatore pur teso ad affrontare i problemi dell'azione contemporanea. Fu un esempio di onestà e di energia in un'epoca di facili cedimenti; ma, sul terreno del linguaggio, non può offrire indicazioni attuali»⁸.

Behrens all'AEG fornisce esempi chiarissimi dell'ideologia del *sachlichkeit*, e ne dà egli stesso spiegazione, rifiutando la "decorazione" che altrove in Europa era ritenuta

necessaria e che il liberty esasperava in ogni sua forma: <<Più che una ricca ornamentazione, va perseguita una semplificazione che favorisca i perspicui rapporti di misura delle singole parti. (...) Infatti nel lavoro a macchina sarebbe insopportabile trovare le medesime forme pretenziose>>⁹.

Con ciò Behrens si colloca nella linea che Adolf Loos rappresentava in Austria, cioè contro la decorazione di superficie, inutile e ridondante: gli oggetti stessi nella loro forma funzionale avrebbero costituito "qualità". Si schiera perciò con il *design* contro lo *styling*, se vogliamo usare un linguaggio moderno, cioè con la progettazione attraverso il disegno e non con la semplice <<cosmesi dell'oggetto d'uso, che non ha nessuna altra ragione tecnica o scientifica se non di accrescerne la piacevolezza e aumentarne la vendita>>¹⁰.

Negli anni in cui Behrens affronta i primi progetti importanti per AEG, Walter Rathenau succede al padre nella guida dell'azienda: anch'egli ingegnere, fisico specialista in elettrochimica e filosofo, incarna l'anima neo capitalista della società, e le imprime una energetica svolta nella direzione di sostenere attività culturali e sociali prima non adeguatamente sviluppate. Con lui si realizzano i migliori edifici industriali dell'AEG, il circolo nautico "Elektra" e una rete di negozi di vendita a Berlino (1910), ma anche case per lavoratori a Henningsdorf (1911), mentre si diversificano le attività dell'azienda: dalle locomotive agli aeroplani, alle vernici e alle porcellane.

L'AEG d'anteguerra sviluppa l'idea dell'officina come sintesi suprema di uomo e macchina e affronta uno sforzo colossale che <<viene immaginato come una palingenesi collettiva dell'anima germanica; nella religiosità del lavoro industriale si conseguirà finalmente il pieno dello spirito sulla materia>>¹¹. Non vi è dubbio che all'impegno espansionistico tedesco abbia contribuito pure un diffuso sentimento religioso, che verosimilmente scaturiva dalla Riforma, e che era assente sia in Inghilterra sia nel resto d'Europa, dove la tradizione cattolica ispirava certamente l'idea del lavoro come sacrificio e "necessità".

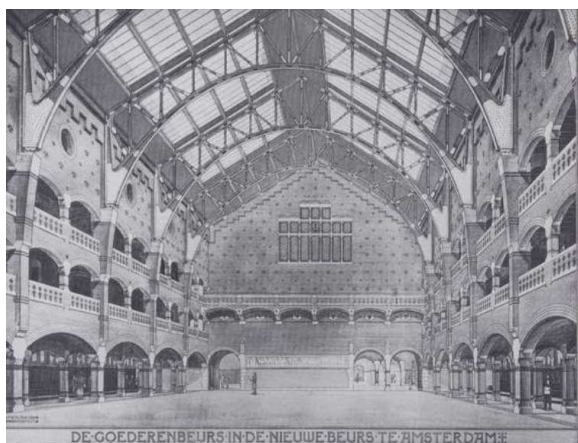


Fig. 19 e 20: H.P. Berlage, Borsa di Amsterdam

L'architettura industriale di Peter Behrens riflette in pieno queste scelte. Se già qualcuno aveva rilevato un carattere religioso nell'architettura della Borsa di Amsterdam (1898-1903) di Hendrik Petrus Berlage, non si può disconoscere il carattere ugualmente religioso delle tre più importanti fabbriche progettate da Behrens: dalla celebrata Turbinfabrik (1909) alla Fabbrica Grandi motori, alla monumentale Hochspannungsfabrik (1911), tutte a Berlino.

Per la prima, si è parlato di "sintesi tra tempio greco e officina", e proprio come la Borsa di Amsterdam è il tempio del capitalismo, del denaro, così la Turbinfabrik è il tempio del lavoro e della produzione industriale. La sua forma è essenziale, assente ogni

decorazione, e la copertura, con falde inclinate e ampia illuminazione dall'alto e laterale, ricorda il frontone di un tempio greco, solo poligonale invece che triangolare. La struttura di questo grande capannone è in ferro, un telaio a traliccio a tre cerniere visibile lateralmente e coperto sui fronti da massicce strutture murarie a ricordi digradanti. Secondo Ernesto Nathan Rogers <<l'AEG riassume questo carattere di Behrens in modo particolarmente evidente perché è tanto misurata quanto immaginosa, al punto da assurgere a monumento>>¹².

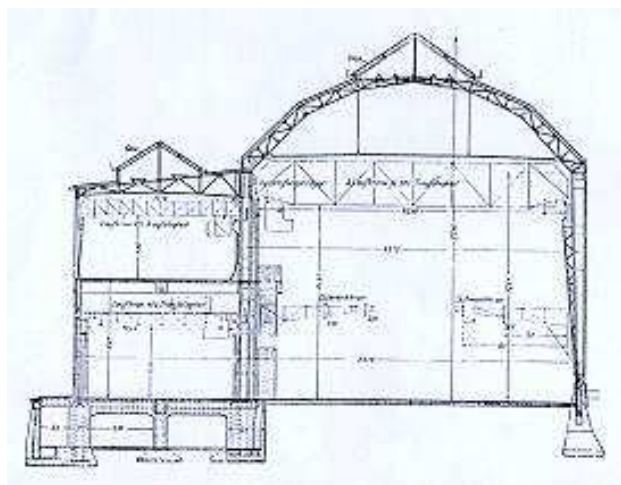


Fig. 21 e 22: Peter Behrens, Turbinfabrik

La Fabbrica Grandi Motori, invece, può considerarsi un *remake* in tono minore della precedente, ma con uno slancio probabilmente maggiore, dovuto alle grandi vetrate frontali e laterali: anche qui è infatti il frontone poligonale a chiusura dell'organismo spaziale, ma tutta la composizione risulta meno armonica ed equilibrata della precedente, che viene tutt'ora considerata il capolavoro di Behrens ed assurge, addirittura, ad <<edificio più simbolico>> della <<tipologia più emblematica (l'architettura industriale ndr) del proto razionalismo>>¹³.

Per la Hochspannungsfabrik è ancora più evidente il significato d'industria come nuovo potere della società, perché qui, il monumentalismo behrensiano non riesce compiutamente a diventare espressionista: l'aspetto è praticamente di un castello con alte mura e torri, che non riescono ad alleggerirsi nemmeno con le reiterate bucatore costituite dalle grandi vetrate o con le finestrate digradanti a scala sui fianchi. Pure il fianco massiccio con i due frontoni, questa volta triangolari, e le finte colonne, che comunicano un'impressione di potenza e di solidità che la quasi assoluta simmetria non fa che accrescere. In ultima analisi <<la fabbrica non è più soltanto un luogo dove si lavora, ma un'immane strumento, una macchina colossale nel cui interno migliaia di uomini agiscono secondo un'inflessibile disciplina: è la sintesi suprema di macchina e uomo, impegnati nel processo razionale che soggioga la materia allo spirito>>¹⁴.

Nonostante l'esperienza di Behrens all'AEG dura solo cinque anni, segnerà profondamente l'architetto berlinese e ne renderà difficile separare la figura da quella della Società. Egli rimarrà per tutti "l'architetto AEG".

2.3 – Il Caso Olivetti

Con il “caso Olivetti” siamo a una tappa fondamentale dell’evoluzione tra i rapporti tra architettura e mondo industriale.

La politica culturale dell’AEG che si può dire aveva dominato la scena architettonica dell’inizio del secolo non poteva trovare continuazione più naturale nell’atteggiamento umanistico dell’Olivetti.

La spiegazione di un simile rapporto privilegiato tra arte e industria è indubbiamente anche nell’atteggiamento non-provincialista del fondatore, Camillo Olivetti, che portò nella sua attività una ventata d’idee nuove e progressiste, frutto della lunga permanenza negli Stati Uniti.

Il vero artefice dello sviluppo mondiale Olivetti fu, però, il figlio di Camillo, Adriano, che fin dal ’31 aveva gettato le basi della sua personale politica con la costruzione dell’Ufficio Sviluppo e Pubblicità, al quale aderirono nomi prestigiosi: BBPR, Nizzoli, Persico, Figini e Pollini. Fu proprio sotto Adriano che la Società ebbe il suo primo fabbricato industriale ben organizzato, razionalmente costruito, opera nel 1937-38 di Figini e Pollini. La fabbrica di macchine da scrivere, successivamente da calcolo, venne costruita con i migliori criteri del Razionalismo europeo in un periodo di reazione monumentali sta e accademica.

Nel ’36 affida la redazione del Piano Urbanistico della Valle d’Aosta e del Canavese al gruppo BBPR, Bottoni, Figini e Pollini. Se oggi la cosa può sembrare di poco interesse si pensi che la Legge Urbanistica Nazionale sarebbe stata approvato solo nel ’42 e si rifletta sul fatto che era un’industria a lanciare un’operazione di programmazione urbanistica con contenuti sociali intrinseci di altissimo livello.

Del 1955 è l’altra significativa tappa del rapporto Olivetti-architettura, con l’inaugurazione della fabbrica di Pozzuoli, opera di Luigi Cosenza. Si nota qui un significativo distacco dalle forme più consuete dell’architettura industriale e un’immersione totale nella natura, nel paesaggio mediterraneo che circonda gli edifici. Due aspetti non secondari dell’ideologia Olivetti: da un lato il desiderio di costruire la “fabbrica felice” dove le tensioni siano ridotte, una fabbrica in cui anche le forme esterne denotino più familiarità e meno severità, più trasparenza e luce naturale che pareti cieche e luce artificiale; dall’altro l’insistenza sul verde, sui parchi che spessissimo circondano gli edifici.



Fig. 23, 24 e 25: Luigi Cosenza, Fabbrica Olivetti a Pozzuoli

Negli anni ’50 inizia l’espansione di Olivetti in Sud America con le due grandi fabbriche di San Paolo in Brasile e Buenos Aires in Argentina, firmate da Marco Zanuso. Si riscontra in questi due esempi alcune caratteristiche della progettazione industriale moderna, in particolare l’integrazione fra impianti e strutture sia a livello formale che a livello distributivo ed organizzativo.

Nel caso di San Paolo abbiamo una composizione a maglia triangolare estremamente flessibile e sottesa a una struttura molecolare autonoma: volte sottili in cemento armato

senza catene per ogni triangolo di base, struttura impiantistica autonoma, tale da costituire una "unità cellulare".

Interessante, altresì, la soluzione dei condotti per l'aria condizionata, contenuti nei pilastri cavi e terminati con piccoli fumaioli, uno per ogni "unità". Tutto l'impianto urbanistico della fabbrica si basa su modelli esagonali, di cui appunto il triangolo è l'elemento base.

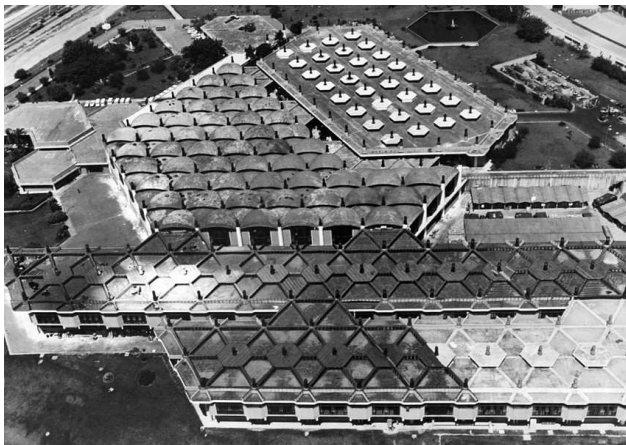


Fig. 26 e 27: Marco Zanuso, Fabbrica Olivetti a San Paolo

L'Olivetti consente, dunque, ampia sperimentazione architettonica e, nella maggioranza dei casi, agevola soluzioni d'avanguardia, spesso rivoluzionarie rispetto alla tradizione locale o della piatta architettura industriale dell'establishment professionale.

Alla morte di Adriano, nel 1960, non finisce l'attività culturale promossa da Olivetti, gestita, infatti, da Renzo Zorzi, continua la stretta relazione tra l'azienda e gli architetti più significativi del tempo. Su dieci progetti di nuove sedi, solo cinque vengono portati a termine, e per lo più in versioni ridotte e con minori pretese. Tra le vittime di questa crisi vi sono anche i progetti di Richard Meier, Van den Broek e Bekama, James Stirling e Vico Magistretti.

Si realizzano invece tre opere d'importanza rilevante: la nuova sede di Francoforte (1972) di Egon Eiermann, il centro di addestramento tecnico della British Olivetti (1973) di Stirling e il residence-centro servizi "La Serra" a Ivrea (1976) di Igino Cappai e Piero Mainardis.

Anche in questi casi prevale la filosofia Olivetti di servirsi di professionisti di successo, ma non perfettamente identificabili all'una o all'altra tendenza stilistica: non i grandi maestri, ma, sicuramente, gli esponenti più in vista del "pluralismo" stilistico.



Fig. 28 e 29: Egon Eiermann, Fabbrica-uffici a Francoforte

In conclusione possiamo dire che non esiste uno “Stile Olivetti”, quanto meno non nei termini architettonici della parola, infatti, è impossibile riconoscere un edificio Olivetti a “vista”. Questo, però, è comunque corretto, poiché Olivetti a sempre cercato di valorizzare le differenze, la discontinuità e la ricerca del nuovo in una visione non egocentrica dell’universo, ma relazionandosi a una molteplicità d’immagini adagate nei luoghi, sempre in bilico tra il passare inosservate e l’essere un segnale.



Fig. 30 e 31: Cappai e Mainardis, Residence “La Serra”



Fig. 32: James Stirling, Centro Addestramento Haslemere

2.3 – Albert Kahn “l’architetto Ford”

Un altro esempio paradigmatico della relazione tra architetto e industria è quello offerto dall’opera di Albert Kahn per la Ford.

Albert Kahn nasce a Rhaunen, in Germania, nel 1869, le condizioni economiche della famiglia sono piuttosto precarie tanto che decidono di tentare la fortuna negli Stati Uniti. Nel 1880 si trasferiscono a Detroit, città in forte espansione industriale.

Tuttavia le condizioni economiche della famiglia non migliorano e Albert si trova costretto ad abbandonare gli studi e, data una spiccata attitudine per il disegno, viene mandato a lavorare presso lo studio Manson&Rice.

Vinta una borsa di studio indetta da *Architect and Building News*, viaggia in Europa, dove la sua formazione da autodidatta farà il salto di qualità, infatti, attraverso il ridisegno dei monumenti e delle grandi opere di Inghilterra, Francia, Belgio, Germania e Italia affinerà la sua conoscenza della composizione architettonica.



Fig. 33 e 34: Albert Kahn, Pierce Great Arrow e Packard Building n°10

Tornato a Detroit, brevetta, con il fratello Julius, una nuova tecnica costruttiva per il cemento armato, *Kahn System of Reinforced Concrete*, che sarà alla base del suo successo come “progettista di linee di produzione” primo fra tutti l’edificio per l’assemblaggio della Packard Motor Car Company del 1905.

Il Building n°10 è un edificio di due piani in cui l’uso del cemento armato viene reso ottimale da due esigenze: garantire la stabilità e difendere la costruzione dal frequente rischio d’incendi; ma a definire in pieno le potenzialità del cemento armato è la possibilità di costruire ampie superfici coperte libere dall’ingombro delle strutture portanti.

Il Packard Building 10 determina, quindi, una nuova definizione dello spazio di fabbrica: il progetto architettonico non è più lo studio di un involucro creato per rivestire la struttura o la funzione produttiva, ma si esprime in piena armonia con questi due elementi.

Il successo di questo edificio porta Kahn a lavorare nuovamente con l’industria automobilistica: prima, nel 1907, con la Burroughs Machine Company e la Mergenthaler Adding Machine Company e, nel 1909, con la Brown Lipe Chaplin Company.

Di questi anni è anche la sperimentazione di un altro assetto della fabbrica automobilistica alternativo a quello dell’edificio a più piani: un organismo articolato in più strutture a un solo piano corrispondenti ai diversi reparti di lavorazione. Su questo principio è fondato l’impianto Pierce Great Arrow di Buffalo (1906). La novità di questo complesso risiede nell’organizzazione dell’intero ciclo produttivo su uno stesso livello, si articola, infatti, di sette edifici di cemento armato con coperture a shed, corrispondenti, ciascuno, a un

segmento del processo produttivo: garage, edificio di costruzione, edificio di assemblaggio, carrozzeria, edificio di stoccaggio e sede amministrativa.

Questo modello di organizzazione del flusso produttivo, che fa muovere i semilavorati attraverso singoli edifici, anticipa il concetto di produzione in linea che troverà applicazione nelle industrie Ford.



Fig. 35 e 36: Albert Kahn, Highland Park

Il prestigio che, a seguito di queste prime realizzazioni, inizia a circondare lo studio di Kahn convince Henry Ford ad avvalersi della sua collaborazione. Ha così inizio un lungo e proficuo sodalizio che darà frutto nei grandi impianti di produzione Ford sia a Detroit sia nel resto del mondo. Questo rapporto assume connotati simili a quelli del modello europeo dell'AEG.

Ford non è alla ricerca di un artista che gli costruisca un'immagine della raggiunta potenza economica, né è interessato a tracciare il solco di una nuova estetica industriale; vuole solo un progettista capace di rispondere alle specifiche esigenze della produzione di massa.

Il primo esito della collaborazione tra Ford e Kahn è rappresentato dall'edificio per il montaggio di macchine di Highland Park, costruito nel 1909 nell'omonimo sobborgo di Detroit.

Questo progetto si compone di un corpo di fabbrica su quattro piani, con larghezza ridotta rispetto all'eccezionale lunghezza, la struttura è in cemento armato con interassi tra i pilastri di circa sei metri e mezzo; non esistono muri interni di divisione e tutti gli spazi di servizio sono collocati nelle parti marginali dell'edificio. Nella pianta emergono con evidenza i corpi per le comunicazioni verticali dislocati all'esterno a intervalli regolari su uno dei lati maggiori; oltre alla funzione di servizio, essi ospitano anche i montacarichi per trasportare i materiali ai corretti piani di lavorazione.

L'aspetto esterno della fabbrica evidenzia la maglia strutturale in cemento armato, nella quale i grandi telai metallici consentono l'apertura di ampie pareti vetrate. In questo modo, le tassative prescrizioni di Henry Ford circa la luminosità, la pulizia, la ventilazione e l'economia dello spazio interno trovano pieno accoglimento nelle soluzioni architettoniche.



Fig. 37: Albert Kahn, Highland Park

La seconda opera sviluppata da Kahn per la Ford è la realizzazione del polo di River Rouge, che inizia nel 1917, quando Ford decide di impiantare in quella zona una fabbrica per la produzione di sottomarini su incarico della marina militare americana. Per l'occasione Kahn progetta una struttura in acciaio denominata Eagle Plant. L'edificio di eccezionali dimensioni (30m di altezza, 100m di larghezza e 500m di lunghezza), sarà riconvertito alla fine del conflitto mondiale per la produzione di trattori.

Le varie unità sono concepite in modo da dare vita a una struttura autosufficiente per la produzione dei semilavorati e dei componenti.

Più che nella concezione, la vera innovazione di River Rouge risiede nei criteri di organizzazione del flusso dei materiali all'interno e all'esterno del complesso.

Su questo terreno Albert Kahn e Henry Ford s'influenzeranno a vicenda: l'architetto porterà l'esperienza maturata con le fabbriche a un piano, l'industriale metterà a disposizione i risultati ottenuti con i perfezionamenti del processo produttivo.

Anche se il diagramma di lavorazione predeterminato, assume il ruolo di schema base dello spazio fisico di lavoro, la progettazione dell'architettura industriale non è concepita da Albert Kahn come semplice risposta ai cambiamenti di organizzazione del lavoro, ma anche come elemento che a sua volta deve poter consentire tali cambiamenti.

La ricerca della massima flessibilità nella pianta degli edifici, così da renderla disponibile a tutti i mutamenti nella collocazione dei macchinari e lo sfruttamento intensivo di ogni metro quadrato, porta l'architetto a riproporre, in una versione rinnovata, il tipo edilizio a un solo piano su superfici molto estese.



Fig. 37: Albert Kahn, River Rouge



Dopo aver creato con questo complesso il più grande impianto industriale del mondo e aver attratto a Detroit migliaia di lavoratori, Henry Ford lancia una nuova parola d'ordine: antiurbanesimo.

Con questa prospettiva vengono prodotte piccole fabbriche collocate in ambienti bucolici tra corsi d'acqua e spazi verdi; ad Albert Kahn spetta di nuovo il compito di trovare la soluzione architettonica. Kahn decide, dunque, di cambiare completamente registro espressivo rispetto alle fabbriche urbane: l'impianto che progetta a Northville richiama la tradizionale edilizia industriale in mattoni.

I circa trent'anni di collaborazione tra Albert Kahn e Henry Ford si sono fondati su un rapporto di scambio reciproco: con Highland Park, River Rouge e gli edifici del programma di decentramento "l'architetto Ford" non ha mai pensato di creare monumenti, ma ha voluto rendere un servizio al suo committente facendo assumere all'organizzazione spazio un ruolo di supporto fondamentale per l'affermazione dell'organizzazione scientifica del lavoro.

2.4 – Rapporti tra industria e Movimento Moderno

In un clima di generale disarticolazione delle competenze e divaricazioni degli obiettivi tra industriali e architetti, si possono oggi considerare con entusiasmo i, seppur pochi, cenni di esistenza di attivi rapporti tra loro. Certo non mancano casi singoli, esempi apprezzabili, ma ben lontani da quel concetto di collaborazione organica, continuativa, come avveniva per AEG o Olivetti.

Casi esemplari possono dirsi quelli di della Bruan o, soprattutto, della IBM; ambedue impegnate in una ricerca, non casuale, di definizione standardizzata dei loro fabbisogni spaziali e nella qualificazione, attenta, del design del prodotto.

Per quanto riguarda la Braun non si possono citare edifici di un certo rilievo architettonico, per cui l'ambito dei suoi interessi si concentra sul design.

Discorso ben diverso per quanto riguarda IBM, infatti, la società è estremamente interessata, come da tradizione americana, alla "corporate image", ovvero a una linea d'immagine coordinata in tutti gli aspetti, grafica, edifici e prodotti. Tra i molti edifici IBM menzionabili, ma, di fronte all'uniformità dei risultati ottenuti, ci si rende conto di due fatti fondamentali. In primo luogo si tratta quasi unicamente di uffici e non d'industrie e, in secondo luogo, ci si trova davanti ad edifici estremamente simili tra loro, quasi indistinguibili, pur portando firme diverse.

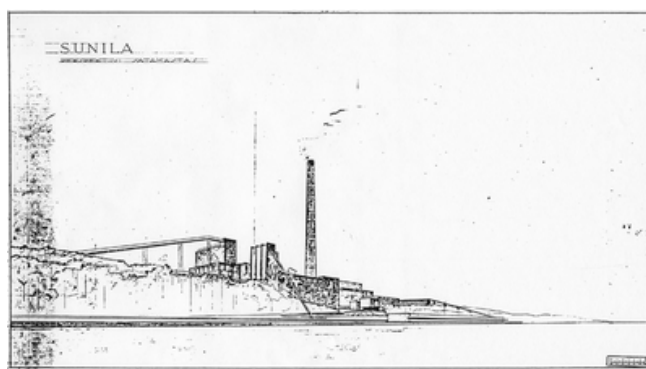


Fig. 38 e 39: Alvar Aalto, Fabbrica di cellulosa Sunila

Una notazione interessante può essere quella dell'atteggiamento dei grandi maestri del Movimento Moderno nei confronti dell'architettura industriale.

A parte esperienze del tutto isolate o rimaste allo stato di progetto, solo Alvar Aalto può dirsi veramente impegnato nel settore della progettazione industriale: si va dalla fabbrica di cellulosa di Sunilla del 1935-39, magnificamente inserita nel contesto del bosco circostante, con annesso abitazioni dei lavoratori; alla Segheria di Varkaus del 1945-46 dalle pareti in legno a sezione ricurva di grande suggestione; alla Centrale Termica per la Scuola Politecnica di Otaniemi del 1962-63 di ampia flessibilità interna e con funzioni chiaramente denunciate all'esterno. Ma anche in questo caso non sono le opere per cui Aalto è, giustamente, famoso nel mondo, né hanno avuto mai, nemmeno all'epoca del progetto, grande risonanza mediatica: opere che sarebbero state dimenticate se non si fosse ritenuto di dover pubblicare l'opera omnia di Aalto.

Anche Mies van der Rohe ha progettato una sola industria (Krefeld Silk, 1933), di scarsissimo valore architettonico, bisogna dunque scendere di livello per trovare architetti di fama coinvolti nella progettazione d'industrie.



Fig. 40: Alvar Aalto, Fabbrica di cellulosa Sunila, abitazioni

In conclusione, possiamo individuare tre fasi nell'evoluzione dei rapporti tra industria e architettura. In una fase, definibile di "espansione", un numero limitato d'industrie tese rapporti con artisti e architetti per migliorare l'immagine di se e non per conseguire un miglior ambiente di lavoro o un sistema produttivo progettato razionalmente. E' la politica della "bella sede", del progetto di facciata nella migliore delle ipotesi, non si riesce a vedere altro fine nell'intervento dell'architetto che, in quell'epoca, è comunque un prodotto delle accademie di belle arti e non dalle facoltà di architettura vere e proprie. Possiamo collocar questa fase, con un certo schematismo, dalla fine del secolo XIX e per i primi trenta-quaranta anni del XX.

Una seconda fase è individuabile nel progressivo distacco degli architetti dalla formazione belle arti e nella loro più matura assunzione d'impegno e responsabilità progettuali in toto: è un momento che potremmo chiamare "assestamento", perché le grandi industrie tendono a orientarsi su soluzioni progettuali esclusivamente "tecnicistiche", ciò porta a una perdita progressiva del rapporto con cultura e arte.

La terza fase è caratterizzata da uno sviluppo notevole della piccola e media impresa da un lato e da concentrazioni di grandi industrie dall'altro. In una ritrovata libertà manovriera della media industria, il loro conseguente inserimento nel dibattito culturale e artistico, la "sponsorizzazione" di manifestazioni, anche di un certo impegno, la generale presa di possesso dei media radiotelevisivi; in parole povere la media industria s'interessa di problemi apparentemente superficiali e secondari che risultano per essa qualificanti nei confronti dell'estero e gratificanti nei suoi stessi. E' chiaro, questo punto, che quell'interesse che i grandi gruppi industriali hanno perso nei confronti dell'architettura è ritrovabile in una miriade di piccole e medie imprese, ben lontane dal clamore della stampa e dalle prime pagine.

2.5 – Progettazione industriale a basso impatto ambientale

Negli ultimi anni la progettazione industriale si sta interfacciando con il tema dell'eco-sostenibilità, un tema che sta, lentamente, cambiando il modo di disegnare gli edifici e modifica le catene di produzione.

L'esempio più noto di questa tendenza è dato dalla sede della Solar Fabrik, ditta tedesca di pannelli solari, costruita a Friburgo nel 1999.

L'edificio di Munzinger Strasse è stato il primo progetto di fabbrica a emissioni zero e CO2 neutrale in Europa. L'intero fabbisogno di corrente elettrica e calore del reparto produttivo e di quello amministrativo è stato coperto grazie a un impianto fotovoltaico e a una centrale termo-elettrica a blocco alimentata con olio di colza. Nonostante questo edificio, pluripremiato, ora svolga il solo compito di sede amministrativa rimane un esempio che attira visitatori da ogni parte del mondo.

L'edificio principale della Solar-Fabrik è rivolto a sud e la lieve pendenza della sua facciata in vetro consente di sfruttare il basso irraggiamento solare nella stagione invernale per il riscaldamento solare passivo. In estate, quando il sole è più alto, i moduli integrati nella facciata offrono una rinfrescante ombreggiatura, che impedisce un surriscaldamento dell'edificio in vetro.

Anche il sistema di ventilazione segue logiche di sostenibilità ambientale, infatti, è un sistema di condizionamento dell'aria "naturale": l'aria fresca entra nell'edificio attraverso una serie di condotti interrati, dato che il suolo mantiene una temperatura costante, di circa 12 gradi, il consumo energetico per scaldarla d'inverno e raffreddarla d'estate viene notevolmente ridotto.

L'impianto fotovoltaico montato sull'edificio può essere considerato una piccola centrale di produzione solare, i suoi 572mq di estensione su tutte le superfici esterne dell'edificio permettono di sopperire il bisogno energetico dell'edificio e a fornire una parte di energia alla rete cittadina. Inoltre l'uso di questi pannelli in ottica architettonica aumenta il comfort interno fungendo da frangisole.



Fig. 41 e 42: Solar Fabrik Friburgo

Un altro esempio ben riuscito è rappresentato dalla Warwick & Framus, azienda leader in Europa per la produzione di strumenti musicali elettrici.

Essendo un'azienda che sfrutta materiali naturali come fonte primaria per i propri prodotti, l'attenzione alla preservazione dell'ambiente è sempre stata una tematica importante per la società, che ha imposto nuove linee di produzione, in continua evoluzione, per essere costantemente aggiornata ai più alti standard di sostenibilità.

Il processo è iniziato nel 2011 quando la direzione aziendale decise di utilizzare solamente legni certificati *Forest Stewardship Council*, ovvero, legni il cui taglio e ripiantumazione sono controllati e garantiti.

Il passo successivo è stato il calcolo della "impronta carbonio" della produzione e la progettazione di un nuovo stabilimento che portasse a essere "carbonio neutrale".

Sempre nel 2011 iniziano i lavori per la costruzione della nuova fabbrica di Markneukirchen, progetto fortemente caratterizzato dall'uso d'impianti ecologici (pannelli solari, riscaldamento geotermico coadiuvato dalla combustione degli scarti produttivi, uso di luci a basso consumo, torri eoliche) che garantiscono l'indipendenza energetica e supportano il fabbisogno della vicina città e da un'attenta scelta dei materiali costruttivi al fine di garantire un isolamento ottimale e il recupero del calore interno.

Infine, l'azienda ha finanziato la riforestazione del Parco Nazionale Gorongosa in Mozambico in modo da controbilanciare gli ultimi residui di CO₂ emessi dalla produzione.



Fig. 43 e 44: Stabilimento Warwick Markneukirchen

BIBLIOGRAFIA

Federico Bucci, L'ARCHITETTO FORD: ALBERT KAHN E IL PROGETTO DELLA FABBRICA MODERNA, Città Studi, Milano, 1991

Marco Biraghi, STORIA DELL'ARCHITETTURA CONTEMPORANEA, Einaudi, Torino, 2008

Glauco Gresleri, Enzo Zacchioli, ARCHITETTURA INDUSTRIALE, Damiani Grafiche, Bologna, 2006

Raffaele Raja, ARCHITETTURA INDUSTRIALE: STORIA, SIGNIFICATO, PROGETTO, Edizioni Dedalo, Bari, 1983

NOTE

¹ Cfr. TONY GARNIER, *Une cité industrielle, étude pour la construction des villes*, Parigi, 1917

² Cfr. BRUNO ZEVI, *Storia dell'architettura moderna*, Einaudi, Torino, 1950

³ *Ibidem.*

⁴ Cfr. NORBERG-SHULZ, *Significato dell'Architettura Moderna*, Elekta, Milano, 1974

⁵ Cfr. STEFANO RAY, *Ralph Erskine*, Dedalo Libri, Bari, 1978

⁶ *Ibidem.*

⁷ Cfr. N. PEVSNER, *L'architettura moderna e il design*, Einaudi, Torino, 1968

⁸ Cfr. B. ZEVI, *Cronache di Architettura*, n°701, Laterza, Bari, 1970

⁹ Cit. da <<Casabella>>, n°240, 1960

¹⁰ Cfr. G. DORFLES, *Introduzione al disegno industriale*, Einaudi, Torino, 1972

¹¹ Cfr. C.G. ARGAN, *Walter Gropius e la Bauhaus*, Einaudi, Torino, 1951

¹² Cfr. E.N. ROGERS su <<Casabella>>, n°240, 1960

¹³ Cfr. R. DEFUSCO, *Storia dell'architettura contemporanea*, Laterza, Bari, 1974

¹⁴ Cfr. C.G. ARGAN, *Op. cit.*

Capitolo 3

Un progetto per la produzione energetica sostenibile a Milano

3.1 – Lavorare sugli scali ferroviari a Milano

Il Comune di Milano, insieme a Ferrovie dello Stato e Regione Lombardia, ha dato avvio alla trasformazione delle aree dismesse negli scali ferroviari nell'ambito del territorio comunale (Farini, Greco, Lambrate, Rogoredo, Porta Romana, Porta Genova e San Cristoforo). Si tratta di un processo che, per la collocazione strategica delle aree e per le quantità coinvolte, è in grado di contribuire in modo determinante ai mutamenti della città di Milano nei prossimi anni, non solo in relazione all'Expo, ma anche in vista di un necessario riordino del sistema di connessioni che, alla grande scala, proiettano la città nella sua più ampia regione.

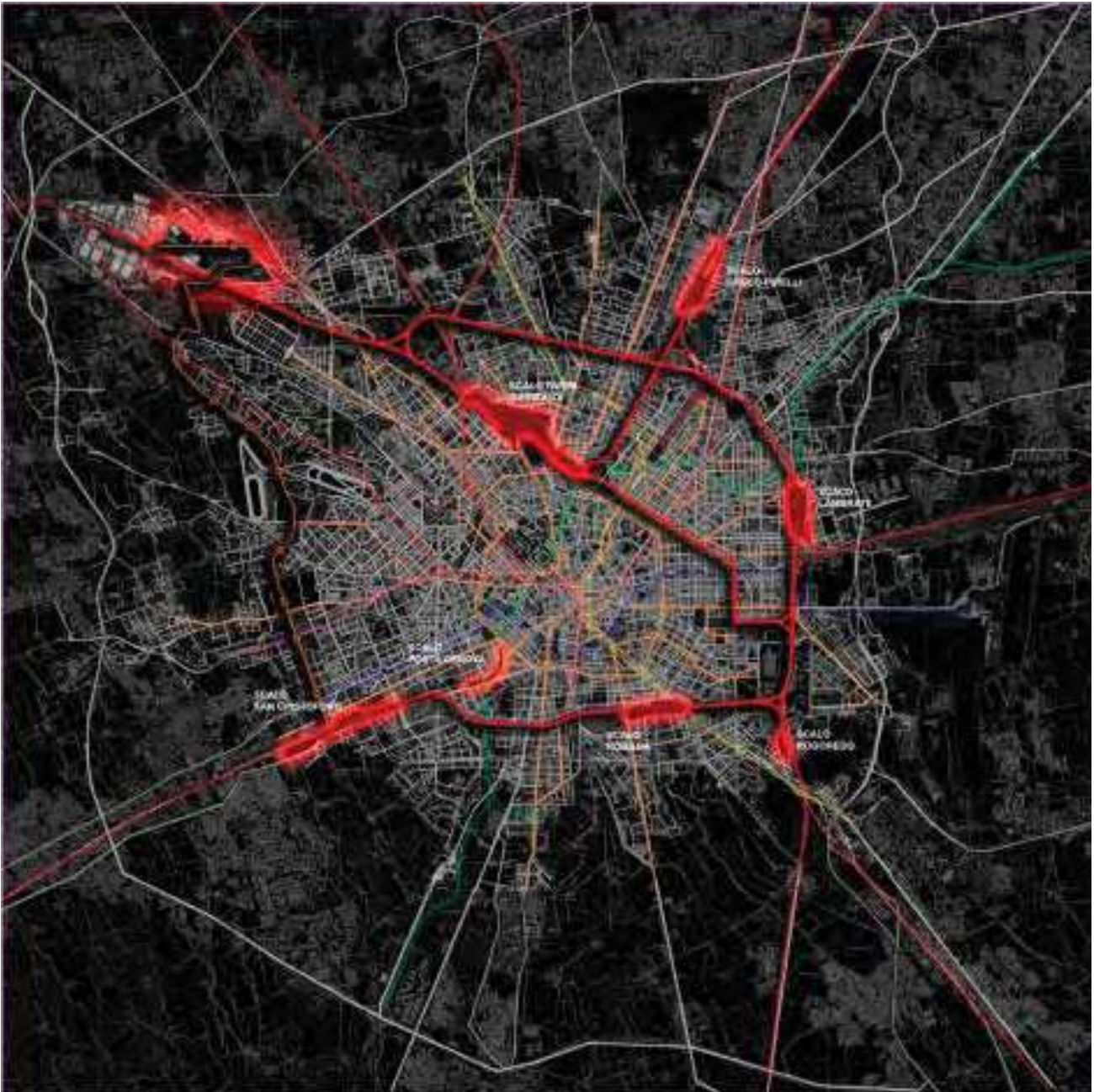


Fig. 45: Sistema degli scali dismessi a Milano

Il “vuoto urbano” che si viene a creare con la dismissione degli scali ferroviari si presenta come occasione per affrontare il tema del risanamento e della mitigazione degli effetti negativi della città di Milano: congestione, traffico intenso, alterazioni del clima locale,

incremento delle superfici impermeabili, scarsa presenza di vegetazione e di specchi d'acqua, formazione dell'isola di calore. Le aree in questione, distribuite in contesti fortemente edificati, sono individuate come ambiti per affrontare il deficit ambientale e i problemi pregressi della città già costruita.

I problemi ambientali generati dalla metropoli possono essere affrontati in questi luoghi attuando molteplici strategie d'intervento, fra loro complementari, al fine di rispettare politiche e Direttive Europee e per liberarci dalle sempre più numerose multe inflitte per inadempienze agli standard ambientali vigenti a livello europeo.

Prima di affrontare le varie possibilità di sfruttamento delle aree, bisogna considerare il tema della bonifica, infatti, nel recupero di una qualsiasi area dismessa, la necessità primaria è di renderla idonea alle attività che vi saranno svolte e aree come quelle degli scali ferroviari sono da presupporre inquinate, principalmente, dai metalli pesanti.

Questo problema può essere risolto utilizzando due strategie: la prima, più veloce, è quella di utilizzare l'area con metodologie tradizionali, come la riconversione in discariche, la costruzione d'inceneritori o il lavaggio del suolo. La seconda, più a lungo termine, è l'utilizzo di tecnologie naturali di risanamento, distinte in fisiche, chimiche e biologiche, che utilizzano microrganismi, tra cui funghi e in prevalenza batteri, autoctoni o alloctoni (bioremediation) sia utilizzando piante (phytoremediation).



Fig. 46 e 47: Sistemi di depurazione naturale

Una valida proposta d'intervento è, in quest'ottica di riqualificazione ambientale, quella proposta durante il workshop sugli scali ferroviari, svoltosi al Politecnico di Milano nel 2010, dal gruppo di lavoro della professoressa Emilia Costa che prevede la trasformazione di questi "vuoti" in <<supporto strutturale a una mobilità soft, ciclabile e pedonale, gli scali sono stati progettati per diventare polmoni verdi, in relazione con le aree verdi esistenti della città e con i progetti già promossi sul territorio. Ciò presuppone interventi di bonifica dei suoli da compiere con metodologie non impattanti, in grado di recuperare la preziosa risorsa dell'acqua.>>¹



Fig. 48: Emilia Costa, Tavola generale workshop scali ferroviari

Il progetto prevede varie azioni per le aree in questione: la strutturazione di una rete ecologica attraverso la riconnessione delle aree verdi, l'intervento sul sistema delle acque e la progettazione di edifici (Transferium) votati all'interscambio tra la mobilità veloce e quella lenta; sistemi di produzione ambientale, come il biogas e il compostaggio o aree per il riuso e il riciclaggio; sedi di attività a km0 e aree di divulgazione che stimolino l'educazione ambientale del cittadino e la costruzione di parchi scientifici.

3.2 – L'area di progetto e la definizione del Masterplan

L'area scelta per lo sviluppo del progetto è quella dello scalo Farini: l'eccezionale estensione dell'area resasi disponibile, la posizione divenuta centrale nella città, la relazione con la rete dei trasporti e la prossimità con i suoi recapiti urbani fanno di scalo Farini un luogo importante e strategico, una parte della città che deve essere ripensata e costruita.



Fig. 49: Scalo Farini

La presenza dei binari e del grande scalo ferroviario hanno mantenuto separate fino ad oggi parti di città cresciute indipendenti, ostacolando il congiungimento degli assi concentrici e indifferenti del piano Beruto. Contro la ferrovia si sono arrestati gli isolati che originano da Corso Sempione, a est si è fermato il quartiere divenuto "l'isola", organizzato intorno alla strada antica per Como, a nord sono cresciuti gli insediamenti più periferici, in relazione ai nuclei di Dergano, Affori e Bovisa, lungo la ferrovia e le direttrici che innervavano il territorio esterno a Milano. La città ha scavalcato lo scalo, e dall'inizio del secolo è cresciuta al di là di esso, lasciando invariato nel tempo il suo ruolo di vuoto separatore.

Qui tuttora convergono gli assi interrotti che strutturano la città e il suo territorio, individuando un punto focale collocato sul vertice nord-ovest di questa area pressoché triangolare. Da qui nasce la necessità di trovare una regola insediativa per progettare l'area e i suoi rapporti con il costruito.



Fig. 50: Scalo Farini

Il Masterplan nasce dallo sforzo congiunto di tre gruppi di lavoro del Laboratorio di Sistemi Costruttivi 2, ognuno dei quali votato al successivo sviluppo di un unico tema progettuale dei tre proposti durante il corso: il luogo d'interscambio tra velocità di percorrenza (Transferium), il parco scientifico di didattica ambientale e l'edificio per la produzione energetica ecosostenibile.

Il piano è stato sviluppato tenendo presente il fermo intento di lasciare il più possibile l'area a parco, in modo da dare respiro alla città, con un nuovo, grande, polmone verde e si è posto il problema di come cercare di risolvere un'area, lorda, di 545'755 mq intervenendo con la costruzione di soli tre edifici.

Data la presenza di molteplici maglie urbane e la possibilità di riprogettare la parte della tratta ferroviaria ancora in uso si è scelto di lavorare sfruttando tre elementi; il recinto dato dal costruito esistente, il ri-allineamento del tracciato ferroviario alla giacitura originale e l'inserimento di una nuova maglia, eliocentrica, indipendente dagli orientamenti della città costruita.



Fig. 51, 52 e 53: Stato di fatto dell'area di progetto

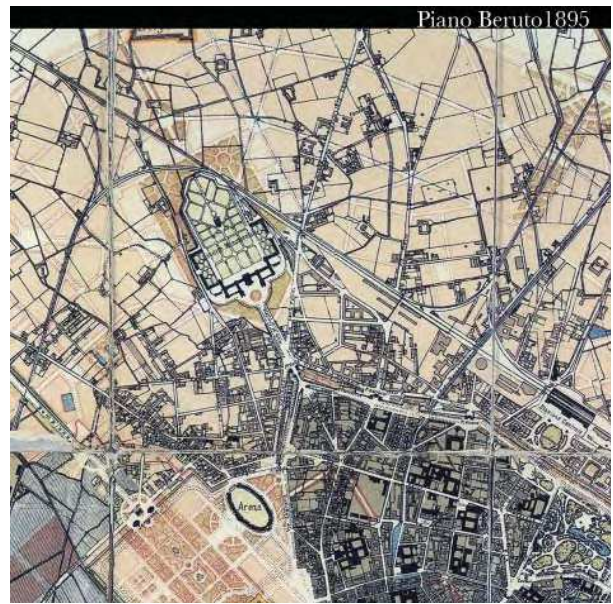
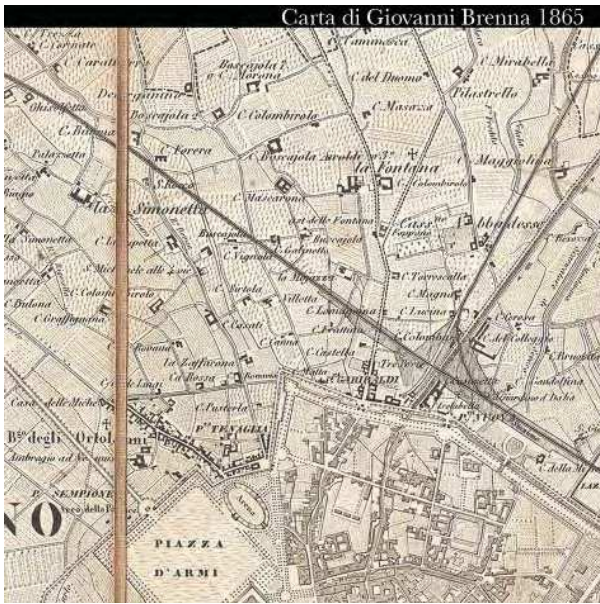


Fig. 54 e 55: Inquadramento dell'area di progetto nella cartografia storica

La griglia utilizzata segue regole precise, l'orientamento nord/sud per un ottimale rendimento delle tecnologie a basso impatto ambientale e una suddivisione del lotto pari ad un passo di 200m e ai sottomultipli del suddetto. I momenti di conflitto tra questa griglia, il recinto e la linea ferroviaria diventano i punti notevoli che spezzano la rigidità nell'area e divengono i luoghi dove sviluppare l'edificato.



Fig. 56: Studio per il Masterplan

Questi luoghi sono stati individuati nell'incontro con il cavalcavia Bussa, ideale per il posizionamento del Transferium per la vicinanza con la stazione Garibaldi, nel confronto tra la zona di recinto che comprende la stazione Lancetti, dove è stato collocato il parco scientifico, e, più defilata, a nord l'area per la produzione ambientale nata dall'asse di allineamento con il parco scientifico e il contrasto tra l'orientamento della ferrovia e della maglia eliocentrica.

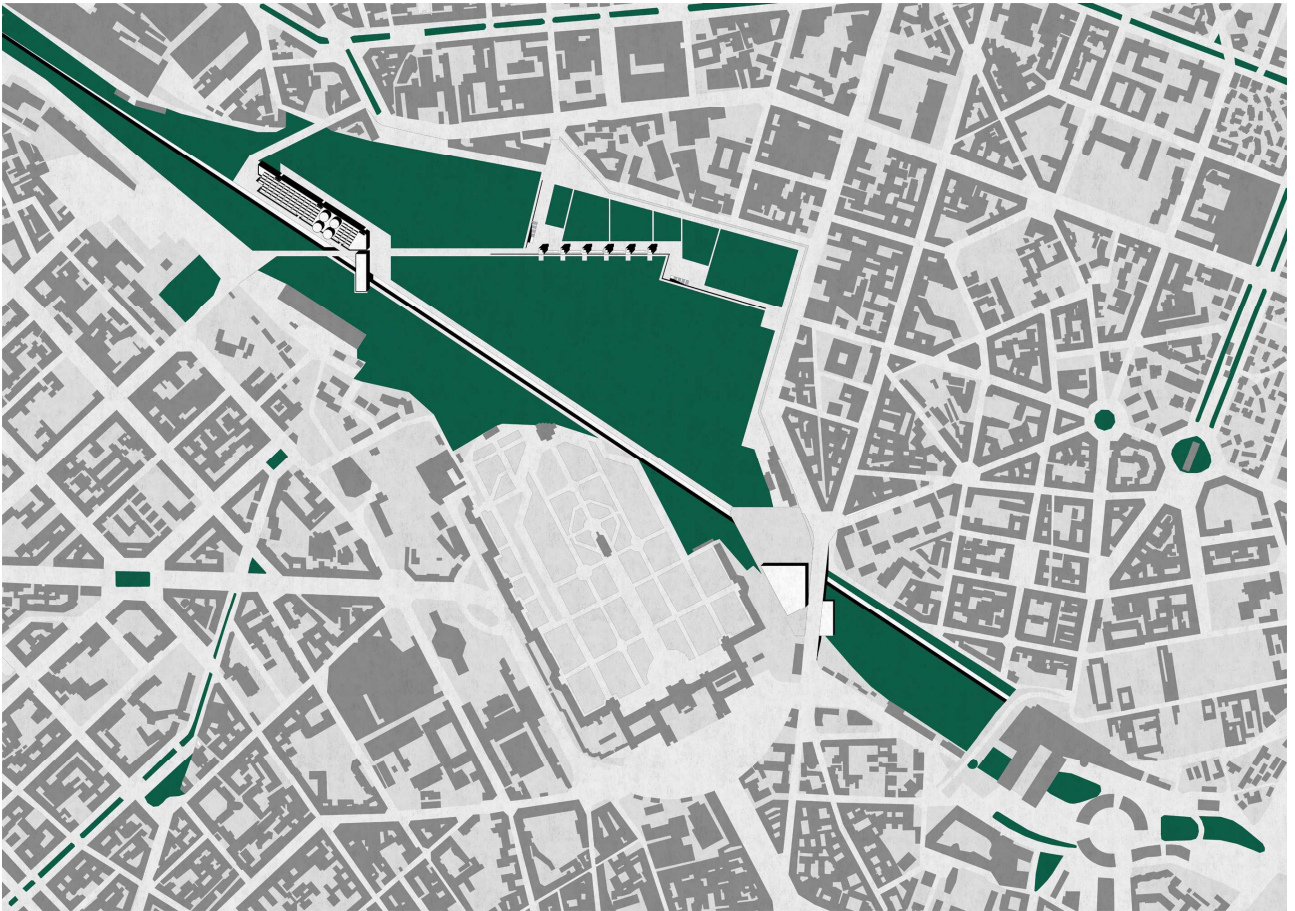


Fig. 57: Masterplan

3.3 – Definizione dell'edificio

Il processo di progettazione dell'area destinata alla produzione del biogas è stato caratterizzato dalla volontà di progettare un edificio che mantenesse una valenza urbana e rispettasse la tradizione dell'architettura industriale.

Il complesso consiste di due edifici: il primo di carattere puramente industriale e il secondo, di supporto, con carattere di tipo terziario.

La forma dell'edificio industriale nasce dal conflitto tra la griglia del masterplan e l'andamento del tracciato ferroviario che ne inclina l'andamento e definisce il trattamento delle superfici esterne che si confrontano, da un lato, con il grande parco e le preesistenze urbane e, dall'altro, con la linea del passante.

L'elemento fondamentale per definirne le dimensioni è stato, ovviamente, lo studio del *workflow* e delle necessità produttive. Prendendo come riferimento l'esempio della centrale del quartiere di Hammarby e volendo fornire un apporto energetico che riuscisse a supportare una produzione di, circa, 2gW, lo studio si è incentrato sulla quantità e la dimensione dei digestori e su come garantire un flusso continuo e funzionale del trattamento dei materiali.

Attraverso l'uso delle schede tecniche della Schmack, azienda leader nella progettazione di impianti per il biogas, è stato possibile definire che, per una tale produzione, fossero necessarie due coppie di fermentatori e post-fermentatori a flusso continuo di 18m di diametro e di 14m di altezza.



Fig. 58, 59 e 60: Apparati tecnologici per la produzione del biogas

La seconda fase di studio parte, invece, dalle scelte fatte sulla tipologia delle materie prime utilizzate per la produzione e dai processi di lavorazione delle suddette.

Trovandoci in un contesto cittadino, in un'area semi centrale, e volendo diminuire il più possibile l'impatto che questa produzione genera sia sugli abitanti della zona che sull'ambiente, le scelte sono ricadute su quelle materie sfruttabili in una filosofia a km0, ovvero i reflussi fognari, la parte organica della raccolta differenziata e i cippati di sfalcio per la manutenzione dei parchi. Tutti questi materiali, purtroppo, non possono essere inseriti in un processo di digestione senza un trattamento appropriato: da qui la necessità di prevedere gli spazi per queste operazioni.

In primo luogo la selezione delle parti solide, con l'appropriato smistamento tra materiali utilizzabili nell'immediato, materiali che necessitano lavaggio e quelli non utilizzabili, questo processo viene svolto attraverso l'utilizzo sia di macchinari per la selezione automatizzata, che quella manuale e la predisposizione di sistemi autoclave che, attraverso lavaggi ad alta pressione potessero separare le sostanze digeribili da quelle che non lo sono.

Dopo di che è stato considerato il trattamento della parte liquida, dato che in fogna i materiali organici e quelli inorganici (detergenti, saponi, etc.) si mischiano, era necessario prevedere un sistema di depurazione che separasse la parte organica destinata alle

vasche di decantazione e la parte inorganica da immettere, nuovamente, nella rete fognaria.

Questi momenti di studio hanno permesso di valutare la dimensione degli spazi e della manodopera necessaria per il funzionamento della centrale, portando così all'ultima fase di pre-progettazione, ovvero quella inerente alla disposizione di questi spazi e alla progettazione di tutta l'area necessaria per i servizi di supporto al lavoratore per garantirne il comfort.

La struttura della pianta si compone di un andamento orizzontale diviso in cinque aree: gli spazi per le manovre di consegna e stoccaggio, la lavorazione delle materie prime, gli impianti di digestione, l'area di cogenerazione e gli spazi destinati al personale (laboratori, spogliatoi, mensa, bar, area relax e cabine di controllo).

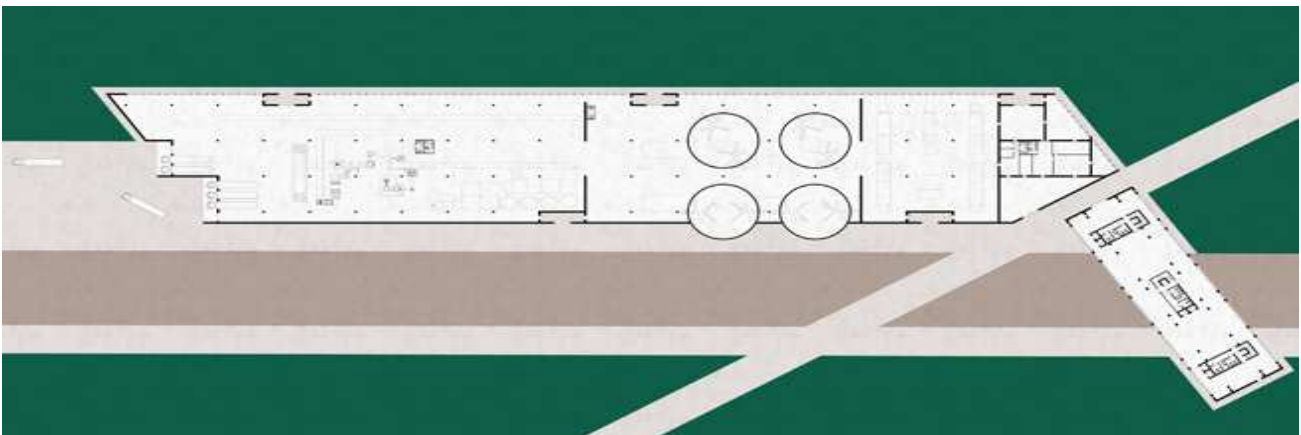


Fig. 61: Pianta

Il lavoro svolto sulle scelte dei materiali costruttivi e le superfici di facciata cerca di legarsi con la storia dell'architettura industriale, le necessità di normativa e il minor impatto ambientale. Infatti, da quanto esposto nel precedente capitolo, possiamo individuare tre filoni principali dell'architettura industriale: la tradizione del mattone, quella del cemento armato e quella, più legata al tema ferroviario, dell'acciaio. La storia dell'area di progetto e la necessità di mantenere parte dei binari hanno portato all'ovvia scelta del metallo come elemento principale di progettazione.

L'edificio si presenta dunque come una grande scatola di lamiera ondulata dove le compartimentazioni delle funzioni interne sono percepibili già dall'esterno attraverso delle rientranze che ospitano le uscite di sicurezza. Da questa scatola svettano i quattro cilindri di c.a. che ospitano la digestione.

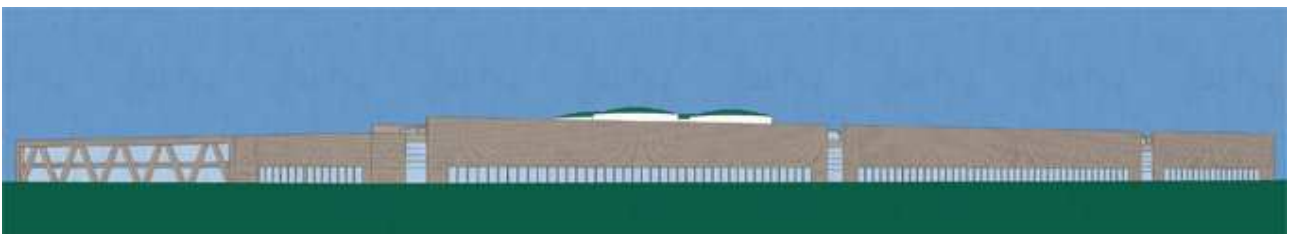


Fig. 62: Prospettiva Nord/Est

Per garantire un confort di lavoro ottimale è stata data molta attenzione allo studio delle superfici trasparenti, l'illuminazione avviene principalmente attraverso una copertura a shed, che permette la distribuzione della luce naturale diffusa in tutto l'impianto, mentre una fascia vetrata ad altezza uomo percorre le pareti verticali che si confrontano con il parco e la città, in modo tale da permettere a chi è all'interno dell'edificio di avere la

percezione della natura all'esterno e chi è al di fuori di poter osservare lo sviluppo della catena produttiva.

Anche il secondo edificio si pone in contrasto tra l'orientamento ferroviario e quello eliocentrico, ma in maniera antitetica rispetto all'edificio industriale. Infatti, là dove prima si era preferito deformare le linee della griglia rispetto ai binari, in questo caso l'andamento nord/sud è dominante su quello del terreno.

L'edificio è stato pensato come un punto metallico, una cucitura, tra quelle due metà del parco separate della linea delle Ferrovie dello Stato.

La scelta di far passare i binari in trincea, a un livello di 6m inferiore alla quota del parco, ha permesso la progettazione di un edificio a ponte che si ricollegasse al tema della ferrovia. Infatti, esso si presenta come una grande trave tubo, sistema utilizzato fin dagli albori della progettazione ferroviaria per la costruzione dei ponti, che ospita al suo intero un vasto *openspace* su due piani, interrotto solo dai blocchi servizi e di risalita. La disposizione di questi blocchi nasce da due necessità: la prima di ancorare la struttura reticolare al suolo, la seconda di sfruttare lo spazio più buio dell'edificio attraverso l'inserimento degli spazi che non necessitano una luce naturale.

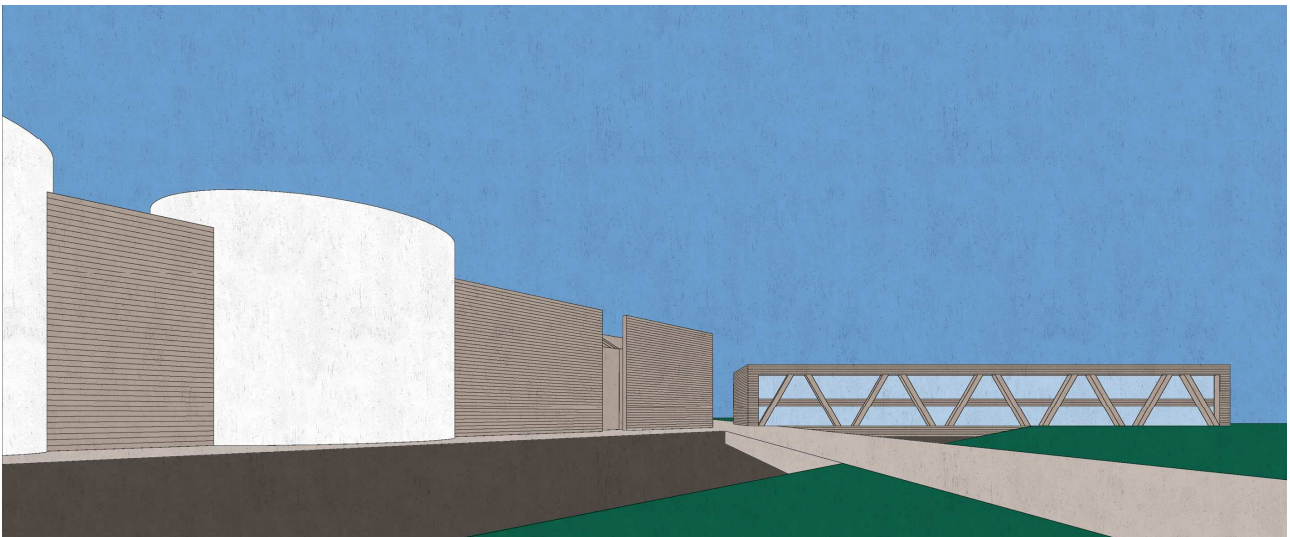


Fig. 63: Prospettiva Sud/Ovest

3.4 – Scelte strutturali, caratteri ambientali e soluzioni tecnologiche

Dal punto di vista strutturale i due edifici si caratterizzano entrambi dall'uso di telai di acciaio, anche se utilizzati in maniere differenti.

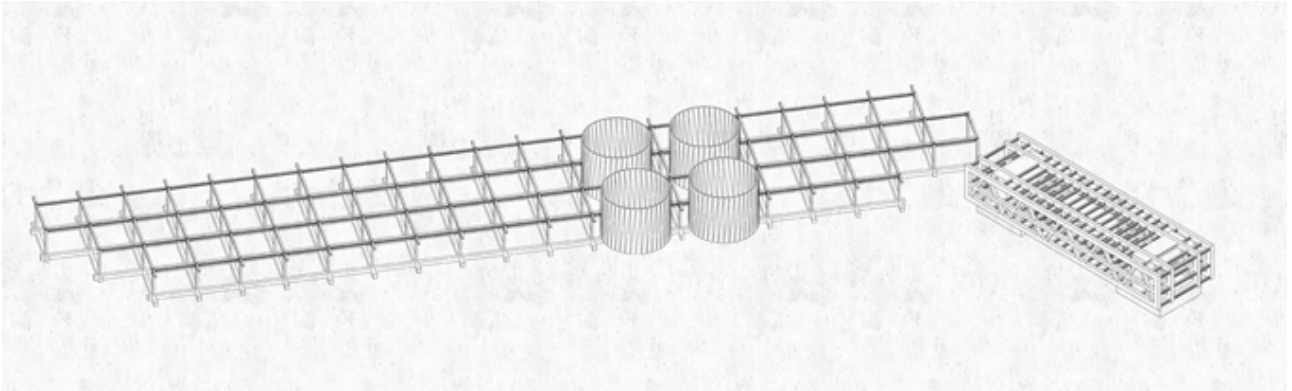


Fig. 64: Assonometria strutturale

L'edificio industriale sfrutta un telaio con travi forate, in modo da alleggerire il peso complessivo delle parti portanti e per poter far passare gli impianti nello spessore strutturale. Il passo dei pilastri è stato scelto in maniera tale da permettere un posizionamento ottimale dei grandi macchinari e assicurare spazi di manovra adeguati.

I solai sono progettati utilizzando delle solette in lamiera grecata e calcestruzzo gettato, mentre le fondamenta sono un sistema di travi rovesce in C.A.

I digestori, invece, si presentano come dei grandi cilindri autoportanti in calcestruzzo armato al cui interno è presente un ulteriore pilastro dal quale si dirama la struttura radiale del tetto, in legno.

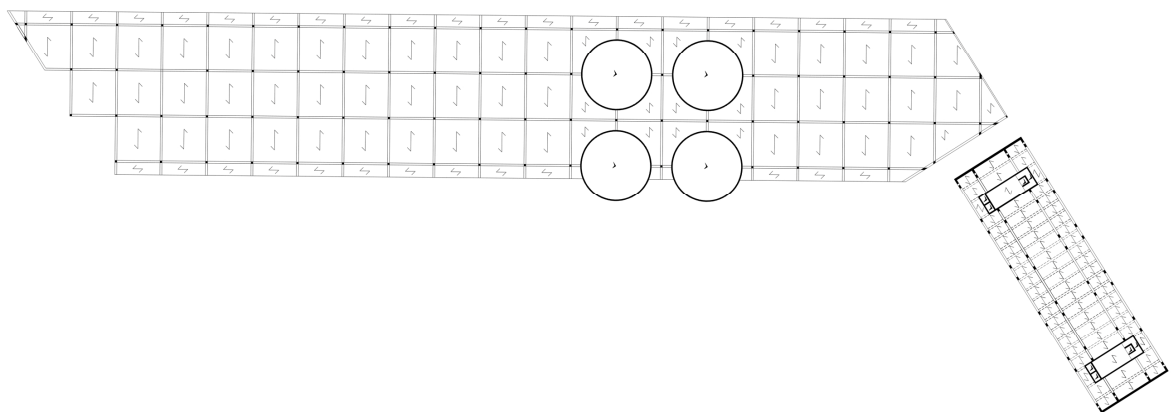


Fig. 65: Pianta strutturale

Il secondo edificio, invece, sfrutta una struttura di “trave tubo”. Quattro travi reticolari a tutta altezza si connettono tra di loro sfruttando un fitto passo di travi secondarie costruendo una scatola autoportante, in grado di scavalcare la grande luce del tracciato ferroviario.

Questa scatola viene fissata al suolo utilizzando i vani di risalita e servizi posti nelle testate nord e sud. Questi vani funzionano come dei pilastri megalitici in C.A. e il livello interrato diviene una grande piastra portante micro palizzata.

Anche in questo caso si è scelto di utilizzare, per le strutture secondarie, travi forate, per agevolare il passaggio degli impianti e solai in lamiera grecata e calcestruzzo per assicurare una rigidità ottimale.

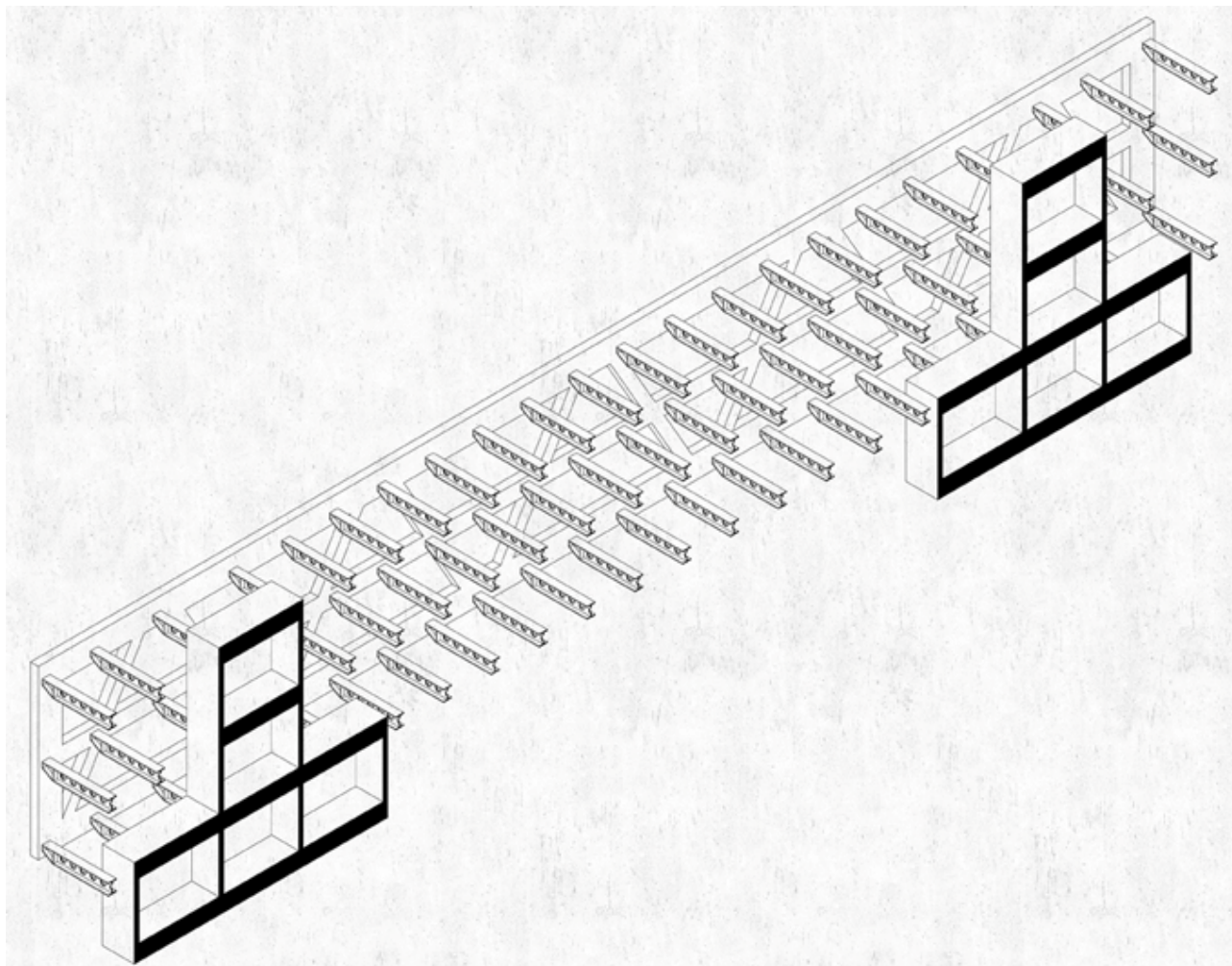


Fig. 66: Spaccato assometrico strutture edificio a ponte

Infine, lo studio delle soluzioni per un basso impatto ambientale sono state una parte fondamentale di tutto il processo di progettazione.

In primo luogo i pacchetti delle superfici esterne scelti prediligendo materiali prefabbricati e di origine naturale. Per ovviare al problema del surriscaldamento solare della lamiera grecata si è deciso di montarla come parete ventilata, in modo tale che la presenza dell'aria sgravasse, in buona parte, i pacchetti isolanti dal calore da irraggiamento, queste superfici, inoltre, sono state trattate con una finitura autopulente che interagendo con l'aria ne ripulisce una parte dall'inquinamento dello smog cittadino.

Su tutte le superfici di copertura sono stati installati i pannelli fotovoltaici e termici, per ottimizzare il rendimento degli edifici e attraverso lo studio dell'incidenza del sole sulle superfici progettate è stato possibile stabilire in maniera accurata il rendimento medio dei suddetti.

Ovviamente, l'apporto tecnologico di maggior importanza è quello dato dalla produzione del biogas e dalla trigenerazione energetica conseguente (energia elettrica, acqua calda ed energia meccanica).

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., DOCUMENTO DI PROGRAMMA TRA COMUNE DI MILANO, REGIONE E FS SPA, Comune di Milano, Milano, 2009

AA.VV., MILANO SCALI FERROVIARI, Milano Urban Center, Milano, 2010

AA.VV., MILANO SCALI FERROVIARI, Politecnico di Milano, Milano, 2010

AA.VV., PROFESSIONISTI DEL BIOGAS, Schmack, Bolzano, 2013

¹ Cfr. AA.VV., Milano scali ferroviari, Milano Urban Center, Milano, 2010

Appendice
Rendimento ambientale del progetto

PACCHETTI TERMICI

EDIFICIO A

EDIFICIO B

PARETE ESTERNA	
Ondulina	
Isolante Vegetale	
Laterizio	
Cartongesso	
intonaco di gesso e perlite	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	180,00	0,00		
0,20	0,04	5,00		
0,25	0,60	0,42		
0,07	0,13	0,54		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			6,96	0,14 0,17

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	180,00	0,00		
0,20	0,04	5,00		
0,25	0,60	0,42		
0,07	0,13	0,54		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			6,96	0,14 0,17

TETTO / SOLAIO DI COPERTURA	
Ghiaia	
cartone bitumato	
Massetto	
Isolante Vegetale	
Calcestruzzo gettato con lamiera grecata	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	K watt
0,10	0,80	0,13		
0,01	0,16	0,03		
0,70	0,80	0,88		
0,20	0,04	5,00		
0,30	1,30	0,23		
Rtot=S/λ			6,26	0,16 0,19

spessore	lambda	resistenza	K kcal	K watt
0,10	0,80	0,13		
0,01	0,16	0,03		
0,70	0,80	0,88		
0,20	0,04	5,00		
0,30	1,30	0,23		
Rtot=S/λ			6,26	0,16 0,19

SOLAIO VS TERRA O AMBIENTE FREDDO	
RIVESTIMENTO SUPERIORE	
SOTTOFONDO	
COIBENTE	
STRUTTURA	
TAMPONAMENTO	
RIVESTIMENTO INFERIORE	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,01	1,00	0,01		
0,15	1,30	0,12		
0,25	0,03	8,33		
0,40	1,30	0,31		
0,15	0,80	0,19		
0,00	0,60	0,00		
Rtot=S/λ			8,95	0,11 0,13

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,01	1,00	0,01		
0,15	1,30	0,12		
0,25	0,03	8,33		
0,40	1,30	0,31		
0,15	0,80	0,19		
0,00	0,60	0,00		
Rtot=S/λ			8,95	0,11 0,13

PARETE VS TERRA O AMBIENTE FREDDO	
RIVESTIMENTO FINITURA ESTERNA	
MURO ESTERNO	
COIBENTE	
TAMPONAMENTO	
RIVESTIMENTO INTERNO	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,75	0,03		
0,30	1,30	0,23		
0,15	0,03	5,00		
0,08	0,12	0,67		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			6,92	0,14 0,17

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,75	0,03		
0,30	1,30	0,23		
0,15	0,03	5,00		
0,08	0,12	0,67		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			6,92	0,14 0,17

SOLAIO SU PILOTIS	
Pavimentazione sopraelevata	
Gettato in cls con lamiera grecata	
Isolante Vegetale	
Pannelli in lamiera	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,60	0,03		
0,16	0,80	0,20		
0,05	1,30	0,04		
0,20	0,03	6,67		
0,00	1,00	0,00		
0,00	1,00	0,00		
Rtot=S/λ			6,91	0,14 0,17

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,60	0,03		
0,16	0,80	0,20		
0,05	1,30	0,04		
0,20	0,03	6,67		
0,00	1,30	0,00		
0,00	1,00	0,00		
Rtot=S/λ			6,91	0,14 0,17

SOGLIE CORNICI DAVANZALI	
SOGLIA ESTERNA	
CONTROTELAIO SERRAMENTO	
SCHIUMA DI RIPIIMENTO	
SOGLIA INTERNA	
GIUNTO FINITURA INTERNA	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,12	2,90	0,04		
0,10	0,04	2,50		
0,01	0,02	0,50		
0,25	2,90	0,09		
0,01	0,02	0,50		
Rtot=S/λ			3,63	0,28 0,32

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,12	2,90	0,04		
0,10	0,04	2,50		
0,01	0,02	0,50		
0,25	2,90	0,09		
0,01	0,02	0,50		
Rtot=S/λ			3,63	0,28 0,32

TRAVI E PILASTRI	
FINITURA ESTERNA	
TAMPONAMENTO LEGGERO	
COIBENTE	
PILASTRO	
COIBENTE	
TAMPONAMENTO LEGGERO	
FINITURA INTERNA	

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,75	0,03		
0,03	0,12	0,25		
0,05	0,04	1,25		
0,30	0,60	0,50		
0,05	0,04	1,25		
0,03	0,12	0,25		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			4,53	0,22 0,26

spessore	lambda	resistenza	K kcal	watt
0,02	0,75	0,03		
0,03	0,12	0,25		
0,05	0,04	1,25		
0,03	0,60	0,50		
0,05	0,04	1,25		
0,03	0,12	0,25		
0,02	0,02	1,00		
Rtot=S/λ			4,53	0,22 0,26

SUPERFICI ESTERNE	
PARETE ESTERNA	
TETTO SOLAIO DI COPERTURA	
SOLAIO VS TERRA	
PARETE VS TERRA	
SOLAIO SU PILOTIS	
SOGLIE CORNICI DAVANZALI	
TRAVI E PILASTRI	
SERRAMENTI BICAMERA TRATTATO AD ALTE PRESTAZIONI	
SERRAMENTI VETROCAMERA TRATTATO	
SERRAMENTI VETROCAMERA	
CONSUMO SUPERFICI EXT x ΔT 1°C § KW	
CONSUMO PICCO x ΔT MAX § KW	

Area tot	K pack	kw/g/°C	ΔT max	picco /G
5000	0,17	20,06	25	501,55
8000	0,19	35,65	25	891,32
8000	0,13	24,93	7	174,54
0	0,17	0,00	7	0,00
0	0,17	0,00	25	0,00
500	0,32	3,85	25	96,16
0	0,26	0,00	25	0,00
2400	0,6	34,56	25	864,00
0	1,7	0,00	25	0,00
0	2,9	0,00	25	0,00
ΔT 1 °C		119,06		
			ΔT 25°C	2528

Area tot	K pack	kw/g/°C	ΔT max	picco /G
360	0,17	1,44	25	36,11
1300	0,19	5,79	25	144,84
830	0,13	2,59	7	18,11
0	0,17	0,00	7	0,00
470	0,17	1,90	25	47,49
104	0,32	0,80	25	20,00
750	0,26	4,62	25	115,59
826	0,6	11,89	25	297,36
0	1,7	0,00	25	0,00
0	2,9	0,00	25	0,00
ΔT 1 °C		29,04		
			ΔT 25°C	680

SUPERFICI SERRAMENTI TOTALE EDIFICIO	2400
OCCUPANTI DELL'AREA	50
MQ CALPESTABILI RISCALDATI	8000
TETTO SOLAIO DI COPERTURA	8000
SOLAIO VS TERRA	8000
CONSUMO SUPERFICI EXT ΔT 1°C	119
CONSUMO KW MQ INVERNO SINGOLO EDIFICIO	35
CONSUMO KW MQ ANNO SINGOLO EDIFICIO	52,2
SUPERFICI ESTERNE EDIFICIO	23900
VOLUME EDIFICIO LORDO	72000
COLLETTORI TERMICI AREE DISPONIBILI MQ	0
AREA CAPTAZIONE ACQUA PIOVANA	0
FV AREE DISPONIBILI = MQ	9000

826
200
2600
1300
830
29
26
39,2
4640
14000
0
0
1300

Tabella 2: Rendimento pacchetti termici

INQUADRAMENTO GENERALE			
SUPERFICIE DEL LOTTO	0	12700	110.000
IMPRONTA TERRENO EDIFICIO	1	1780	14400
ORIENTAMENTO EDIFICIO RISPETTO AD ASSE TRASVERSALE	2	SW	180 + 135
COEFFICIENTE DI FORMA	3	0,3	0,33
COEFFICIENTE DI FORMA DATI DI PROGETTO	SN	0,62	0,58
VASCHE ACCUMULO ACQUA PIOVANA	4	OK	NO
MATERIALI BIOCOMPATIBILI	5	OK	OK
TIPO PACCHETTO PESANTE / LEGGERO	6	PESANTE	PESANTE
TIPO STRUTTURA CA / ACCIAIO / LEGNO / ALTRO	7	CA+LEGNO	IFE
VERIFICA TECNOLOGICA	8	OK	OK
RAI - RAPPORTO AEREO ILLUMINANTE	9	0	0,30
TIPOLOGIA IMPIANTO TERMICO	10	PARETE	MISTO
COERENZA PACCHETTI / IMPIANTO	11	OK	OK
CONSUMO KW ORA MQ ANNO	12	25	46
ORIENTAMENTO PANNELLI x SOLARE TERMICI	13	180	NO
ORIENTAMENTO PANNELLI x SOLARE FOTOVOLTAICO	14	180	135
OMBRE ESTERNE 21 DICEMBRE	15	verificare	verificare
INCLINAZIONE TERMICO	16	66	NO
INCLINAZIONE FOTOVOLTAICO	17	45	60
SMALTIMENTO PER DEMOLIZIONE	18	OK	OK
RICERCA E SOLUZIONI INNOVATIVE	19	T CRUDA	OK ***
COEFFICIENTE DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA	20	0,8	1

DATI DI PROGETTO			
OCCUPANTI DELL'AREA	350		250
MQ CALPESTABILI RISCALDATI	1500		10600
KW CONSUMO SUPERFICI EXT Δ T 1°C	12		156
CONSUMO KW MQ INVERNO	16		30
CONSUMO KW MQ ANNO	25		46
MQ SUPERFICI ESTERNE EDIFICIO	6283		49740
MC VOLUME EDIFICIO LORDO	10198		86000
SUPERFICI SERRAMENTI TOTALI	150		3226
MQ COLLETTORI TERMICI AREE DISPONIBILI MQ	0		0
MQ COLLETTORI FV AREE DISPONIBILI	432		4800
MQ AREA CAPTAZIONE ACQUA PIOVANA	2449		10600

DATI DI RISCONTRO			
GG DURATA PERIODO RISCALDAMENTO GIORNI	180		180
°C Δ T MEDIO INTERNO ESTERNO	13		13
GRADI GIORNO	2340		2340
CLASSE ENERGETICA KW MQ A		A	B
COEFFICIENTE DI FORMA	0,62		0,58
ACCUMULO TERMICO MC	24		222
BILANCIO TERMICO ANNUO TOTALE	-73.897		-513.383
GIORNO TOTALE	-283		-1.976
GIORNO x PERSONA	-0,8		-7,9
BILANCIO ELETTRICO	-993		935.080
GIORNO TOTALE	-4		3.586
GIORNO x PERSONA	-0,01		14,39
ACCUMULO IDRICO MC	449		1943
BILANCIO IDRICO	1.147		10.559
GIORNO TOTALE	4,41		40,60
GIORNO x PERSONA	0,013		0,162

AREA DIAGRAMMI			
USO DEL SUOLO			
IMPRONTA TERRENO EDIFICIO mq	1780		14400
PERCORSI / VASCHE mq	250		3800
PERCORSI IMPERMEABILI ESISTENTI mq	2740		2740
SPAZIO VERDE LIBERO mq	7930		89060
CONSUMO TERRITORIO - IMPRONTA TERRENO COEFFICIENTE	0,14		0,13

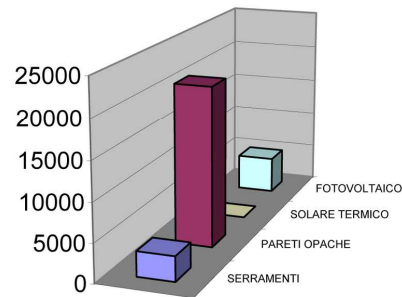
SUPERFICI ESTERNE			
SERRAMENTI TOTALI	150		3226
PARETI OPACHE	2723		20940
MQ COLLETTORI TERMICI AREE DISPONIBILI MQ	0		0
MQ COLLETTORI FV AREE DISPONIBILI	432		4800

RENDIMENTO IMPIANTO			
RESA MEDIA ANNUALE FOTOVOLTAICO / TERMICO	0,97		0,97
ORIENTAMENTO PANNELLI x SOLARE FOTOVOLTAICO	180		135
INCLINAZIONE FOTOVOLTAICO	45		60
ORIENTAMENTO PANNELLI x SOLARE TERMICI	180		NO
INCLINAZIONE TERMICO	66		NO

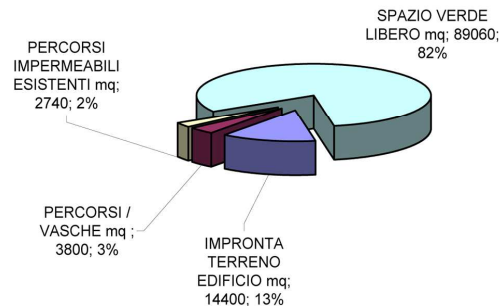
AREA DATI DI APPOGGIO			
INSOLAZIONE TEORICA			
gennaio	95		95
febbraio	165		165
marzo	252		252
aprile	365		365
maggio	446		446
giugno	465		465
luglio	465		465
agosto	365		365
settembre	252		252
ottobre	165		165
novembre	95		95
dicembre	82,5		82,5

RENDIMENTO MEDIO			
gennaio	92		92
febbraio	160		160
marzo	244		244
aprile	354		354
maggio	434		434
giugno	451		451
luglio	451		451
agosto	354		354
settembre	244		244
ottobre	160		160
novembre	92		92
dicembre	80		80

SUPERFICI ESTERNE



USO DEL SUOLO



RESA IMPIANTO

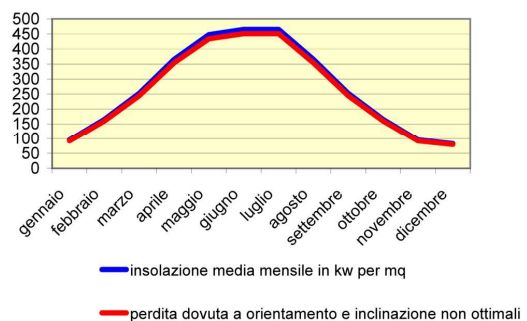


Tabella 3:Rendimento pannelli solari e occupazione suolo
Grafici 2, 3 e 4: Tipologie superfici esterne, uso del suolo, rendimento solare annuo

Bibliografia Generale

- AA.VV., AGGIORNAMENTO PAE 2008, Regione Lombardia, 2008
- AA.VV., BILANCIO ENERGETICO REGIONALE, Regione Lombardia, 2010
- AA.VV., BIOGAS, CRITERI PER UNA PRODUZIONE SOSTENIBILE, Legambiente, 2013
- AA.VV., BIOGAS INFORMA, n°0-7, Consorzio Italiano Biogas, 2012-2013
- AA.VV., DOCUMENTO DI PROGRAMMA TRA COMUNE DI MILANO, REGIONE E FS SPA, Comune di Milano, Milano, 2009
- AA.VV., MILANO SCALI FERROVIARI, Milano Urban Center, Milano, 2010
- AA.VV., MILANO SCALI FERROVIARI, Politecnico di Milano, Milano, 2010
- AA. VV., HAMMARBY SOJSTAD: A UNIQUE ENVIROMENTAL PROJECT, Alphaprint, Stoccolma, 2007
- AA.VV., PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA (PAE), Regione Lombardia, 2007
- AA.VV., PIANO PER UNA LOMBARDIA SOSTENIBILE, Regione Lombardia, 2007
- AA.VV., PIANO STRATEGICO DELLE TECNOLOGIE PER LA SOSTENIBILITA' IN LOMBARDIA, Regione Lombardia, 2009
- AA.VV., PROFESSIONISTI DEL BIOGAS, Schmack, Bolzano, 2013
- AA.VV., RELAZIONE SOSTENIBILITA' AMBIENTALE (RSA), Provincia di Milano, 2004
- AA.VV., SPECIALE MACCANIZZAZIONE, numero unico, Consorzio Italiano Biogas, 2013
- Federico Bucci, L'ARCHITETTO FORD: ALBERT KAHN E IL PROGETTO DELLA FABBRICA MODERNA, Città Studi, Milano, 1991
- Marco Biraghi, STORIA DELL'ARCHITETTURA CONTEMPORANEA, Einaudi, Torino, 2008
- Emilia Costa, IL QUARTIERE DI HAMMARBY, Dispensa, Milano, 2010
- Glauco Gresleri, Enzo Zacchioli, ARCHITETTURA INDUSTRIALE, Damiani Grafiche, Bologna, 2006
- Raffaele Raja, ARCHITETTURA INDUSTRIALE: STORIA, SIGNIFICATO, PROGETTO, Edizioni Dedalo, Bari, 1983