

# POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Architettura e Società

Laurea Magistrale in Architettura Sostenibile

---



---

## ***RECUPERO SOSTENIBILE DELL'AMBIENTE COSTRUITO***

*Trasformazione, con criteri di ecosostenibilità, di un edificio residenziale situato nel centro storico della città di Valladolid in residenza universitaria e appartamenti per giovani coppie*

**Studente:** Calenda Federico 734113

**Relatori:** Professore Alessandro Rogora

Professore Felix Jove Sandoval

**Anno Accademico:** 2009/2010

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	pag. 1
<b>INTRODUZIONE</b>	pag. 4
<b>CAPITOLO 1      IL RECUPERO EDILIZIO E LA SOSTENIBILITÀ</b>	
1.1 – L’approccio bioclimatico	pag. 12
1.2 – Beni storico artistici ed edifici potenzialmente trasformabili in Spagna	pag. 15
1.2.1 - Breve storia del rapporto tra bene culturale e restauro nella Spagna del XX secolo	pag. 15
1.2.2 - Legislazione spagnola in materia di restauro e conservazione dei beni culturali	pag. 19
1.2.3 - Edifici ristrutturabili con criteri di eco sostenibilità	pag. 20
1.3 – Ristrutturazione del costruito, riduzione dell’approvvigionamento di materie prime	pag. 24
1.3.1 – Ristrutturare, Ricostruire, Riutilizzare	pag. 24
1.3.2 – Territorio e sostenibilità	pag. 25
1.3.3 – Possibilità attuative	pag. 27
<b>CAPITOLO 2      STRATEGIE PER IL RECUPERO SOSTENIBILE</b>	
2.1 – Clima, interpretazioni architettoniche per il progetto	pag. 29
2.1.1 – Il clima, elemento discriminante per il progetto ecosostenibile	pag. 29
2.1.1.1 – Temperatura dell’aria	pag. 30
2.1.1.2 – Effetto della radiazione luminosa	pag. 30
2.1.1.3 – Vento	pag. 31
2.1.2 – Il recupero come priorità	pag. 32
2.1.3 – Criteri generali per il recupero sostenibile negli edifici residenziali	pag. 33
2.1.3.1 – Riscaldamento	pag. 34
2.1.3.2 – Raffrescamento	pag. 37
2.1.3.3 – Illuminazione	pag. 40

2.1.3.4 – Materiali	pag. 41
2.1.3.5 – Gestione dell’edificio	pag. 45
2.2 – Modello standard di riabilitazione sostenibile	pag. 47
2.2.1 – Differenziazione del modello riabilitativo in funzione della proprietà	pag. 47
2.2.2 – Esempi europei	pag. 48
2.3.3 – Modifiche architettoniche all’esistente	pag. 61
2.2.3.1 – Sfruttamento passivo ed attivo dell’energia solare	pag. 61
2.2.3.2 – Utilizzo dell’energia solare nel recupero	pag. 63
2.2.3.3 – Miglioramento della qualità funzionale-spaziale	pag. 64

## **CAPITOLO 3 CARATTERISTICHE DELL’AREA DI PROGETTO**

3.1 – Ubicazione e clima	pag. 65
3.2 – Caratteristiche urbane dell’intorno	pag. 72
3.2.1 – Antico e moderno a Valladolid	pag. 72
3.2.2 – L’edificio caso studio e il suo rapporto con l’intorno	pag. 76
3.3 – Rilievo architettonico e descrizione dell’edificio	pag. 78
3.4 – Valutazione ambientale dello stato di fatto	pag. 81
3.4.1 – Funzionale	pag. 81
3.4.2 – Costruttiva	pag. 82
3.4.3 – Ambientale	pag. 83
3.4.4 – Energetica	pag. 84

## **CAPITOLO 4 PROGETTO DI RECUPERO**

4.1 – Analisi climatica ambientale	pag. 90
4.2 – Indicazioni progettuali	pag. 93
4.2.1 – Funzionali	pag. 93
4.2.2 – Strutturali	pag. 96

4.2.3 – Costruttive	pag. 97
4.2.4 – Ambientali	pag. 98
4.2.5 – Energetiche	pag. 100

## INDICE DELLE IMMAGINI

Figura 1	<i>Diagramma dei tre ambiti dello sviluppo sostenibile</i>	pag. 5
Figura 2	Distribuzione della popolazione mondiale	pag. 8
Figura 3	<i>Densità della popolazione mondiale</i>	pag. 8
Figura 4	<i>Quartiere Zup di Bethouncourt</i>	pag. 51
Figura 5	<i>Quartiere residenziale Quai de Rohan prima dell'intervento</i>	pag. 53
Figura 6	<i>Quartiere residenziale Quai de Rohan dopo dell'intervento</i>	pag. 53
Figura 7	<i>Edificio residenziale in Lessingstrasse, facciata principale</i>	pag. 55
Figura 8	<i>Uffici a Rathenow dopo l'intervento di recupero</i>	pag. 57
Figura 9	<i>Pianta del piano tipo e prospetto Sud</i>	pag. 59
Figura 10	<i>Spagna, divisione politica in regioni</i>	pag. 66
Figura 11	<i>Provincia di Valladolid</i>	pag. 66
Figura 12	<i>Comune di Valladolid</i>	pag. 66
Figura 13	<i>Zone climatiche della penisola iberica</i>	pag. 70
Figura 14	<i>Zone di confort nel corso dell'anno</i>	pag. 70
Figura 15	<i>Isolinee di velocità media del vento</i>	pag. 70
Figura 16	<i>Direzioni predominanti del vento</i>	pag. 70
Figura 17	<i>Piano generale di Valladolid, 1950</i>	pag. 75
Figura 18	<i>Edificio "caso studio", vista da Calle de Regalado</i>	pag. 78
Figura 19	<i>Dati edificio, Stato di fatto</i>	pag. 85
Figura 20	<i>Dati edificio, Stato di fatto</i>	pag. 86
Figura 21	<i>Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento, Stato di fatto</i>	pag. 87
Figura 22	<i>Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento, Stato di fatto</i>	pag. 88
Figura 23	<i>Diagramma delle classi energetiche</i>	pag. 89
Figura 24	<i>Diagramma psicrometrico, Valladolid</i>	pag. 90
Figura 25	<i>Dati edificio, Progetto</i>	pag. 101
Figura 26	<i>Dati edificio, Progetto</i>	pag. 102
Figura 27	<i>Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento, Progetto</i>	pag. 103
Figura 28	<i>Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento, Progetto</i>	pag. 104

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	<i>Temperature medie e precipitazioni atmosferiche</i>	pag. 69
Tabella 2	<i>Riassunto dei dati climatici spagnoli</i>	pag. 71



## INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1 *Temperature medie e precipitazioni atmosferiche*

pag. 69

## INDICE DELLE TAVOLE

Tavola 1	<i>Carte storiche</i>
Tavola 2	<i>Viste prospettiche e assonometrie solari</i>
Tavola 3	<i>Quadro generale del centro storico</i>
Tavola 4	<i>Piante, Stato di Fatto</i>
Tavola 5	<i>Piante, Stato di Fatto</i>
Tavola 6	<i>Sezioni Stato, di Fatto</i>
Tavola 7	<i>Prospetti, Stato di Fatto</i>
Tavola 8	<i>Prospetti, Stato di Fatto</i>
Tavola 9	<i>Valutazioni Ambientali, Stato di Fatto</i>
Tavola 10	<i>Concept</i>
Tavola 11	<i>Piante, Progetto</i>
Tavola 12	<i>Piante, Progetto</i>
Tavola 13	<i>Sezioni, Progetto</i>
Tavola 14	<i>Prospetti, Progetto</i>
Tavola 15	<i>Prospetti, Progetto</i>
Tavola 16	<i>Strategie ambientali, Progetto</i>
Tavola 17	<i>Pianta costruttiva, Ammezzato</i>
Tavola 18	<i>Pianta costruttiva, Piano tipo Biblioteca</i>
Tavola 19	<i>Pianta costruttiva, Piano tipo Sala lettura</i>
Tavola 20	<i>Pianta costruttiva, Terrazza</i>
Tavola 21	<i>Sezione costruttiva</i>

## **ABSTRACT – ITALIANO**

La tesi si fonda sull'idea che sia possibile applicare i principi dell'architettura ecosostenibile alla conservazione e ristrutturazione del costruito. Le problematiche che spingono verso un tipo di architettura di questo tipo sono da ricercarsi in primo luogo nella difficoltà di approvvigionamento di materie prime che i paesi occidentali hanno scoperto con le crisi energetiche degli anni '70 e che hanno prodotto una serie di considerazioni in merito al modello di sviluppo di questi paesi. Il costante impoverimento delle risorse naturali del pianeta ha spinto molti a lavorare su modelli di architettura meno dispersivi e tali lavori hanno portato alla definizione dei principi fondativi dell'architettura sostenibile. Nella maggior parte dei casi questi lavori non si sono preoccupati della riabilitazione del costruito invece questo è un importante campo di analisi e progetto in quanto è forse una delle misure più efficaci per non disperdere risorse materiali ed economiche. E' stato però necessario fare alcune puntualizzazioni sui possibili campi di intervento di un'architettura di questo tipo in quanto non sembra per niente logico accomunare tutti gli edifici costruiti in un insieme non meglio precisato passibile di interventi di recupero di qualsiasi natura. Gli edifici storici per esempio sono portatori, oltre che di un valore materiale, anche di valori figurativi, sociali, economici, di memoria, ecc. ragion per la quale sono giustamente esclusi dal nostro campo di intervento. Gli edifici che valutiamo passibili di un recupero ecosostenibile sono quelli costruiti dal dopo guerra in poi e che "contraddistinguono" le periferie delle città europee proprio per la loro scarsità di valori architettonici e figurativi. Il progetto di recupero proposto è stato redatto per un edificio appartenente alla categoria di quelli sopra descritti benché esso si situi all'interno del centro storico della città di Valladolid. L'estraneità del "caso studio" alla conformazione storica del centro cittadino si deve allo sviluppo urbanistico proposto da Cesar Cort e alla successiva applicazione, benché modificata, del suo piano urbanistico.

## **ABSTRACT – ENGLISH**

The thesis is based on the idea that you can apply the principles of sustainable architecture to conservation and renovation of buildings. The problems that lead to a kind of architecture like this are found primarily in the difficulty of obtaining raw materials that Western countries discovered on the energy crises of the 70's. This fact led to a number of considerations regarding the model of development of these countries. The steady depletion of planet natural resources caused many work on architectural less dispersive models and it has led to the founding principles of sustainable architecture. Most of these works are not concerned about the rehabilitation of buildings but this is an important field of analysis and design because this may be one of the best ways to avoid wasting material and financial resources. However, we need to make some points about possible areas of intervention of this type of architecture because it doesn't seem at all logical to lump all the buildings built in a set of unspecified subject susceptibles to recovery of any kind. Besides their material value, historic buildings have others; such as, figurative, social, economic, memory, etc. For this reason, these buildings are excluded from our field of action. The buildings that we value subject to a sustainable recovery are those built after the war and then "mark" the peripheries of European cities because of their absence of figurative and architectural values. The proposed reclamation project was ended up with a building belonging to the category of those described above although it is located in the historic center of the city of Valladolid. The strangeness of the "case study" to the shape of the historic city center depends on the urban development proposed by Cesar Cort and the subsequent application, although modified, of its development plan.

## PREMESSA

Il recupero sostenibile dell'ambiente costruito è un ambito di studio di notevole interesse per la possibile coesistenza "pacifica" tra l'uomo e l'ambiente naturale. In quest'approccio vi è l'impegno volontario allo studio di quelle che sono le problematiche riguardanti l'impatto antropico e, in particolare, dell'ambiente costruito sul pianeta terra. Impatto antropico che si è fatto sempre più pressante negli ultimi 150 anni di storia umana e, i cui effetti, si stanno facendo sentire oggi in modo marcato, e nel prossimo futuro saranno anche superiori stando alle previsioni di numerosi studi scientifici. Problematiche quelle concernenti l'inquinamento dell'atmosfera, l'inquinamento del suolo, lo sfruttamento di risorse non rinnovabili, il disboscamento di ampie zone di foreste soprattutto nei paesi del terzo mondo, ecc. che sono ormai a conoscenza dalla maggior parte dell'opinione pubblica. Non si può far finta di non sapere o di non capire che la maggior parte delle emissioni inquinanti nelle tre biosfere (aria, terra, acqua), sono prodotte dalle società maggiormente industrializzate del pianeta, e che da sole queste contribuiscono molto più di tutte le altre messe assieme. Purtroppo, il fatto stesso che le società che si stanno ponendo di fronte a questi gravi problemi, sono le stesse che hanno contribuito in modo decisivo a crearli e che tutt'oggi li alimentano, ci lasciano per lo meno dubbiosi sulle effettive possibilità di cambiamento di rotta del sistema in tempi brevi. Malgrado le premesse, che certo non sono incoraggianti, bisogna riconoscere che moltissimi passi, nella direzione di una vita più in sintonia con le possibilità rigenerative del pianeta, sono stati fatti. Programmi di studio e ricerca in tal senso sono stati realizzati in tutto il mondo e ulteriori ne vengono costantemente intrapresi. Accordi internazionali come il *Protocollo di Kyoto (1997)*, hanno dato degli obiettivi da raggiungere, in materia di riduzione di emissioni inquinanti e, molti paesi stanno cercando di strutturare le proprie attività produttive con la volontà di raggiungere, almeno in parte, tali obiettivi. Ridurre le emissioni inquinanti significa, detto in altri termini, moderazione della domanda di materie prime non rinnovabili (in particolar modo quelle energetiche) e riduzione dei prodotti di scarto derivanti dalle attività umane. Appare evidente che, per procedere in modo serio a una riduzione delle necessità di materie prime dovute alle attività antropiche, non si possa pretendere che l'uomo torni a vivere in condizioni di disagio per il benessere del pianeta. Idea affascinante e romantica ma certamente utopica che, se posta in questi termini, sarebbe del tutto irrealizzabile e sarebbe rifiutata dalla società.

Cosa ben diversa sarebbe quella di tentare di uscire dall'idea del consumismo sfrenato che è tra i principali motori della continua richiesta di risorse al nostro pianeta. Una strada percorribile, in tal senso, è quella di intendere un qualsiasi oggetto realizzato dall'uomo non come un potenziale rifiuto ma come una risorsa utilizzabile.

Se, per esempio, avessimo una vecchia bicicletta in parte arrugginita, con le gomme sgonfie, con alcuni elementi meccanici rotti, ecc. una delle soluzioni possibili sarebbe quella di sistemare gli inevitabili "infortuni" dovuti allo scorrere del tempo e ridare al mezzo una nuova vita. Perché comprare una bicicletta nuova se quella vecchia con alcune riparazioni può ancora essere utilizzata? Certo si può sostenere che è molto più semplice buttare ciò che ci pare vecchio e obsoleto e prendere qualcosa che è all'inizio della sua vita utile. Il difetto di quest'idea, è insito proprio in questo modo di ragionare: a fronte della domanda di un oggetto ne realizzo uno nuovo malgrado ne avessi un altro ancora utilizzabile. Mi trovo ad avere due elementi simili di cui uno è utilizzato e uno è dismesso senza che questi abbia raggiunto davvero la fine della sua "vita". Esempio che risulta ancora più comprensibile se sostituiamo la bicicletta con un oggetto architettonico. Le problematiche connesse all'abbattimento di un vecchio edificio e alla realizzazione di uno *ex-novo*, risultano immediatamente di ordine ben superiore a quelle di un semplice oggetto mobile. Ragione questa che sembra avvalorare ancor di più l'idea che conservare e mantenere sia sicuramente più logico che demolire e ricostruire. Oggigiorno per ridurre le emissioni inquinanti, la maggior parte degli edifici esistenti richiede un adeguamento tecnologico poiché in larga misura sono stati costruiti secondo altre logiche, certamente non rispettose dell'ambiente naturale in termini generali e molto spesso neanche del sito stesso in cui si trovano. A fronte di ciò, appare evidente che l'architettura abbia ampi margini di operabilità sia per quel che riguarda la riduzione della richiesta di materie prime ed energia, sia per quel che riguarda la dismissione di materiale. E' noto, infatti, che le costruzioni (nei paesi industrializzati) siano responsabili del 40/50 % del fabbisogno energetico con conseguente inquinamento sotto varie forme. Meno noto forse è che una percentuale compresa tra il 30 e il 40 % di materiale da discarica sia prodotto dagli edifici, in parte in fase di realizzazione e in modo molto più consistente, in fase di demolizione; la necessità è quindi quella di applicare i principi della progettazione bioclimatica alla ristrutturazione degli edifici esistenti. I progetti di recupero mirati a ottimizzare le prestazioni ambientali delle costruzioni, rappresentano uno degli obiettivi principali per contribuire in modo efficace alla riduzione delle emissioni inquinanti che siano esse gas di scarico o

materiali da demolizione. Il risanamento ecosostenibile dell'edilizia esistente, Grazie all'impatto contenuto, è una delle più importanti misure da dover adottare in ottica di risparmio di risorse naturali, perché oltre alla riduzione della richiesta energetica e all'abbattimento delle immissioni in discarica di materiale da demolizione, si contribuisce anche alla riduzione dell'edificazione *ex-novo* e al conseguente consumo di suolo.

Seguendo la linea logica con quanto detto in precedenza possiamo affermare che: mantenere il costruito adattandolo alle moderne esigenze vuol dire risparmio di materie prime e conseguentemente un minor impatto ambientale, un ulteriore vantaggio di questo tipo di approccio è di non spingere la popolazione verso la periferia, notoriamente meno vitale rispetto al centro storico o alla città consolidata.

# INTRODUZIONE

## La questione della sostenibilità, caratteri generali

A seguito della crisi petrolifera del '73 e della successiva crisi del '79 in tutti i paesi tecnologicamente sviluppati, si avviarono programmi di studio per capire quali fossero le vere condizioni di disponibilità energetica e quali fossero gli scenari futuri del pianeta. Oltre alle considerazioni di tipo energetico spesso in questi rapporti furono inserite anche considerazioni d'impatto ambientale, questo perché vi fu una forte azione da parte dell'opinione pubblica che iniziava a rendersi conto delle difficoltà in cui versava il pianeta dopo due secoli di sfruttamento intensivo. Per correttezza intellettuale è necessario dire che tutti i rapporti di cui parleremo successivamente, sono da tenersi in considerazione non per le loro previsioni catastrofiche ma perché hanno avuto il merito di mettere a conoscenza dell'opinione pubblica il reale problema dei cambiamenti climatici, dell'esaurimento delle scorte di combustibili fossili e di altre materie prime.

## Rapporti sullo sviluppo sostenibile

Il primo di questi rapporti, sicuramente precursore dei tempi, fu il *"Rapporto sui limiti dello sviluppo"* datato 1972 e pubblicato dal *club di Roma* che sosteneva l'impossibilità per i paesi occidentali di continuare a svilupparsi ai tassi a cui stavano facendo proprio per l'esaurimento delle materie prime; primo sul podio di questa singolare classifica vi era senza dubbio il petrolio. Il secondo di questi rapporti ufficiali e, il primo nel quale fu affrontata anche la questione della tutela ambientale e dei suoi aspetti economici fu realizzato negli Stati Uniti nel 1980, sotto la presidenza di Jimmy Carter. Il responso che si può leggere nel rapporto intitolato *"The Global 2000 Report to the President"* è questo:

*"se continueranno le tendenze attuali, il mondo del 2000 sarà più popolato, più inquinato, meno stabile ecologicamente e più vulnerabile alla distruzione rispetto al mondo in cui ora viviamo. Le gravi difficoltà che riguardano popolazione, risorse e ambiente progrediscono visibilmente. Nonostante la maggiore produzione mondiale, sotto molti aspetti la popolazione umana sarà più povera in futuro di adesso. Per centinaia di migliaia di persone disperatamente povere, le prospettive di disponibilità di*

*cibo e di altre necessità vitali non miglioreranno, per molti aspetti peggioreranno[...] a meno che le nazioni del mondo agiscano in maniera decisiva per modificare l'andamento attuale."*

Furono gli anni ottanta quelli che segnarono una svolta decisiva nella questione dello sviluppo sostenibile. La prima definizione, in ordine temporale, del concetto di sviluppo sostenibile è stata quella contenuta nel rapporto Brundtland del 1987 e poi ripresa dalla commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU. La definizione data in questo rapporto di sviluppo sostenibile è:

*"lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che garantisce i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere le possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri".*

Il concetto espresso si può riassumere nella seguente immagine:

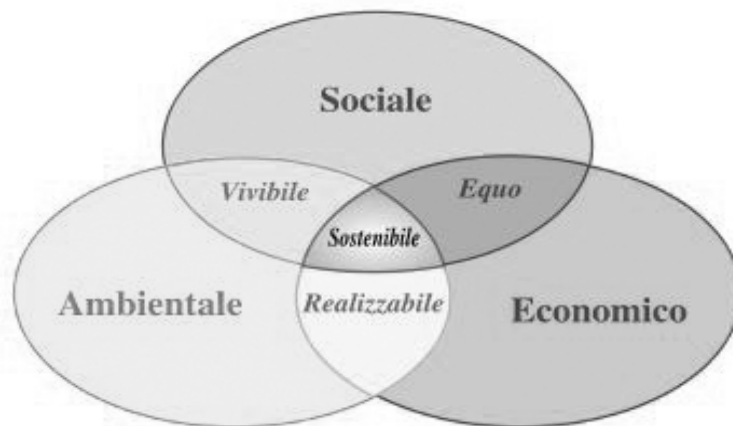


Figura 1 - Diagramma dei tre ambiti dello sviluppo sostenibile

Sebbene questa dichiarazione sintetizzi alcuni aspetti importanti del rapporto tra sviluppo economico, equità sociale e rispetto dell'ambiente, purtroppo non può essere messa in pratica. È la cosiddetta regola dell'equilibrio delle tre "E": ecologia, equità, economia. Tuttavia questa è una definizione che rispecchia una visione antropocentrica. Il soggetto della questione infatti, non è tanto l'ecosistema, quindi la sopravvivenza e il benessere di tutte le specie viventi, bensì le nuove generazioni del genere umano. Il concetto con il passare degli anni cambiò e una successiva definizione rispetto a quella data da Brundtland di sviluppo sostenibile, nella quale è



inclusa invece una visione più globale, è stata fornita, nel 1991, dalla World Conservation Union, UN Environment Programme and World Wide Fund for Nature.

*“un miglioramento della qualità della vita, senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto, dai quali essa dipende”.*

Nello stesso anno Hermann Daly ricondusse lo sviluppo sostenibile a tre condizioni generali concernenti l'uso delle risorse naturali da parte dell'uomo:

- il tasso di utilizzazione delle risorse rinnovabili non deve essere superiore al loro tasso di rigenerazione;
- l'immissione di sostanze inquinanti e di scorie nell'ambiente non deve superare la capacità di carico dell'ambiente stesso;
- lo stock di risorse non rinnovabili deve restare costante nel tempo.

In tale definizione, viene introdotto anche un concetto di "equilibrio" auspicabile tra uomo ed ecosistema.

L'ultima definizione di sviluppo sostenibile è quella data dall'UNESCO nel 2001. Viene ampliato il concetto e indicando come:

*“la diversità culturale è necessaria per l'umanità quanto la biodiversità per la natura (...) la diversità culturale è una delle radici dello sviluppo inteso non solo come crescita economica, ma anche come un mezzo per condurre un'esistenza più soddisfacente sul piano intellettuale, emozionale, morale e spirituale”.*

Il rapporto Brundtland ha ispirato alcune importanti conferenze dell'ONU, documenti di programmazione economica e legislazioni nazionali e internazionali. La più recente e importante legislazione internazionale è il protocollo di Kyoto, creato e sottoscritto nel 1997, con il quale 118 nazioni del mondo si sono impegnate a ridurre le emissioni di

gas serra per cercare di smorzare gli effetti dei cambiamenti climatici in atto. Per raggiungere quest'obiettivo furono individuate due principali vie sulle cui i paesi s'impegnarono a lavorare:

- il risparmio energetico attraverso l'ottimizzazione sia nella fase di produzione che negli usi finali (impianti, edifici e sistemi ad alta efficienza, nonché educazione al consumo consapevole),

- lo sviluppo delle fonti di energia alternative e possibilmente rinnovabili invece del consumo massiccio di combustibili fossili.

Le legislazioni internazionali, come il protocollo di Kyoto, però non tengono in conto di quello che senza dubbio è il reale problema che una seria politica per lo sviluppo sostenibile dovrebbe affrontare ovvero la sovrappopolazione e il conseguente inquinamento derivante dalle attività antropiche collegate alle sempre maggiori condizioni di benessere.

## Incremento demografico

Prima di poter parlare di quelli che sono gli odierni sviluppi nel campo delle energie alternative e rinnovabili, dobbiamo necessariamente parlare della principale causa che rende molto difficile oggi poter attuare delle politiche di sviluppo sostenibile ovvero la sovrappopolazione. L'incremento demografico è cominciato in tempi molto remoti ovvero da quando la popolazione umana ha iniziato a modificare gli ambienti naturali costruendo spazi artificiali e sfruttando, per i propri scopi, le risorse disponibili. La popolazione mondiale ha continuato a crescere nell'arco della storia dell'umanità benché a ritmi ridotti, a causa delle difficili condizioni di vita e dell'incombere periodico di carestie ed epidemie; inoltre l'allevamento, l'agricoltura e la pesca non erano praticati in modo intensivo. Nel XVIII secolo, con la rivoluzione agricola si resero disponibili notevoli quantità di cibo e il miglioramento della scienza medica e delle cure disponibili

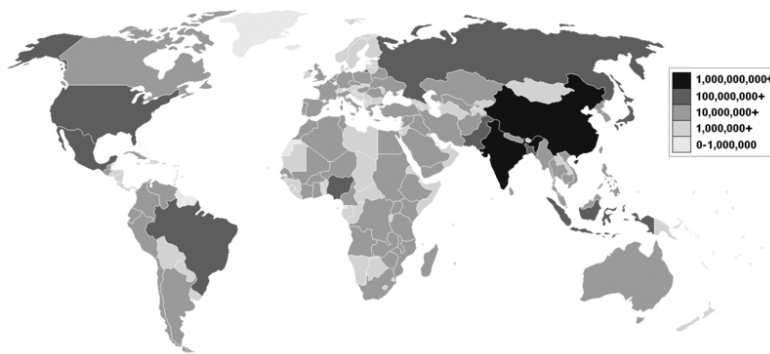


Figura 2 - Distribuzione della popolazione mondiale

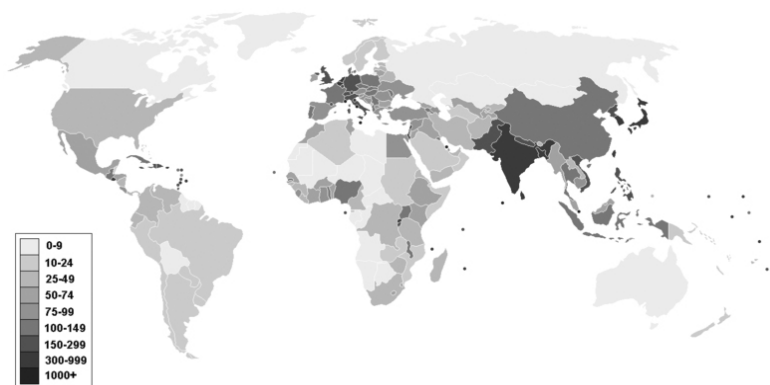


Figura 3 - Densità della popolazione mondiale (*ab/Km<sup>2</sup>*)

da essa derivanti furono le basi che permisero un incremento demografico a tassi sconosciuti fino allora. La popolazione mondiale ha cominciato così ad aumentare a ritmi sempre maggiori e di conseguenza anche l'inquinamento derivante dalle attività antropiche. Si è arrivati così in pochi secoli alla condizione attuale in cui si stima che sulla terra vivano 6,6 miliardi di persone distribuite in modo non omogeneo sulla superficie terrestre e concentrate in

aree molto limitate. Studiando gli attuali tassi di natalità e mortalità, la speranza di vita e il tasso di fecondità legato con la crescita economica i demografi sono arrivati a fare diverse previsioni, per quella che sarà la popolazione mondiale nel prossimo secolo. I

tre scenari futuri ipotizzati ci dicono di una terra abitata da 23 miliardi di abitanti nel 2160 con un tasso di fecondità di 2,5 figli per donna; 12 miliardi sempre per lo stesso anno con un tasso di 2 figli e per ultimo di 10 miliardi nel 2085 con un tasso inferiore a 2.

Altre teorie affermano invece che a causa del crescente utilizzo di combustibili fossili e quindi del loro esaurimento sempre più vicino, diminuirà di conseguenza anche la produzione e l'utilizzo di concimi chimici che spingono in avanti la produzione agricola (vera responsabile della crescita demografica) e di conseguenza ci sarà un picco demografico di circa 7 miliardi di persone nel 2012 per poi scendere verso il livello numerico della fine del XIX secolo.

## **Effetto serra e surriscaldamento globale**

I cambiamenti climatici del pianeta sono attribuiti oggi, in maniera pretenziosa, alla sola presenza di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera derivante dalle attività antropiche, che genererebbe l'effetto serra. L'effetto serra è il risultato della presenza attorno ad un pianeta di un'atmosfera che assorbe parte dei raggi infrarossi emessi dal suolo riscaldato dalla radiazione ricevuta dalla stella. In tale situazione, una parte della radiazione emessa dal suolo viene assorbita dall'atmosfera stessa e irradiata in tutte le direzioni e quindi anche verso il suolo. Ciò comporta che l'equilibrio del pianeta si fissi a una temperatura maggiore di quella che si stabilirebbe in assenza dell'atmosfera. Si tratta quindi di un fenomeno assolutamente naturale e necessario per permettere alla superficie terrestre di avere una temperatura maggiore a quella di congelamento dell'acqua e quindi per consentire la vita. I principali gas serra sono il vapore acqueo, l'anidride carbonica, l'ossido di azoto, il metano e l'ozono. La CO<sub>2</sub>, oltre a non essere il solo gas serra, rappresenta solo lo 0,038% dei gas atmosferici e il 5 % del totale dei gas serra, mentre il vapore acqueo per esempio è lo 0,33% dei gas atmosferici e contribuisce per il 50% ai gas serra. Nella storia del clima le variazioni nei livelli di CO<sub>2</sub> osservate sono sempre state successive alle variazioni di temperatura e non viceversa, ciò nonostante la maggior parte del mondo scientifico considera che l'attuale riscaldamento non possa essere spiegato se non attribuendo un ruolo anche all'aumento di concentrazione di anidride carbonica dovuta all'utilizzo di combustibili fossili. Quest'incremento è ulteriormente amplificato dal riscaldamento degli oceani (dovuto sia a una maggiore attività solare sia al sopra citato effetto serra) nei quali è disciolta una grande quantità di

CO<sub>2</sub> che si libera a causa dell'aumento di temperatura insieme a ulteriori quantitativi di vapore acqueo, accrescendo ulteriormente la temperatura globale. Nonostante vi siano tesi contrastanti a riguardo delle cause che stanno generando un aumento di temperatura a livello globale, quasi tutta la comunità scientifica concorda sul fatto che sia necessario trovare urgentemente fonti energetiche alternative ai combustibili fossili. In tal senso il ricorso all'energia nucleare, al solare termodinamico, al fotovoltaico, all'eolico e, più in generale, allo sfruttamento di tutte le energie rinnovabili può offrire un importante contributo nella diminuzione dei gas serra di origine antropica.

## **Energie alternative**

Nel campo delle energie alternative a quelle derivanti da combustibili fossili attualmente le due che sembrano poter dare affidabilità per il futuro sono l'energia solare e l'energia nucleare. Per energia solare s'intende l'energia termica o elettrica prodotta sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal sole verso la terra. In ogni momento il sole trasmette all'orbita terrestre 1367 Watt per m<sup>2</sup>. Tenendo conto del fatto che la terra è una sfera e che non è ferma, alle latitudini europee si può valutare l'energia ricevuta nell'ordine di 200 W su m<sup>2</sup>. Moltiplicando questa potenza media al metro quadro per la superficie dell'emisfero terrestre si ottiene una potenza maggiore di 50GW. L'energia che arriva sulla terra dal sole è quindi enorme ed è di gran lunga superiore a tutta l'energia utilizzata dall'umanità nel suo complesso. Quest'energia è però poco concentrata ed è necessario raccoglierla su aree molto vaste per poterne ottenere un quantitativo rilevante, inoltre è piuttosto difficile da convertire in energia facilmente sfruttabile con efficienze accettabili. I migliori risultati nello sfruttamento di quest'energia si ottengono nelle centrali elettriche termiche che utilizzano la luce del sole per riscaldare un liquido che una volta raggiunta una temperatura adeguata si trasforma in vapore, dopo di che questo vapore viene convogliato in una turbina collegata ad un alternatore producendo energia elettrica.

L'energia nucleare è l'energia che si ottiene in seguito a trasformazioni nei nuclei atomici. Le reazioni che coinvolgono l'energia nucleare sono principalmente quelle di fissione, fusione e quelle legate alla radioattività. Nelle reazioni di fissione nuclei di atomi con alto numero atomico si spezzano producendo nuclei con numero atomico minore, diminuendo la propria massa totale e liberando una grande quantità di energia. La fusione nucleare invece è la reazione inversa, i nuclei di atomi con basso numero

atomico si fondono dando origine a nuclei più pesanti e rilasciando quindi una notevole quantità di energia. La centrale nucleare funziona in maniera molto simile a una centrale termoelettrica convenzionale con la differenza che l'acqua è riscaldata da un reattore nucleare. Il funzionamento della centrale è abbastanza semplice: viene pompata dell'acqua attraverso il reattore che la fa evaporare per mezzo del calore emesso dalla fissione; il vapore viene quindi inviato nella turbina che trasferisce la propria forza meccanica all'alternatore che genera corrente elettrica. Il principale problema nello sfruttamento di questa fonte di energia sono le scorie radioattive: il procedimento di fissione nucleare produce materiali residui ad alta radioattività. Questi materiali emettono delle radiazioni penetranti e sono molto radio tossici, perciò richiedono precauzioni durante il loro smaltimento. La radioattività di questi elementi estratti dal reattore si riduce secondo il fenomeno naturale del dimezzamento ma i tempi necessari a farla rientrare in valori di accettabilità biologica per il corpo umano sono lunghi, con il risultato che queste scorie sono molto pericolose e normalmente sono smaltite in bunker sotterranei schermati.

Lo sviluppo sostenibile non può quindi riguardare solamente un approccio diverso all'utilizzo delle risorse energetiche, ma gli sforzi devono anche concentrarsi sul problema dell'incremento demografico e sull'utilizzo di risorse energetiche che siano realmente alternative ai combustibili fossili. Le sintesi del cambio di mentalità e delle preoccupazioni riguardanti gli equilibri ambientali del pianeta si sono concretizzati in quasi tutti i campi; dall'industria all'agricoltura, dall'economia all'architettura, ecc.

# CAPITOLO 1 – RECUPERO EDILIZIO E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

## 1.1 – L'approccio bioclimatico

Per quel che riguarda l'architettura, che poi è il campo che più ci interessa, il principale risultato che si è ottenuto, dagli sforzi effettuati in ambiti di ricerca e programmi di studio, è *l'approccio bioclimatico*.

Come già detto, le problematiche riguardanti il risparmio energetico vennero a galla con la prima crisi del petrolio del 1973. In quel preciso momento storico le preoccupazioni principali erano due: la prima dovuta al fatto che si pensava che le riserve di petrolio si sarebbero presto esaurite e la seconda determinata dall'elevata dipendenza, dei paesi occidentali, a quelli appartenenti all'OPEC.

Oggi giorno la questione è leggermente mutata: i vecchi giacimenti di petrolio continuano nella loro attività di estrazione e non di meno ne sono scoperti in continuazione di nuovi. Ciò nonostante queste risorse si esauriranno sicuramente giacché non sono fonti energetiche rinnovabili e, quindi, il problema si ripresenterà di certo negli anni o nei decenni a venire. Di primaria importanza, quindi, non è l'approvvigionamento delle risorse bensì l'emissione nell'atmosfera di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), derivato dalla combustione del petrolio, carbone e gas naturale che usiamo per produrre energia. L'utilizzo di questi combustibili fossili libera nell'aria un enorme quantità di CO<sub>2</sub> e quest'ultima è una delle cause del tanto famoso e citato *effetto serra*.

La riduzione delle emissioni si basa su due aspetti principali: il primo, la produzione di energia da fonti alternative, che in generale sono quelle considerate pulite (o a ridotto tasso inquinante); e il secondo il decremento dei consumi di energia pro-capite e di conseguenza del fabbisogno energetico. Molti paesi del mondo si sono resi conto di tali necessità e, nel 1997 a Kyoto, 141 paesi hanno firmato un accordo nel quale si sono impegnati a ridurre le emissioni di gas inquinanti nell'atmosfera. Le due strategie sulle quali ci si muove per ridurre le emissioni di gas serra sono quelle sopra citate; la prima sviluppa la sua ricerca nel tentativo di migliorare sempre più il rendimento dei processi produttivi; la seconda e ugualmente efficace, riguarda il risparmio energetico.

Per quel che riguarda l'edilizia, si denota che essa copre da sola tra il quaranta e il 50 per cento del consumo di energia, per il riscaldamento, la climatizzazione e la

produzione di acqua calda sanitaria. Perciò è facile intuire che gli edifici nascondano un grosso potenziale di risparmio di materie prime naturali.

Nel 2002 il Parlamento europeo ha approvato una direttiva, la 2002/91 che è relativa al rendimento energetico in edilizia. La direttiva essenzialmente:

- Fissa il quadro generale per un metodo di calcolo delle prestazioni energetiche, invernali ed estive, degli edifici.
- Richiede agli stati membri di definire requisiti minimi di efficienza energetica per le nuove costruzioni e per le ristrutturazioni di una certa dimensione.
- Richiede la certificazione delle prestazioni energetiche nei momenti di costruzione, vendita o affitto.
- Richiede il controllo periodico di caldaie e impianti di condizionamento.

Uno degli aspetti di particolare interesse della direttiva è l'esplicita citazione degli interventi di recupero o ristrutturazione come casi da dover considerare per il miglioramento dell'efficienza energetica. Viene anche segnalata la necessità di garantire un buon equilibrio tra efficienza energetica e obiettivi funzionali del progetto di recupero.

La politica che sembra meglio adattarsi alle problematiche della sostenibilità si ritrova in un approccio di tipo bioclimatico che, agendo sull'involucro degli edifici, ci permette di realizzare dei sistemi di regolazione e controllo degli agenti atmosferici esterni come aria, acqua, scambi di energia. Questo tipo di approccio è applicabile sia agli interventi di nuova costruzione sia quelli di recupero, proprio per questo assume una particolare importanza.

L'intervento bioclimatico intende agire sull'involucro che divide l'ambiente esterno, in cui le condizioni sono dettate dal clima, da quello interno in cui devono essere presenti condizioni di confort per l'utenza. I flussi d'aria, la temperatura, la qualità della luce, la vegetazione, le proprietà fisiche dei materiali edilizi; tutti elementi utili per ricreare condizioni interne favorevoli sfruttando al massimo quelle che sono le caratteristiche ambientali e climatiche del sito riducendo così al minimo l'apporto d'impianti alimentati da fonti energetiche non rinnovabili. L'imperativo quindi è: ottenere la massima efficienza con il minimo dispendio di energia e risorse naturali. Perciò, in linea di principio, la progettazione bioclimatica è applicabile alla costruzione del nuovo tanto quanto alla ristrutturazione dell'esistente. Lo sviluppo di progetti di recupero, mirati a ottimizzare le prestazioni energetiche delle costruzioni, rappresenta uno dei principali



obiettivi dell'architettura bioclimatica del futuro proprio in considerazione del suo impatto contenuto. Si può perciò dire che, il risanamento ecosostenibile dell'edilizia esistente è una delle misure ecologiche d'intervento più significative e offre notevoli margini di operabilità e sviluppo.

## 1.2 – Beni storico artistici ed edifici potenzialmente trasformabili in Spagna

Riguardo alla trasformazione di edifici esistenti si rende necessario fare una distinzione tra quelli che devono essere ritenuti di interesse storico artistico da quelli che viceversa appartengono alla categoria di potenzialmente modificabili in funzione della eco sostenibilità e del risparmio di materie prime.

Tale differenziazione deve essere fatta per alcune ragioni lapalissiane: porre sullo stesso piano architetture costruite in epoche molto diverse tra loro e, soprattutto, molto diverse dalla nostra costituirebbe un errore grossolano di definizione del campo d'intervento. I beni culturali che ci sono giunti dal passato, hanno valore, oltre che come opera a se stante, anche per la memoria di cui sono portatrici e, nel caso delle architetture, di rapporti paesaggistici, sociali, figurativi ed economici che esse stesse "hanno intessuto" nel corso della loro vita fino ai giorni nostri. Inoltre molti degli edifici costruiti dai nostri antepassati rispondono alle necessità ambientali in maniera sostanzialmente ottimale rispetto al luogo e il clima in cui si trovano. Voler modernizzare un edificio storico, quindi, rischia di produrre danni sostanziali alla memoria (inteso come storia urbanistica, sociale, tecnica, economica, ecc.) che esso conserva e possibilmente anche un non miglioramento significativo delle sue capacità ambientali.

### 1.2.1 – Breve storia del rapporto tra bene culturale e restauro nella Spagna del XX secolo

Alla fine del franchismo, in Spagna, si produsse una rigenerazione del corpo di restauratori del patrimonio monumentale. Giovani architetti che cominciarono ad assumere incarichi, pubblici o privati, importanti nella conservazione e restauro del patrimonio spagnolo. Sebbene la generazione fosse nuova, continuavano a prevalere i criteri, sostanzialmente decisi dalla *Dirección General de Bellas Artes*, che ritenevano il restauro come un recupero del senso del monumento nelle sue caratteristiche originarie, cercando la perfezione dello stile. A volte, migliorando e perfezionando lo stile dell'edificio a un livello cui esso non era mai giunto. In quegli anni avvenne la separazione tra gli allievi e i maestri. Allievi che depurarono le loro tendenze, in parte influenzati dal restauro critico italiano. I riflessi del vecchio modo di intendere l'intervento sul costruito resistettero con forza durante la prima transizione, una volta

scomparso il franchismo e incamminato il cammino verso la democrazia con le elezioni del 1977. In cambio, i pionieri della nuova concezione del progetto di restauro si distinsero per il cammino molto diverso che intrapresero rispetto ai loro predecessori. Esempi di ciò sono il convento di *Aguilar de Campò* di *José Mari Gonzàles* o il *Servei de Patrimoni de la Diputaciòn de Barcelona* di *Antoni Gonzàles*. Intorno agli anni 1982-84 il nuovo Stato delle Autonomie consentì il passaggio di competenze ai patrimoni delle comunità autonome, permettendo a queste ultime e, ai loro uffici e dipartimenti, di decidere i criteri in materia di restauro, fino allora fortemente condizionati dalla sezione di *Bellas Artes* del *Ministerio de Educaciòn* che resisteva nella concezione della così chiamata “analogia formale”.

Erano anni di aspirazione collettiva per la difesa del patrimonio. Nascevano associazioni, dalla fine degli anni '70, per fermare le massicce distruzioni e, per cercare di impedire il “*fachadismo*”. I nuovi comuni iniziavano a organizzare piani generali di conservazione dei centri storici, tutto veniva inventariato, dato che fino allora non si conosceva neanche il patrimonio delle distinte comunità cittadine.

La diffusione della nuova forma di concepire il restauro, avvenne in principale modo sotto la spinta di tre fattori importanti: la legge sulla conservazione del patrimonio storico spagnolo promulgata nell'anno 1985 (*Ley 16/1985, de 25 de Junio*); l'esigenza di nuove sedi per le istituzioni democratiche che aspiravano ad occupare edifici storici abbandonati o in disuso e infine la libertà creativa spagnola che si rifugiò nel patrimonio artistico per dare sfogo ad uno sforzo professionale che non aveva mezzi economici sufficienti in altri ambiti delle costruzioni. Ciò provocò uno dei più gravi problemi che conobbe il Patrimonio e più in concreto le attività di restauro. Insieme con esso la domanda, da parte delle amministrazioni locali, di riformare spazi storici, molto spesso non teneva in considerazione la totale incompatibilità tra il vecchio uso e il nuovo. Il che produsse in alcuni casi sterili formalismi e la distruzione delle tipologie preesistenti senza il minimo rispetto. I primi lavori di restauro e conservazione di un'ampia tappa della neo instaurata democrazia, si fecero per urgenza. Ai professionisti, che erano contrattati per eseguire i lavori, si richiedeva di consegnare i loro lavori senza un tempo minimo preciso di elaborazione documentata del progetto. Senza mezzi per eseguire gli studi preventivi necessari, né dell'edificio né dell'area urbana; senza le analisi precise dei nuovi materiali da dover impiegare e senza prevedere in alcun modo i possibili deterioramenti provocati dalle modifiche apportate dal restauro stesso. Più in generale si può dire che nella maggior parte dei lavori si portava a termine un profondo studio

dello stato di fatto di un edificio senza però indagare sulle sue origini e sulla sua evoluzione nel corso del tempo.

Fu *Antoni Gonzàles* a compiere un passo decisivo nel processo di comprensione degli interventi sul costruito in Spagna. Egli fuggì deliberatamente dalle attitudini filo storiciste del periodo franchista e, in forma similare prese le distanze dagli architetti post-moderni o post-funzionali, che “torturavano e distruggevano” i segni identitari caratteristici dell’architettura storica, per convertirla in un oggetto utile per il presente senza nessuna concessione alla sua origine. *Gonzàles* tracciò il suo metodo, che denomina “restaurazione obiettiva”, a partire dai principi enunciati da Renato Bonelli, Roberto Pane e altri importanti teorici italiani che superarono il “restauro scientifico” di Gustavo Giovannoni.

Gli avanzamenti scientifici, nell’ambito dello studio del patrimonio culturale spagnolo, come lo sviluppo di metodi d’individuazione delle patologie; nuove tecniche d’indagine come il laser, la termografia, gli ultrasuoni; la fotogrammetria e l’informatica applicata al restauro per eseguire rilievi e simulazioni virtuali; nuovi metodi investigativi microbiologici e di conoscenza dei comportamenti microscopici dei materiali; l’elaborazione di nuovi prodotti come resine e affini; ecc. permisero un conoscenza più profondo dei monumenti. Passo auspicato da parte dei tecnici del settore e assolutamente necessario per giungere alla fase progettuale. Sfortunatamente, la gran varietà e possibilità di analisi, ha prodotto una dittatura della tecnologia sui criteri. In larga parte, le amministrazioni centrali e locali, ritengono più importante mettere in campo numerosi studi previi che concludere con un progetto di restauro serio e rigoroso. La scarsa formazione in materia fece cadere molti architetti nelle mani d’imprese specializzate o di laboratori di tecnologia avanzate che dettavano le linee da seguire rendendo il progettista, cui per competenze sfuggiva la fase diagnostica, un mero organizzatore di opera con poco controllo sulle soluzioni finali. Un problema gravissimo, molto attuale in Spagna, che nell’impeto di far avanzare gli studi scientifici ha sacralizzato la tecnologia. Tanto che oggi un buon progetto di restauro non può prescindere dalla spesa d’ingenti quantità di denaro in studi di laboratorio e dall’utilizzo di moderne macchine di pulizia o analisi. Un altro grave problema è stato quello della “direzione imposta” da parte dei proprietari degli immobili storici. Come accennato in precedenza, molto spesso enti pubblici o privati cittadini hanno portato a termine opere di restauro seguendo la seguente logica: un edificio che non viene utilizzato è destinato alla distruzione. Il che è inequivocabilmente veritiero. Da ciò si è

passati però a dotare immobili di funzioni qualsiasi, la maggior parte delle volte con assoluta incompatibilità e senza nemmeno addentrarsi nella questione della reversibilità dell'opera. In molti casi si manifesta perfettamente la problematica causata, non dalla necessità di cercare urgentemente sedi per enti, istituzioni o servizi, bensì dalla volontà di recuperare il patrimonio dotandolo di una qualche funzione, fosse quella che fosse. Da far notare che, in questo caso, la qualità del progetto rimane al margine; ciò che realmente balza agli occhi è la forza del "potere": patrocinatori e proprietari dell'immobile che non senza il ben che minimo scrupolo tortura l'edificio assegnandogli una funzione, per quanto insensata o nefasta che sia.

Verso la fine degli anni '90 la situazione ha però cominciato a migliorare, nonostante la persistenza di problemi come quelli sopra descritti. Si può notare come si sia ridotta la quantità di lavoro di restauro in Spagna, in parte perché non rimangono più grandi monumenti che necessitano riforme e in parte perché attualmente la società ha altre priorità. Questi due fattori combinati, curiosamente, sono positivi poiché hanno permesso la miglior formazione di professionisti, architetti, gruppi multidisciplinari. Oggi la "guerra del patrimonio" si è spostata al consumo dello stesso. Pare che società in generale e politici si siano resi conto dell'importanza di conservare l'autenticità degli edifici provenienti dal passato. Dalla trascendenza del conservare per non dover restaurare e, quando è necessario farlo, operare con le massime garanzie di qualità e rispetto, derivano comunque brutalità di ogni tipo.

*“El patrimonio hoy no pertenece a las administraciones, ni a los representantes políticos, ni siquiera a sus titulares ni a los patrocinadores, es de la sociedad, es de la gente que ve en él su identidad (\*).”*

(\*) Javier Rivera Blanco - La restauración monumental en España en el umbral del siglo XXI; Nuevas tendencias en la identificación y conservación del patrimonio – Universidad de Valladolid, Valladolid 2003

## 1.2.2 – Legislazione spagnola in materia di restauro e conservazione dei beni culturali

Riportiamo, tradotti in italiano solo alcuni degli articoli della legge spagnola in merito di conservazione dei beni culturali. La legge di riferimento è la *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*.

### **Articolo 1**

1. Sono oggetto della presente legge la protezione, l'incremento e trasmissione alle generazioni future del Patrimonio Storico Spagnolo.
2. Integrano il Patrimonio Storico Spagnolo gli immobili e gli oggetti mobili di interesse artistico, storico, paleontologico, archeologico, etnografico, scientifico o tecnico. Formano anche parte dello stesso il patrimonio documentale e bibliografico, i giacimenti e zone archeologiche, così come i siti naturali, giardini e parchi, che abbiano valore artistico, storico o antropologico.
3. I beni più rilevanti del Patrimonio Storico Spagnolo dovranno essere inventariati o dichiarati di interesse culturale nei termini previsti da questa legge.

### **Articolo 14**

1. Agli effetti di questa legge hanno valore di bene immobile [...] tutti gli elementi che possano considerarsi in contiguità con gli edifici e formino parte degli stessi o dell'intorno o lo abbiano formato [...].
2. I beni immobili integrati nel Patrimonio Storico Spagnolo possono essere dichiarati monumenti, giardini, siti storici, così come zone archeologiche, tutti loro come beni di interesse culturale.

### **Articolo 15**

1. Sono monumenti quei beni immobili che costituiscono realizzazioni architettoniche o di ingegneria, o opere di scultura colossale, sempre che possiedano interesse storico, artistico, scientifico o sociale.
2. Giardini storici nello spazio delimitato, prodotto dall'ordinazione da parte dell'uomo di elementi naturali, a volte completati con corpi di fabbrica, e valuti di interesse in funzione della sua origine o passato storico o di suoi valori estetico sensoriali o botanici.
3. Insieme Storico e il raggruppamento di beni immobili che formano un'unità, continua o dispersa, condizionata da una struttura fisica rappresentativa dell'evoluzione di una comunità umana per essere testimone della sua cultura o costruire un valore d'uso e utilizzo per la collettività. E' anche Insieme Storico qualsiasi nucleo individuato da immobili compreso in un'unità superiore di popolazione che riunisca le stesse caratteristiche e possa essere chiaramente delimitato.

In conformità a quanto stabilito dalla legislazione spagnola perché un oggetto architettonico possa essere iscritto al registro dei beni culturali, deve essere fatta la domanda di dichiarazione d'interesse da parte dell'amministrazione competente o da parte di persone fisiche o giuridiche. Una volta avviato l'iter, si applicano al bene tutte le protezioni giuridiche previste dalla legge a carattere preventivo di salvaguardia.

La dichiarazione di bene d'interesse culturale esige la presentazione di una serie di documenti e informazioni concrete sul bene in esame e, le motivazioni che posso farlo dichiarare BIC, sono:

- Valore storico artistico. Notevole valore dovuto alla sua antichità
- Valore artistico. L'estetica o quello che definisce uno stile.
- Valore tipologico. Come elemento classificatorio, per esempio, chiese, case tradizionali cristiane o mudèjar, ecc.
- Valore urbanistico. Influenza del luogo in cui è situato, come colli, piazze, strade strette, ecc.
- Valore d'immagine o paesaggistico
- Valore d'identità. Fa riferimento all'importanza che un immobile ha per una società come elemento espressivo e identificativo.

### 1.2.3 – Edifici ristrutturabili con criteri ecosostenibili

Quanto detto sino ad ora, aveva posto la questione di operare una definizione più chiara rispetto a quelli che sono oggetti architettonici ascrivibili al patrimonio dei beni culturali e che, quindi, devono essere soggetti a interventi conservativi di alto livello onde mantenere il loro valore di "memoria" storica della società che li ha generati e utilizzati.

Si rende necessario, ora, definire quelli che sono gli edifici passibili d'interventi in ottica ecosostenibile. Questo tipo di definizione è in apparenza più semplice, rispetto al precedente, ma è comunque essere una questione delicata da affrontare per meglio valutare i tipi d'intervento attuabili. Poniamo un esempio che può aiutarci a capire il perché dobbiamo inoltrarci in questo tema.

Se ci troviamo di fronte ad un bell'edificio, degli inizi del secolo scorso, ma che ancora non è stato valutato come bene d'interesse culturale come dobbiamo comportarci? E' lecito intervenire in modo massiccio sullo stesso per adeguarlo alle necessità moderne di vita, che includono anche le questioni ambientali? Il solo fatto che sia permesso dalla legge giustificerebbe questo tipo d'intervento? Attuando in questo modo non contribuiamo a distruggere o inquinare tracce del passato recenti che i nostri figli o nipoti invece considereranno lontane e quindi di valore storico?

In molti paesi europei, Spagna compresa, questi tipi di opere sono realizzate e portate a termine, presumibilmente sotto la spinta di speculazioni economiche ed edilizie. In ogni caso, quest'argomento di notevole interesse meriterebbe certamente di essere discusso e sviluppato. Probabilmente porterebbe a conclusioni molto interessanti sull'utilizzo di forme architettoniche, tecnologie e materiali tradizionali, ma data la ampia natura del tema non lo affronteremo. Preferiamo non dare risposta alle domande che si sono poste per la mancanza di uno studio approfondito in materia, ed escludiamo questo tipo di edifici dalla categoria cui faremo riferimento per quanto riguarda gli edifici potenzialmente ristrutturabili, con particolare attenzione ai temi ambientali.

Oggetti d'interesse, al fine di questo lavoro, sono gli edifici adibiti a residenza collettiva ma anche le residenze unifamiliari e bifamiliari, che popolano le sconfinite periferie di molte città europee o, in ogni caso, quegli oggetti architettonici figli della stessa epoca e che, di conseguenza, hanno caratteristiche ambientali, tecnologiche e costruttive simili ai precedenti.

Vale la pena, quindi, ricordare come si è prodotto il fenomeno dispersivo delle città Occidentali che, oggi, è uno dei fattori dominanti per quanto riguarda la scarsa qualità architettonica e ambientale della quasi totalità degli edifici residenziali costruiti dal dopo guerra in poi. Nel XX secolo sono state promosse una serie di considerazioni universali, da parte di urbanisti e figure legate alla questione della città, che sono state molto negative per quest'ultima. Si pensava che qualsiasi modello, per grande che fosse, per diffusa e ampia che fosse la sua struttura potesse sempre e comunque risolversi grazie all'utilizzo massiccio di tecnologia. Vi era la falsa credenza che i mezzi tecnologici potessero risolvere tutti i problemi senza tenere in benché minima considerazione i costi economici e ambientali, né tanto meno la vicinanza agli input urbani. Anche l'urbanistica, quindi, partecipò a quello che si può definire come il periodo dell'ottimismo tecnologico (tra gli anni '50 e '80). Solo per citare un esempio fra i tanti, a Los Angeles in questo periodo è stata costruita la maggior rete autostradale, in un sito fortemente a



rischio sismico in considerazione della speranza che miglioramenti tecnologici avrebbero permesso di risolvere il problema una volta che questo si fosse manifestato. Un altro aspetto da considerare in questo modello urbanistico è la sua poca attenzione per l'ambiente. Normalmente, quando si facevano piani regolatori negli anni '60-'70, il miglioramento delle qualità delle città era affidato a percentuali e indicatori in metri quadrati di dotazioni minime da offrire alla cittadinanza come, ad esempio, le zone verdi, gli spazi sportivi, spazi culturali, ecc.

La principale manifestazione dell'origine della crisi dei modelli urbanistici per ciò che riguarda i problemi ambientali si può trovare in due fattori che, per quanto conosciuti, sono poco discussi. Il primo è che la dispersione della città era una cosa buona solo se fine a se stessa, come contributo teorico e nulla più. E' particolarmente evidente che questo modello ha dei costi ambientali notevoli e, inoltre, origina una povertà di tipologie ed edifici che sembrano ripetersi uguali a se stessi all'infinito. In secondo luogo ha prodotto, una specializzazione in zone della città: qui si compra, qui si lavora, qui si vive, ecc. La città concepita in questo modo da dimostrazione di se con villette unifamiliari e addossate. Molti abitanti di queste zone di città, si considerano vicini ai temi ambientali, ma non sanno che hanno dato sviluppo, o lo danno ancora, a un tipo di città sicuramente poco sostenibile. Persone che, sicuramente in buona fede ma ingenuamente, credono che vivere in piccole case possa aiutare l'ambiente senza considerare che bisogna utilizzare l'automobile anche per andare a comprare il pane o altri generi di prima necessità. La città diffusa e le tipologie di edifici identiche in ogni parte del mondo, a prescindere dalla città cui appartengono, è figlia del sistema economico attuale ma anche del lavoro di grandi architetti che hanno avuto la brillante intuizione di creare edifici universali che potessero essere costruiti in qualsiasi sito. Il che, inevitabilmente ha prodotto architetture qualitativamente scarse, energivore, e bisognose di ingenti quantità di risorse naturali per la loro costruzione e durante tutto il loro ciclo di vita.

Il crescente processo di urbanizzazione è chiaramente accompagnato da una progressiva omogeneizzazione delle forme. Le specificità culturali vengono poco a poco cancellate, le identità particolari restano in secondo piano, al servizio del mercato globale. L'esempio più esemplificativo di questa tendenza è, dapprima, la comparsa e la successiva moltiplicazione esponenziale di quelli che M. Augè denominava "non luoghi". Spazi sprovvisti di segni identificatori identici in qualsiasi parte del mondo come

i grandi spazi commerciali, aeroporti, ecc. cui vanno aggiunte senz'altro le periferie indistinte di cui abbiamo parlato.

Le considerazioni fatte fino ad ora ci portano all'inevitabile conseguenza di poter identificare un tratto comune in tutti gli edifici costruiti dagli anni 50 in poi. La loro quasi totale assenza di valore architettonico e la poca attenzione verso i luoghi in cui sono state costruite con tutte le problematiche d'interazione sociale e di adattamento all'ambiente che ne conseguono.

## **1.3 – Ristrutturazione del costruito, riduzione dell’approvvigionamento di materie prime**

### 1.3.1 – Ristrutturare, Ricostruire, Riutilizzare

Le tre R tradizionali dei movimenti ecologisti, convenientemente trasformate, possono essere un buon titolo per indicare le necessità di cui la città moderna deve e dovrà farsi carico. In questo momento storico in cui sembra che l’urbanistica abbia perso il senso della misura, senza altri obiettivi specifici se non quello di promuovere se stessa e occupare sempre più territorio, ci sarebbe l’ottima opportunità per fermarsi a riflettere per poter meglio intendere la situazione e cercare di controllare la direzione di un processo che, probabilmente, è fin troppo autonomo e completamente svincolato dalle esigenze dei cittadini. Non abbiamo la pretesa di discutere in poche righe di un tema come questo che meriterebbe uno spazio di argomentazione ben più ampio. Ciò nonostante dobbiamo tracciare alcune linee guida, evidentemente le più importanti, che giustificano la necessità di utilizzare a pieno regime le aree urbanizzate già esistenti. Negli anni settanta del secolo scorso si produsse un movimento simile a quello odierno, di ritorno alla città tradizionale benché la sua origine fosse diversa da quella attuale. La crisi energetica, che avvenne in quegli anni, sembrava dovesse rivoluzionare il modo di intendere la vita cittadina e, l’urbanistica di conseguenza finì, per così dire, in quarantena. Si parlava di necessità di recupero dei centri storici che le classi più abbienti avevano in parte abbandonato. Come conseguenza iniziarono, anche se in minima parte, a realizzarsi piani urbanistici che andavano in questa direzione. Piani di riforma dei centri urbani, di trasformazione e riutilizzo dei vecchi contenitori architettonici adibiti ad altri usi, di costruzioni di nuovi quartieri in spazi ampiamente urbanizzati che in precedenza ospitavano edilizia popolare, fomentarono una certa cultura del recupero urbano che durò all’incirca una decade. Fu il momento di auge dello spazio urbano come contenitore della civiltà. Per esempio nella dichiarazione di Amsterdam del 1975 si può leggere:

*“La ristrutturazione degli antichi quartieri deve essere concepita e realizzata, in misura del possibile, in modo tale da non modificare sostanzialmente la composizione sociale dei residenti e che tutti gli strati della società si beneficino di un’operazione finanziata con fondi pubblici”.*

Concetti che sono stati assorbiti da alcuni paesi europei e che hanno trovato sfogo nelle legislazioni nazionali.

La situazione attuale appare invece, tanto per la sua genesi che per le sue circostanze, radicalmente distinta alla precedente e, probabilmente, presuppone un momento veramente critico nell'evoluzione del sistema di relazione dei cittadini con la natura e con se stessi.

### 1.3.2 – Territorio e sostenibilità

Nell'anno 1996 Rees e Wackernagel proposero il concetto di "impronta ecologica" come l'area di territorio produttivo o ecosistema acquatico necessario per produrre le risorse utilizzate e per assimilare i residui prodotti da una popolazione definita con un livello di vita specifico, dovunque quest'area sia situata. Nel 2000 l'equipe di Wackernagel calcolò l'impronta ecologica della totalità del pianeta utilizzando sette indicatori e i risultati di questo studio si dimostrarono molto interessanti. Fu verificato che l'improntata totale era di 164 unità benché la bio capacità del pianeta si attestava a 125, il che significa un eccesso del 31%. Benché l'utilizzo di altri fattori permetta di ridurre questo scarto, sembra che l'eccesso di utilizzo del nostro pianeta non scenda comunque al di sotto del 20%. Ciò è possibile solo perché la terra ha "risparmiato" nel corso di milioni di anni risorse come materie prime, combustibili fossili, ecc. che sopperiscono oggi agli eccessi di consumo. Non ci vuol molto per immaginare che l'utilizzo di risorse non avviene in modo uguale per tutti paesi del mondo. Per fare solo alcuni esempi gli Emirati Arabi Uniti hanno un'impronta di 11,9 ett/ab e gli Stati Uniti d'America di 9,6 ett/ab. Viceversa il Perù ha un'impronta di 0,9, Zambia o Congo di 0,6 e l'Afghanistan di 0,1. La media mondiale si attesta a 2,2 ett/ab. Questi dati trovano riscontro anche nei paesi dell'Unione Europea, la cui media si attesta a 4,7. Se consideriamo anche la crescita delle impronte ecologiche, negli anni dal 1992 al 2002, di India (+17%) e Cina (+24) possiamo facilmente capire come l'unica alternativa possibile per continuare ad aumentare il consumo di risorse è farlo a scapito di altri territori. Sarà ben difficile per quei paesi con valori molto alti continuare ad aumentare la propria impronta ecologica a discapito dei paesi con valori molto bassi. E' molto più probabile viceversa che questi ultimi cerchino di recuperare per se le risorse naturali ed energetiche. La congiuntura globale, quindi, non sembra particolarmente favorevole giacché, in forma diretta o indiretta, questa situazione presuppone costi. Costi che in

definitiva andranno a ripercuotersi sfavorendo la competitività dei nostri servizi, delle nostre imprese e anche nella qualità di vita dei cittadini. Apparentemente quindi, l'unica soluzione per riuscire ad aumentare la competitività è incrementare l'efficienza dei nostri territori ovvero far in modo che funzionino meglio di prima ma con meno risorse. Evitando di sprecare energia, suolo, tempo in spostamenti non necessari, riscaldando o raffrescando edifici bioclimaticamente assurdi e restituendo alla natura ettari di territorio per ottenere boschi possiamo ridurre la nostra impronta ecologica. A causa della congiuntura globale perciò dobbiamo riuscire a far funzionare in modo molto più efficiente le aree urbanizzate.

La città storicamente nacque per separare l'uomo dalla natura, per far sì che l'umanità potesse stabilirsi in un'area limitata di territorio di ordine differente a quello naturale. L'ordine artificiale richiede molte più risorse che quello naturale perciò, tradizionalmente le città hanno sempre occupato una porzione di territorio limitata. Queste ultime si sono comportate, fino alla fine della seconda guerra mondiale, come elementi puntuali all'interno di un territorio naturale o antropizzato con elementi di origine naturale. Dal punto di vista sistemico si studiavano come oggetti formati dalla massa delle persone che li abitava, in pratica senza superficie e interlacciate tra di loro da vie di comunicazione che a malapena producevano un impatto apprezzabile. A partire dagli anni '50 però la città cominciò ad appropriarsi del territorio, basandosi nelle possibilità che offriva l'automobile privata, occupandolo in modo indiscriminato. Fu allora che si dovette iniziare a racchiudere le aree naturali per proteggerle, aree che passarono dall'essere una matrice a essere tasselli nella maglia territoriale. Il problema sostanziale è che la città ha bisogno del mezzo naturale per sopravvivere per la semplice ragione la prima ha un ordine distinto dalla seconda difatti, tradizionalmente le città hanno avuto bisogno del loro intorno per completare i cicli di consumo ed espulsione dei rifiuti. Detto in altre parole il sub sistema urbano deve cedere entropia all'unico sito che può assorbirla che per l'appunto è la natura. La progressiva diminuzione di questa componente del sistema fa sì che, secondo ciò che dicono molti, siamo giunti a un punto limite. La chiave è chiudere il ciclo nelle aree più prossime ai luoghi di consumo delle risorse.

Ciò nonostante si renderà necessario un certo tempo di transizione che permetta di cambiare il modello e, il mantenimento transitorio dell'attività costruttiva su una superficie già costruita può solo avvenire da una ricomposizione dello spazio costruito per l'appunto ristrutturare, ricostruire, riutilizzare. Ricapitolando quindi tanto la

congiuntura globale come la locale guardano con molta attenzione verso la stessa direzione, verso la città costruita.

### 1.3.3 – Possibilità Attuative

Per ciò che concerne alla città costruita potremmo riassumere le possibilità che essa ci offre in tre punti. Il primo ha a che vedere con il rinnovo. In molte città si renderà necessario rivoluzionare isolati o quartieri interi per la quasi totale impossibilità di ristrutturare gli edifici che li compongono. Stiamo parlando di quei quartieri, prevalentemente situati in aree periferiche, che sono stati costruiti in un momento storico in cui era necessario dare alloggi a migliaia d'immigranti che si trasferivano dalle campagne o dai paesi alla città. Tali edifici difficilmente potrebbero arrivare a soddisfare decentemente gli obiettivi di fornire alloggi degni e, oltretutto, non hanno nessun tipo di valore storico o artistico che giustifichi il loro mantenimento. Si tratta comunque di terreno urbano consolidato, totalmente antropizzato, i cui costi per restituirlo alla natura sarebbero notevolmente superiori ai benefici. In questo caso si dovrà ricostruire con criteri di eco sostenibilità. Potremmo aggiungere al discorso, che molta attenzione andrebbe posta da parte delle autorità competenti onde evitare che, sotto la spinta di speculazioni edilizie, questi quartieri siano popolati solo "da simili" generalmente corrispondenti a fasce di popolazione più abbienti rispetto a quelle che li vivevano in precedenza. Attenzione che va posta anche a tutte quelle operazioni che ristrutturazione di cui parleremo tra qualche riga. Il secondo punto corrisponde a tutte quelle operazioni relazionate con l'aumento di qualità dello spazio urbano. Sarebbe equivocado pensare che l'adeguamento al "nostro" tempo di un palazzo residenziale o di uno per uffici cominci e finisca varcata la porta d'ingresso. Sempre più lo spazio urbano è inteso come estensione e prolungamento dello spazio interno e privato della singola abitazione. Molta attenzione deve essere posta nella progettazione di questi spazi poiché oggi sono visti come insicuri e non vissuti dalla popolazione. Fenomeno che purtroppo porta alla loro scomparsa come detto, per mancato utilizzo, o per colonizzazione da parte di determinate nicchie sociali che li utilizzano, non come sistema di relazioni, bensì come forma di autoaffermazione. Il terzo e ultimo punto si riferisce alla ristrutturazione di edifici già costruiti. È imprescindibile adattarli per migliorare le loro male condizioni abitative generali. A quest'adattamento deve essere

accompagnano anche quello dell'efficienza, ottenendo il risultato con il minor consumo possibile di energia e con la minor produzione possibile d'inquinamento. Se si vuol ottenere una città più competitiva questo fattore deve essere imprescindibile in quanto, come abbiamo visto, presto o tardi dovremmo fare i conti con i costi ambientali.

## **CAPITOLO 2 - STRATEGIE PER IL RECUPERO SOSTENIBILE**

### **2.1 – Clima e interpretazioni architettoniche per il progetto**

#### 2.1.1 – Il clima, elemento discriminante per il progetto ecosostenibile

Gli effetti del clima incidono direttamente tanto sull'energia come sulla salute dell'uomo. L'ambiente fisico è formato da numerosi elementi correlati tra di loro quali la luce, il suono, il clima, lo spazio, ecc. Tutti loro incidono direttamente sul corpo umano, il quale può tentare di sfruttarli o di contrastarli e nella lotta per conseguire l'equilibrio biologico si producono diverse reazioni fisiche e psicologiche. L'uomo si sforza per raggiungere il punto nel quale adattarsi all'ambiente circostante costi la minima quantità di energia possibile, tali condizioni di equilibrio sono definite come "zona di confort", dove la maggior parte dell'energia umana è liberata per essere dedicata alla produttività. Il costruito è il principale strumento che ci permette di soddisfare queste esigenze di confort, modifica l'ambiente naturale e ci avvicina alle giuste condizioni di abitabilità. Il criterio ideale per il progetto ecosostenibile è quello di soddisfare il benessere psicofisico dell'uomo, rispettando l'ambiente naturale. Gli elementi principali che agiscono sul confort umano sono la temperatura dell'aria, la radiazione solare, la velocità dell'aria e l'umidità relativa. Detti fattori agiscono sull'essere umano secondo complesse interazioni e i processi attraverso i quali il corpo scambia calore con il suo intorno possono classificarsi in quattro forme: radiazione, conduzione, convezione ed evapotraspirazione.

L'interazione di questi fattori, può essere schematizzata su due tipi di grafici distinti, quello di Olgyay che ci dà indicazioni per la progettazione di ambienti esterni costruiti e quello di Givoni che, viceversa, è molto utile per ambienti interni. L'utilità di questi grafici è di dare, a seconda delle condizioni climatiche, diverse indicazioni al progettista per ampliare la così detta "zona di confort". Non esiste una definizione comune che possa spiegare sinteticamente il concetto di "zona di confort", malgrado ciò si può facilmente definire il suo opposto, come la zona nella quale si produce una sensazione d'incomodità. La sensazione di confort è condizionata, oltre che dai parametri climatici, anche da altri più legati all'essere umano quali: abbigliamento, attività svolta, sesso, età e abitudine a un determinato clima.

La climatologia è il compendio di tutte le variabili meteorologiche. In ogni istante tutti gli elementi appaiono combinati, rendendo più difficile determinare la loro importanza



relativa rispetto all'interrelazione termica. Le soluzioni architettoniche ai differenti problemi climatici concreti devono tener in conto l'insieme di tutti loro, in modo da progettare un edificio climaticamente equilibrato. Per raggiungere quest'obiettivo, il metodo da seguire per valutare l'importanza e la relazione tra i vari elementi climatici deve essere adattato alla pratica costruttiva. Come già detto i principali elementi che agiscono in modo determinante per il confort umano sono la temperatura, la radiazione e gli effetti del vento e l'umidità.

#### 2.1.1.1 – *Temperatura dell'aria*

La variazione della temperatura diurna dipende in gran misura dallo stato del cielo. Durante le giornate serene la gran quantità di radiazione solare ricevuta e la libera espansione della stessa originano un ampio margine di variazioni termiche, mentre in un giorno nuvoloso questo margine è inferiore. Basandoci sui cambi stagionali quest'affermazione rimane veritiera: nelle estati i giorni senza nubi sono più caldi in quanto ricevono una maggior quantità di radiazione solare, viceversa in inverno, un giorno in identiche condizioni è generalmente più freddo rispetto a uno nuvoloso giacché durante il periodo notturno, più ampio del diurno, il calore prodotto dalla radiazione scappa più facilmente verso la volta celeste. I dati meteorologici disponibili della temperatura dell'aria possono essere utilizzati con bastante esattezza nella progettazione architettonica. Le differenze di temperatura dell'aria a livello del suolo con le differenze dipendenti dall'altezza stessa dell'edificio sono così piccole da non essere rilevanti.

#### 2.1.1.2 – Effetto della radiazione

La costante solare è la quantità di energia solare che arriva alla terra per unità di tempo su di una superficie unitaria a 148.000.000 km dal sole e perpendicolare ai suoi raggi. La superficie a livello del suolo però ne riceve una quantità considerevolmente minore dovuto a una serie di perdite che si producono quando i raggi solari attraversano l'atmosfera terrestre. Parte della radiazione incidente si riflette sulla superficie delle nubi e parte è assorbita dai

componenti atmosferici. Una certa quantità è dispersa dalle molecole nell'atmosfera, però parte della stessa si recupera dopo come radiazione diffusa. Parte della radiazione che incide sul suolo è riflessa dalla superficie terrestre, però la maggior parte di detta energia è assorbita, si trasforma in calore e alza la temperatura dell'aria, del suolo e degli oggetti che incontra al suo intorno. L'intensità della radiazione aumenta in relazione all'altezza rispetto al livello del mare, ciò dovuto al fatto che ci sono minori perdite dovute all'atmosfera. Generalmente, la trasmissione della radiazione calorifica che riguarda gli edifici si suddivide in cinque categorie:

- Radiazione a onde corte provenienti dal sole
- Radiazione a onde corte proveniente dalla volta celeste
- Radiazione a onde corte proveniente dai terreni adiacenti.
- Radiazione a onde larghe provenienti dal suolo e dagli oggetti circostanti la cui temperatura è elevata.
- Radiazione a onde larghe dispersa dall'edificio verso il cielo.

#### 2.1.1.3 – Vento

Per i calcoli del vento devono prendersi in considerazione diversi fattori: la diminuzione della velocità del vento a basse altezze, le deviazioni dei flussi d'aria dovuti alla topografia locale e dell'intorno immediato e, infine, l'elevazione del confort dovuto alle gradevoli brezze o la sua diminuzione dovuta a venti indesiderati.

Gli effetti del vento negli edifici devono considerarsi tanto esteriormente che interiormente. Per l'equilibrio di confort i movimenti d'aria dovranno valutarsi tanto positivamente quanto passivamente, nei periodi freddi dovranno essere bloccati o ridotti poiché generano perdite di calore, in egual modo invece nei periodi caldi devono essere utilizzati per migliorare le condizioni di confort interne. I flussi d'aria, utilizzabili durante l'estate devono comunque rimanere al di sotto o in prossimità di velocità limite (1,52 m/s per il giorno e 1,02 m/s durante la notte) per non diventare fastidiosi.

## 2.1.2 – Il recupero come priorità

Ristrutturare un edificio, presuppone nella maggior parte dei casi, un risparmio energetico del 60% rispetto al demolirlo e ricostruirlo dal principio evitando anche numerosi altri effetti d'impatto ambientali. Secondo quanto detto da G. Moewes (1977), esistono tre processi fondamentali che possono portare, ragionevolmente, a una riduzione del carico ambientale e delle necessità energetiche dovute all'edilizia e, più in generale, alle città. Il primo punto è la ristrutturazione degli edifici esistenti; il secondo è la sostituzione dei vecchi, ecologicamente insostenibili con nuovi a basso consumo e, per ultimo, la chiusura degli interstizi tra gli edifici stessi. Il principale fattore di consumo, per ciò che riguarda le costruzioni, è l'utilizzo quotidiano di questi spazi costruiti, per questo può valer la pena sostituire quelli ecologicamente insostenibili. In generale, lo spreco di risorse, soprattutto energetiche ma non solo, avviene quando si riscontrano due condizioni basilari: l'uso intensivo d'installazioni come riscaldamento, condizionamento d'aria, luce artificiale, ecc. e un comportamento estremamente dispersivo dell'edificio dovuto alla sua cattiva costruzione che si riscontra principalmente nella mancanza d'isolamento termico e la poca presenza di pareti a elevata inerzia termica (valido per i climi mediterranei). Raramente lo spreco di risorse avviene se non si verificano le due condizioni simultaneamente. Nella maggior parte degli edifici costruiti fino al principio del secolo scorso, infatti, le condizioni di confort interne dovevano essere conferite senza l'ausilio di mezzi tecnologici. A maggior ragione quindi le poche risorse disponibili non potevano essere sprecate. In considerazione di ciò dunque la riabilitazione deve essere intesa come sostenibile sempre che essa garantisca una vita utile all'edificio di ordine uguale o superiore rispetto a quella che avrebbe l'edificio stesso in assenza di opera, che ci si assicuri che con il mantenimento e uso quotidiano dell'edificio ristrutturato non continui lo spreco immotivato di risorse e, infine, che il tutto funzioni a prescindere dall'installazione di apparati tecnologici per la produzione di energia da fonti rinnovabili. La riabilitazione può essere ecologica se si pone enfasi nel miglioramento del suo comportamento energetico ma anche nel miglioramento della qualità di vita dei suoi abitanti. La frazione del costo energetico di costruzione associato alla struttura portante, che non incide significativamente sul suo comportamento ambientale, è dell'ordine del 50%. Il che significa che, nel demolire un edificio per costruirne uno nuovo dello stesso tipo, perdiamo una frazione consistente di energia incorporata senza che questa sia controbilanciata da un risparmio energetico nel futuro utilizzo. Inoltre la cifra del 50%

quadra ragionevolmente bene con i costi stimati di mantenimento di edifici con una vita utile di cinquanta anni. Perciò con un investimento energetico prossimo alla metà di costo di quello necessario per una nuova costruzione, possiamo ristrutturare la vecchia con l'obiettivo di raggiungere un'efficienza energetica simile. Le considerazioni di costo energetico di demolizione e abbattimento dei resti prodotti inclinano ancor di più la bilancia in favore del recupero. Inoltre nel fare le dovute valutazioni ambientali, dobbiamo tener in conto anche altri aspetti come: la contaminazione acustica, la polvere sollevata, il consumo di energia in mezzi di sicurezza e rispetto delle normative, l'utilizzo di macchinari da cantiere per svolgere i lavori e lo sversamento in discarica dei rifiuti. Per ben valutare la sostituzione di un vecchio edificio con uno nuovo dobbiamo considerare che bisogna tenere in considerazione altri aspetti come l'impatto ambientale per l'ottenimento di materiali, il consumo di energia per il trasporto di questi ultimi a piè d'opera e la posa degli stessi. Si può affermare perciò che nella sostituzione si producono numerosi effetti d'impatto ambientale sia a livello generale sia locale. Per esempio, la demolizione di un piccolo edificio di 100 m<sup>2</sup> di pianta, con un piano interrato e cinque piani fuori terra produrrebbe 650 m<sup>3</sup> di macerie da sgombrare. Nella nuova edificazione, dello stesso tipo, si può prevedere una proporzione in costi energetici di questo tipo: 42% per la struttura; 24% per le opere murarie; 11% per rifiniture. In un recupero, in cui presupponiamo di mantenere la struttura almeno il 50% delle partizioni interne e cambiamo tutto il resto, in altre parole un lavoro di ristrutturazione intensa, possiamo risparmiare il 42% dovuto alla struttura e più la metà delle opere murarie 24%. Ciò significa un risparmio totale del 54% rispetto a una nuova costruzione. Con la riabilitazione viceversa si può migliorare l'efficienza energetica del vecchio edificio sino a fargli raggiungere gli standard attuali.

### 2.1.3 – Criteri generali per il recupero sostenibile negli edifici residenziali

Le strategie generali per affrontare un progetto di recupero sull'esistente devono tener in conto i criteri della progettazione ecosostenibile, i quali devono essere concretati anche in funzione di tutti i condizionamenti che possono intervenire come problematiche tecniche, sociali ed economiche. Bisogna aggiungere che, come esemplificato magistralmente da Luis de Garrido con l'ideazione delle piramidi inverse, i miglioramenti ambientali più consistenti sono quelli ottenuti con tecnologie semplici, quindi a basso costo, associate a una buona progettazione architettonica. Andiamo adesso a spiegare

brevemente le distinte possibilità alle quali il progettista può far ricorso per attuare un progetto di recupero sostenibile.

#### 2.1.3.1 - Riscaldamento

##### *Utilizzare, ove possibile, i guadagni termici solari diretti*

La radiazione solare è uno dei metodi naturali di maggior importanza per quel che riguarda il processo di riscaldamento passivo degli spazi interni degli edifici. Di tutta la radiazione, procedente dal sole, solo una parte minoritaria arriva sino alla superficie terrestre in quanto, gran parte di questa energia si perde a causa di particelle in sospensione e molecole d'aria. Inoltre molta energia è riflessa verso lo spazio dalle nubi. Malgrado ciò possiamo sfruttare la parte di radiazione che, alla fine del suo cammino giunge sino a noi, tenendo in considerazione alcuni aspetti fondamentali. A mezzogiorno, quando il sole è nel suo punto più alto la quantità di energia ricevuta è maggiore. All'alba è al tramonto viceversa si riscontrano i minimi diari di questo fenomeno trasmettendo ai corpi il minor quantitativo giornaliero di luce e calore. Quanto questa energia incontra un elemento opaco sul suo cammino ne riscalda la superficie trasferendosi alle molecole che lo compongono. Si stabilisce una relazione diretta tra l'aumento dell'altezza solare, la luce generata e la quantità di calore accumulata dai corpi. Negli elementi trasparenti invece il fenomeno fisico presenta caratteristiche diverse rispetto a quello dei corpi opachi. La radiazione solare diretta che colpisce una finestra subisce tre diversi effetti: una parte è riflessa, con angolo uguale a quello incidente, una parte viene assorbita dal materiale come se fossimo in presenza di un corpo opaco e il restante 80-90% di luce se si tratta di vetri singoli, il 65-75% se si tratta di vetri doppi attraversa il vetro rendo tale energia disponibile per il guadagno solare diretta.

##### *Migliorare l'isolamento dell'involucro*

L'isolamento termico è un'altra componente fondamentale al fine di ridurre gli scambi energetici tra ambiente interno ed esterno. Ogni materiale ha una diversa capacità isolante caratterizzata dal fattore "U" (coefficiente di trasmissione totale di calore). A minor valore di "U" corrisponde un

maggior effetto isolante. Questa interferenza nel processo di scambio termico si conosce generalmente come isolamento resistente. Nella maggior parte dei casi i migliori isolanti termici sono quei materiali che, al loro interno, contengono una gran quantità di bolle d'aria, giacché l'aria stessa, se ferma, è un ottimo isolante. Tali materiali solitamente sono anche molto leggeri proprio in considerazione del loro ridotto peso per unità di volume il che non gli consente di avere un'elevata inerzia termica.

### *Considerare la posizione dell'isolamento in funzione dello spessore e del tipo di muro*

In una parete con grande inerzia termica, generalmente, non si può riscontrare una differenza sostanziale nel suo comportamento termico a prescindere che l'elemento isolante sia posto all'interno o all'esterno. Cosa ben diversa invece quando ci troviamo di fronte ad un elemento di scarsa inerzia, dove le differenze si fanno apprezzabili. L'isolamento esterno permette un maggiore ritardo e una maggior riduzione dell'onda termica esterna. Con l'isolamento interno, le prestazioni del muro sono leggermente migliori in inverno e peggiori in estate, la questione si ribalta con l'isolamento posto in posizione esterna. Bisogna considerare comunque che al discorso dell'isolamento si associano poi altre problematiche come l'umidità interstiziale e i ponti termici su tutti. Senza considerare le difficoltà di realizzare un isolamento continuo all'interno dello spazio abitativo. Ciò porta sostanzialmente alla conclusione che esso debba essere disposto all'esterno formando un "cappotto" all'edificio.

### *Sfruttare l'inerzia termica*

I materiali da costruzione hanno due caratteristiche intrinseche, una è la loro capacità isolante di cui abbiamo già detto, l'altra è l'inerzia termica. Generalmente i materiali con elevata densità e, quindi, elevato peso, possiedono una capacità di accumulo e abbattimento dell'onda termica notevolmente maggiori rispetto ai materiali leggeri. Quando il sole colpisce una parete, il calore che è generato riscalda il materiale di cui è costituita la parete stessa aumentandone la temperatura. Man mano questo calore, in conseguenza del cambio di fase del materiale stesso, compie il suo

viaggio dall'esterno della parete all'interno. Per generare il cambio di fase il calore entrante deve cedere parte della sua energia al materiale e il processo non è istantaneo bensì necessita di un certo tempo per avvenire il quale dipende dalle caratteristiche fisico chimiche della materia. Questi due effetti combinati producono uno sfasamento dell'onda termica, in altre parole del passaggio del calore dall'esterno all'interno (2,3,4,...10,11,12...ecc. ore) e un abbattimento dell'ampiezza dell'onda (60°C di temperatura superficiale esterna, 30°C di temperatura interna). Ottimizzare l'utilizzo dell'inerzia termica ci permette di avere una trasmissione di calore, da esterno a interno, di notevole efficacia; facendo in modo, per esempio, che la calura pomeridiana arrivi durante le ore notturne quando il processo di trasmissione di calore s'inverte e sono gli edifici che rilasciano calore all'ambiente dissipandolo perciò verso l'esterno.

#### *Ridurre le perdite dovute a ponti termici e infiltrazioni d'aria*

Al fine di ridurre gli scambi termici non desiderati tra ambiente esterno e interno, un altro aspetto di notevole rilevanza è quello dei ponti termici. Un ponte termico è, per definizione, la parte di struttura di un edificio che presenta caratteristiche termiche significativamente diverse da quelle circostanti. In particolare esso consente flussi energetici più rapidi incidendo negativamente sull'isolamento di un edificio in quanto si conforma come punto di fuga privilegiato di calore. I ponti termici possono essere di tre tipi: costruttivi quando vi è discontinuità tra materiali, ad esempio tra parete e struttura di cemento armato; geometrici quando si verificano discontinuità di forma, ad esempio angoli e sporgenze; discontinuità nell'isolamento che, come noto, dovrebbe formare una "pellicola" continua su tutto l'edificio, quando questa condizione non si verifica siamo in presenza di questo tipo di ponte termico.

Anche le infiltrazioni d'aria vanno mantenute sotto controllo in quanto esse, al pari dei ponti termici, generano scambi energetici intensi. Le infiltrazioni possono avvenire sia attraverso le pareti, nel caso per esempio di una cattiva realizzazione dell'intonaco, sia attraverso gli elementi apribili come le finestre.

*Valutare l'efficienza energetica delle installazioni esistenti e migliorare i sistemi di controllo*

Ultimo passo per ciò che riguarda il riscaldamento è quello di controllare l'efficienza delle apparecchiature meccaniche che utilizziamo. Difatti una miglior efficienza corrisponde a un minor impiego di energia primaria per raggiungere la quantità di lavoro desiderato.

Infine l'installazione di apparecchiature di controllo che mettano in funzione gli impianti solo nel momento in cui questi devono essere effettivamente utilizzati, ottimizzandone il lavoro prodotto, comporterebbe un'ulteriore riduzione dell'energia impiegata.

#### 2.1.3.2 - Raffrescamento

*Evitare il soleggiamento diretto durante il periodo estivo*

Tutti gli edifici solari, anche quelli riforniti in ottica ecosostenibile, sono tendenzialmente caratterizzati da ampie finestre nella facciata Sud che hanno la funzione di captare, in inverno, il massimo dei raggi solari. Nonostante queste ultime siano isolate, hanno l'inconveniente che di notte, nelle giornate nuvolose o comunque quando vi è poca presenza di luce fanno perdere più calore di quello che fanno guadagnare, mentre in estate rischiano di produrre il surriscaldamento degli ambienti. Per evitare il problema si ricorre nella maggior parte dei casi a schermature solari mobili o fisse. Le schermature hanno particolare rilevanza quando, in estate, le elevate temperature e la radiazione solare diretta generano una quantità di calore molto superiore a quella necessaria. Eccesso di calore che rende necessaria l'attivazione d'impianti di climatizzazione e quindi l'utilizzo di energia. Vi sono diversi tipi di schermature solari, ma tutti per essere efficaci devono rispettare alcune caratteristiche. Primo, devono essere montati all'esterno poiché la radiazione solare si trasforma in calore una volta attraversato il vetro; calore che deve essere poi comunque asportato, ragion per la quale una schermatura interna sarebbe davvero di poca utilità. Secondo, le schermature devono impedire l'ingresso della luce diretta nei periodi caldi (Estate) ma consentire l'entrata d'inverno quando viceversa c'è n'è necessità. Sistemi come i



Brise Soleil sono per esempio molto efficaci sulle facciate esposte a Sud, mentre sulle facciate Est ed Ovest è più opportuno montare sistemi mobili di schermatura.

#### *Utilizzare la ventilazione naturale*

Le forze che producono la ventilazione naturale negli edifici possono essere classificate in due categorie: movimenti d'aria prodotti per differenze di pressione e scambi d'aria generati da differenza di temperatura. Entrambe le forze possono agire sole, insieme o opponendosi l'una all'altra. Il movimento d'aria che circonda un edificio crea una zona di alta pressione all'impattare con lo stesso e zone di bassa pressione ai suoi lati e nel lato apposto a quello d'impatto. Questa zona definita ombra di vento, si riempie gradualmente in modo che, a una distanza uguale al doppio dell'altezza della costruzione l'aria risulta a riposo. La differenza di pressione tra il lato esposto e quello sottovento contribuisce in modo sostanziale al movimento di aria all'interno dell'edificio. Gli effetti al fine del raffrescamento passivo sono l'evacuazione del calore in eccesso e l'aumento della velocità dell'aria che aumenta la zona di comfort. E ovvio che, in un edificio in cui è presente un'entrata d'aria, ma non un'uscita non si produrrà movimento alcuno all'interno. In forma analoga è evidente che, grandi aperture situate agli estremi delle zone di alta e bassa pressione producono il massimo scambio di aria possibile. Inoltre il flusso d'aria entrante tende a proseguire il suo moto per inerzia seguendo il verso originale finché, sempre per differenza di pressione non cambia direzione fino all'uscita. Insieme che alla grandezza delle aperture di entrata e uscita, che influenzano la velocità del flusso, hanno molta importanza anche le partizioni interne che lo deviano e, se ben progettate, permettono di convogliarlo in tutti gli ambienti.

#### *Migliorare l'efficienza dell'illuminazione e altre apparecchiature che apportano calore all'interno delle abitazioni*

Oggi giorno, nelle nostre case, si possono trovare facilmente una gran quantità di apparecchiature elettriche ed elettroniche. Tali ingegni dell'uomo funzionano con l'energia elettrica e producono oltre al lavoro

utile, in altre parole quello per cui sono stati studiati, prodotti venduti e acquistati, l'emissione all'interno dell'ambiente in cui si trovano di un prodotto di scarto del loro funzionamento, il calore. La corrente elettrica che è assorbita dalla presa elettrica passa attraverso schede stampate, circuiti elettronici e in alcuni casi elementi meccanici. Il passaggio di corrente produce, per effetto di resistenze, induttori e condensatori, un prodotto di scarto che è il calore, il quale deve essere evacuato dall'elettrodomestico al fine di non comprometterne il funzionamento. Discorso analogo può essere fatto per le lampade a incandescenza, la cui funzione primaria è quella di generare luce ma, come tutti sappiamo, producono anche calore.

Benché in inverno si possa utilizzare questo prodotto di scarto negli ambienti diminuendo la quota del riscaldamento standard, in Estate la questione si presenta al contrario, in altre parole l'eccesso di calore dovuto a lampade ed elettrodomestici aumenta la temperatura interna e deve essere evacuato verso l'esterno. Onde ridurre questo effetto si può suggerire l'utilizzo di apparecchiature a elevata efficienza le quali trasformano la maggior parte dell'energia ricevuta in lavoro utile, diminuendo così la quota parte di calore. Anche per quel che riguarda le lampade per illuminare, che si trovano attualmente sul mercato, possiamo utilizzare quelle a basso consumo. Legate insieme le due cose possiamo avere una netta diminuzione della fattura dovuta al consumo, una minore immissione nell'ambiente di anidride carbonica derivata dalla produzione di energia elettrica e, infine, una minor quantità di calore interno prodotto dagli elettrodomestici.

#### *Migliorare i sistemi di controllo e il rendimento delle apparecchiature*

Anche per quel che riguarda il raffrescamento valgono le indicazioni date nel paragrafo precedente (riscaldamento), utilizzare sistemi ad alta efficienza e avere collegati a essi sistemi di controllo capaci di attivarli solo quando realmente necessario.

### 2.1.3.3 - Illuminazione

#### *Aumentare l'utilizzo di luce naturale*

La luce naturale è costituita dalla componente solare diretta, che è direzionale e che dipende dalla posizione del sole sulla volta celeste e dalla componente diffusa proveniente dalla volta celeste. La componente diffusa è dovuta a quella parte di radiazione solare che è dispersa, per riflessioni multiple, dalle particelle di vapore acqueo e dal particolato presente in atmosfera. La componente diretta decresce con l'aumentare della nuvolosità del cielo. In condizioni estreme, di cielo totalmente coperto da nubi, la componente diretta è assente. Il principale indicatore che è utilizzato per definire la luce immessa in un ambiente interno è il fattore di luce diurna.

Il DF (daylight factor) o fattore di luce diurna, è definito come il rapporto tra l'illuminamento in un punto di un ambiente interno e l'illuminamento, nello stesso istante, su una superficie orizzontale esterna, in assenza di ostruzioni, prodotto dalla volta celeste escludendo la componente solare diretta. Secondo i principi dell'architettura sostenibile, il progetto deve essere in grado di ottimizzare l'utilizzo di luce naturale per illuminare gli ambienti interni evitando, contemporaneamente, i fenomeni di abbagliamento.

#### *Razionalizzare l'uso dello spazio*

In funzione dell'utilizzo della luce naturale, notevole importanza assume la distribuzione interna degli ambienti e l'uso che di essi se ne fa. Si può facilmente intuire, infatti, che disporre i locali in base alle loro necessità di illuminamento sia una delle misure più efficaci per ridurre l'utilizzo di elementi tecnologici e quindi di energia. Facciamo solo un esempio per capire meglio ciò di cui stiamo parlando. In un'abitazione normale, troviamo sempre alcuni ambienti comuni, come per esempio il salotto. Disporre quest'ambiente, di cui si fa un gran utilizzo nel corso della giornata, verso i lati meno illuminati dell'edificio costringerà i suoi occupanti a far ricorso alla luce artificiale, per molte ore, per poterlo vivere. Bisogna aggiungere che uno sfruttamento efficace della luce naturale dipende anche dal rapporto tra dimensioni geometriche del locale e la

dimensione delle aperture verso l'esterno. Un ambiente dotato di gran profondità nel quale sono presenti finestre piccole, difficilmente sarà ben illuminato in tutte le sue parti e quindi l'utilizzo di luce artificiale si renderà imprescindibile.

#### *Riprogettare la distribuzione di luce artificiale per ottimizzarne l'uso*

La luce artificiale, come quella naturale, deve essere ottimizzata per poterla usare efficacemente e ridurre di conseguenza la richiesta energetica per il suo utilizzo. Il principio è di avere la giusta quantità di luce, quindi di apparecchi illuminanti, in un ambiente in relazione all'attività che deve essere svolta all'interno. In ambienti come ripostigli, bagni di servizio, ecc. avere elevati livelli di luminanze è essenzialmente uno spreco energetico in quanto non necessarie al fine del loro utilizzo. Allo stesso modo bassi livelli luminosi in un ambiente che invece necessita grandi quantità di luce, egualmente a quanto detto prima, equivale a spreco di energia perché quella che è così impiegata non è sufficiente a svolgere, in forma utile, il lavoro. Per concludere, la luce artificiale deve essere ottimizzata in relazione alla funzione che deve svolgere e all'ambiente in cui deve essere installata.

#### 2.1.3.4 - Materiali

##### *Utilizzare materiali naturali*

L'azione più ecologica che si può mettere in campo, nelle costruzioni, è utilizzare materiale nella maniera più naturale possibile, cioè, con il minor grado di manipolazione umana, giacché quanto meno si manipola un materiale, meno energia si consuma e meno residui ed emissioni si generano. I materiali naturali che possono essere utilizzati in forma diretta in architettura sono pochi (pietre, fango, resti vegetali, rami, tronchi, ecc.), giacché si necessita una determinata manipolazione per realizzare una costruzione che garantisce il benessere psicofisico umano. Detto con altre parole, un materiale naturale, è quello per cui il suo ottenimento ha richiesto la minor quantità di energia e che ha generato la minor quantità di residui ed emissioni, il che lo converte nel materiale più ecologico.

Siccome non sempre è possibile utilizzare materiali naturali, il passo seguente è quello di scegliere il materiale più adeguato, di quelli sostenibili, e sfruttarlo al massimo la sua vita utile. Una maggior durata implica una riduzione del consumo energetico relativo e, allo stesso tempo, una diminuzione dei residui generati.

All'energia, utilizzata per la realizzazione del materiale, va aggiunta quella necessaria per trasportare il materiale stesso al piè d'opera. Questo punto normalmente non viene tenuto in considerazione nel momento in cui si progetta, ciò è dimostrato dal fatto che nelle costruzioni si usano in modo massiccio marmi o graniti provenienti da Brasile, Russia, Vietnam, Cina, o ceramiche provenienti dalla Turchia o dall'India. Perciò, nell'architettura sostenibile, bisogna potenziare l'utilizzo di materiali locali reperibili vicino al cantiere.

*Valutare la contro prestazione di un materiale in relazione con il suo costo energetico di produzione e trasporto*

Molti materiali, promossi e pubblicizzati, nel settore edilizio vantano il primato di essere molto durevoli che, in senso generale, è una qualità più che apprezzabile, quasi una virtù. Ciò nonostante, data la complessità di un edificio, molto spesso la vita utile di un determinato materiale rimane limitata enormemente come conseguenza della sua funzione all'interno dello stesso. In questo caso, evidentemente, la grande durabilità passa dall'essere una virtù a essere un peccato, in quanto si sarebbe dovuto utilizzare un materiale meno durevole che, nella maggior parte dei casi, porta con se un minor consumo di energia e quindi una minor emissione di gas serra. Facciamo un esempio in modo da chiarire il concetto: il grés porcellanato è spesso reclamizzato adducendo alle sue tante virtù anche quella di avere una vita utile che può superare i mille anni. Però, se ci fermiamo un attimo a ragionare scopriamo che questo materiale si usa, in larghissima parte, per rivestire internamente bagni e cucine. A questo punto sorge, inevitabilmente, una domanda spontanea: ogni quanto tempo, mediamente, sono riformati questi ambienti nelle case europee? La risposta è: approssimativamente sedici anni. Ciò significa che un materiale, che è stato progettato per resistere a più di mille anni di uso, in

realtà ha una vita utile brevissima. Ammettendo pure, come caso limite, che uno di questi ambienti non venga rinnovato per tutta la vita dell'edificio (circa 100 anni) comunque al momento della demolizione di quest'ultimo finirebbe anche quella del materiale ceramico. Si tratta in ogni caso di sfruttarlo solo per un decimo delle sue possibilità. Oltretutto il processo attraverso il quale il gres viene posto in opera (a base di colle sempre più efficienti) ne rende impossibile il suo riutilizzo. In conseguenza di ciò abbiamo un materiale che sarà un rifiuto per mille anni o più. L'evidenza dell'argomentazione ci porta a una sola conclusione possibile: bisogna utilizzare materiali che hanno una vita utile estremamente minore e che, presumibilmente, hanno un costo economico e ambientale più basso.

#### *Utilizzo di materiali con etichetta ecologica*

Le etichette ambientali definite anche marchi ecologici sono applicate direttamente su un prodotto o su un servizio in modo da fornire informazioni sulla sua performance ambientale complessiva, o su uno o più aspetti ambientali specifici. I marchi ecologici rappresentano uno strumento di mercato utile a dare evidenza alle prestazioni ambientali di un'azienda, sui suoi prodotti e nei confronti di beni concorrenti privi di tali marchi. La qualità ambientale di un prodotto, in relazione al sistema generale di qualità ambientale, permette direttamente ai cittadini di promuovere il consumo responsabile tramite i loro acquisti. Le etichettature sono di due tipi: obbligatorie e volontarie. Le etichettature obbligatorie nell'Unione Europea si applicano in diversi settori e, essendo obbligatorie, vincolano produttori, utilizzatori, distributori e le altre parti in causa ad attenersi alle prescrizioni legislative. Tali etichettature si applicano principalmente a gruppi di prodotti quali sostanze tossiche e pericolose, elettrodomestici (energy label), prodotti alimentari, imballaggi (packaging label), elettricità da fonti rinnovabili (certificati verdi). Le etichette volontarie invece consentono l'adesione al sistema di etichettatura, una volta verificata la rispondenza dei prodotti ai criteri stabiliti da quel sistema specifico. Tali etichettature sono di tre tipi: Etichetta Ecologica di Tipo I (ISO 14024), riconosciuta a livello europeo, denominata Ecolabel. Essa è sottoposta a certificazione esterna ed è

attribuita da un organismo competente in conformità a specifici criteri di riconoscimento dell'eccellenza ambientale, diversi per ogni categoria di prodotti. L'Ecolabel è un'etichetta ambientale definita B2C "Business to Consumer" è attribuita a un prodotto o servizio indirizzati all'utilizzatore finale ed è rappresentata dal simbolo della margherita. Il marchio è attivo dal 1992.

L'Etichetta Ecologica di Tipo II riporta "autodichiarazioni" circa le caratteristiche ecologiche del prodotto (self-declared environmental claims); la Norma ISO 14021 specifica le caratteristiche dei cosiddetti "claims". Questi devono contenere informazioni accurate, verificabili, rilevanti e non ingannevoli. A tale scopo si richiede l'utilizzo di metodologie verificate e provate su basi scientifiche che consentano di ottenere risultati attendibili e riproducibili (es. LCA). La responsabilità relativa all'impiego di questo tipo di richiesta, essendo auto dichiarata è tutta di chi la utilizza. Le Etichette Ecologiche del Tipo II, con riferimento al ciclo di vita dei materiali, si riferiscono a un singolo aspetto, con un unico criterio di giudizio (riuso, riciclaggio) tuttavia è necessario eseguire l'esame dell'intero ciclo di vita per verificare e attestare che un impatto ambientale non è stato ridotto a spese di un altro. Includono tutte le dichiarazioni, etichette, simboli di valenza ambientale presenti sulle confezioni dei prodotti, sugli imballaggi, o nelle pubblicità utilizzati dagli stessi produttori come strumento d'informazione ambientale.

Etichetta Ecologica di Tipo III (ISO/TR 14025) EPD: "Dichiarazione Ambientale di Prodotto" (o ecoprofile), riporta informazioni ambientali su un prodotto secondo parametri prestabiliti ed è sottoposta a un controllo indipendente. L'EPD è indicata per prodotti e servizi lungo la filiera produttiva e, riferendosi a Norme ISO, è riconosciuta su tutto il mercato internazionale. L'EPD consiste in una scheda di prodotto relativa ai potenziali impatti ambientali associati all'intero arco del ciclo di vita, valutato con metodologia normata ISO. È verificata e convalidata da un organismo accreditato indipendente che garantisce la veridicità delle informazioni contenute nello studio di LCA e nella dichiarazione ambientale di prodotto. L'EPD ha carattere puramente informativo, è il consumatore/cliente industriale che esegue il confronto tra EPD differenti;

la comparazione è resa possibile solo all'interno di gruppi di prodotti equivalenti. L'EPD è applicabile a tutti i prodotti classificati in gruppi e con definiti Requisiti Specifici di Prodotto (PSR) o meglio PCR (Product Category Rules) stabiliti al fine di rendere i prodotti comparabili tra di loro. I marchi ecologici, sostanzialmente, servono a garantire che i prodotti che li espongono, siano progettati per limitare al minimo il proprio impatto ambientale in tutto il suo ciclo di vita: dalla produzione allo smaltimento in un'ottica di sostenibilità. Perciò sarebbe consigliabile fare sempre e solo uso di materiali che riportino tali certificazioni, tenendo comunque in considerazione, la distanza tra lo stabilimento di produzione del materiale e il cantiere. Il materiale, infatti, è certificato per quel che riguarda la sua produzione-smaltimento, ma noi possiamo fargli perdere le sue "caratteristiche" di sostenibilità, se poi lo impieghiamo in un cantiere enormemente distante.

#### 2.1.3.5 – Gestione dell'edificio

##### *Formare gli utilizzatori dell'edificio*

Un edificio ecosostenibile ben progettato risparmia, rispetto a uno convenzionale, gran quantità di materie prime e di energia. Il suo funzionamento, malgrado si basi su principi semplici come la buona orientazione, lo sfruttamento della luce solare, la buona disposizione dei locali, ecc., non è affatto semplice. Per ciò che compete al progettista, una parte del suo lavoro dovrebbe prevedere la stesura di un manuale per il corretto utilizzo dell'edificio nei distinti periodi dell'anno. Un suo corretto uso, infatti, permette di raggiungere i livelli di risparmio energetico previsti dal progettista. Viceversa un mal utilizzo da parte degli utenti porta l'edificio ecosostenibile ad avere livelli di richieste energetiche prossime a quelle di uno convenzionale. Perciò è necessario istruire gli abitanti perché mettano in campo tutta quella serie di comportamenti che, sfruttando tutte le strategie predisposte per il risparmio energetico, permettano loro di funzionare al meglio delle loro possibilità.



*Assicurare una buona manutenzione, allargare la vita utile dell'edificio*

La vita utile di un edificio dipende, in primo luogo, dalla qualità dei materiali utilizzati, dalla realizzazione delle opere di costruzione e dalla correttezza dei dettagli progettati. Nonostante la buona progettazione, senza un controllo costante da parti degli utenti, gli edifici tendono a rovinarsi e a lungo andare richiedono opere di manutenzione straordinaria. Perciò, effettuare la manutenzione ordinaria, permette di allungare notevolmente la vita utile di un edificio permettendo un risparmio di materie prime significativo.

*Monitorare i sistemi installati*

Il monitoraggio costante dei sistemi installati permette una verifica costante dell'efficacia e del rendimento di questi ultimi. Comparando costantemente i dati provenienti dalle centraline di controllo possiamo valutare, quasi in tempo reale, se tutti i sistemi funzionano correttamente e nel caso non sia così, ci permette di intervenire e risolvere gli eventuali problemi.

## 2.2 – Modello standard di riabilitazione sostenibile

### 2.2.1 – Differenziazione del modello riabilitativo in funzione della proprietà dell'edificio

Non si è potuto comprovare la presenza di nessun documento (libro, articolo o trattato) che definisca uno o più modelli standard di riabilitazione ecosostenibile dell'esistente. Ciò nonostante lo studio di alcuni libri, in cui sono presentati lavori, che indiscutibilmente si avvicinano molto a quello che noi vorremmo intraprendere, ci permettono di delineare seppur approssimativamente dei criteri di massima. Stiamo parlando, nella maggior parte dei casi, di edifici costruiti negli anni sessanta, settanta e ottanta e sulla base di questi lavori possiamo farci un'idea di quelle che sono le caratteristiche principali che contraddistinguono tali realizzazioni.

- Riforma di edifici di proprietà pubblica come quartieri o case popolari. Questi edifici normalmente ospitano una popolazione a reddito medio basso e le opere di riforma sulle costruzioni sono a carico degli enti pubblici. Le caratteristiche che contraddistinguono questo tipo d'interventi sono: mantenimento di quasi tutti i sistemi costruttivi e delle installazioni accessorie, sempre che questi non presentino patologie costruttive, strutturali, funzionali, di sicurezza o di obsolescenza. Necessità di operare con l'edificio in larga parte occupato, il che impedisce o complica notevolmente la fase di cantiere, costringendo i progettisti a realizzare una precisa programmazione dei lavori. L'attuazione dei lavori, quasi ed esclusivamente ristretta all'esterno e agli spazi comuni, obbliga i progettisti a utilizzare sistemi costruttivi e impiantistici sovrapposti alla costruzione esistente, per esempio la collocazione di uno strato di materiale isolante e il mero rifacimento degli intonaci. Quasi mai l'edificio è attualizzato sotto altri aspetti come la limitazione della domanda energetica, l'utilizzo di energie rinnovabili, il risparmio sull'uso dell'acqua, ecc.
- Riforma di edifici di proprietà privata. Questi ultimi sono utilizzati da uno strato sociale di reddito medio alto e i lavori di recupero sono a carico di imprese costruttrici private. In questo caso, generalmente, i lavori sono eseguiti in assenza di abitanti all'interno dell'edificio. Ad eccezione della struttura e dei muri esterni principali l'edificio è svuotato di ogni suo elemento (muri divisorii, impianti, ecc.). Si consolidano o rinforzano le strutture a prescindere dal loro stato di degrado e, all'interno, sono disposti nuovamente muri, finiture interne,

controsoffitti, ecc. con l'aggiunta ai lavori anche del cambio degli infissi. E' molto frequente che in questi lavori, siano attualizzati tutti gli impianti per renderli compatibili alle normative vigenti. Rimangono comunque casi isolati quelli in cui l'edificio è trasformato a sufficienza, tanto da permettergli di raggiungere gli standard previsti per la limitazione della domanda energetica e l'utilizzo di energie rinnovabili.

Abbiamo configurato quelli che sono i modelli standard di possibili lavori di recupero sul costruito per il loro adeguamento, parziale o totale, alle necessità previste dalle normative in materia di limitazione della domanda energetica, sfruttamento delle energie alternative, riduzione della produzione di rifiuti. Andiamo adesso a valutare, sinteticamente, alcuni lavori di questo tipo già realizzati in Europa al fine di chiarirci ancor di più il concetto di recupero sostenibile e di valutare meglio le tecnologie impiegate e le tecniche costruttive utilizzate in questi casi.

### 2.2.2 – Esempi europei

La diminuzione del tasso di crescita demografico, l'arresto e la modificazione considerevole della natura dei movimenti migratori, la consistenza del patrimonio di edilizia residenziale realizzato dal secondo dopoguerra a oggi sono fenomeni che lasciano prevedere come nel futuro del nostro paese il processo di riqualificazione delle strutture insediative esistenti sia destinato a crescere sensibilmente. La complessità dei problemi che riguardano il recupero dei quartieri di edilizia popolare delle nostre periferie è comune alle principali città europee che si trovano a fare i conti con l'esigenza di riqualificare il vasto patrimonio ricostruito durante gli anni '60 e '70 con le tecnologie della prefabbricazione pesante. Gli allora esigui mezzi economici, l'urgenza di far fronte alla crescita demografica e ai flussi migratori verso i grandi centri urbani, hanno portato a realizzare complessi edilizi debolmente strutturati sotto il profilo costitutivo e del comfort, dotati di scarsi o nulli valori d'immagine che oggi si trovano, anche in rapporto con gli attuali standard, fortemente deficitari sotto il profilo tecnologico, energetico, impiantistico e tipologico - funzionale. Gli elementi sopra citati affiancati alla mancanza di servizi e attrezzature causata dalla prevalente monofunzionalità dei quartieri sono spesso l'origine dell'abbandono degli edifici da parte degli inquilini che si possono permettere di migliorare la propria situazione abitativa. Le prime conseguenze della concentrazione in aree già segnate da un diffuso degrado fisico dei manufatti di strati della popolazione particolarmente disagiata sono, da una

parte, l'accelerazione e la moltiplicazione dei processi in atto per effetto della noncuranza e dell'abbandono e, dall'altra, il manifestarsi di tensioni sociali che non di rado sfociano in problematiche di ordine pubblico. Le questioni che coinvolgono i quartieri di edilizia residenziale periferici sono quindi tanti e tali da obbligare gli attori coinvolti nel processo di recupero a superare la visione della riqualificazione con una somma d'interventi isolati, circoscritti nel tempo e a un solo ambito disciplinare o alla sola scala dell'edificio. Gli interventi di recupero di quartieri di edilizia residenziale sociale in paesi che, come Francia e Germania, hanno saputo sviluppare nel tempo strategie integrate d'azione che possono fornire indicazioni progettuali valide anche per gli altri paesi europei e soprattutto per l'Italia che, a metà degli anni '90, con la nascita della generazione dei programmi integrati, ha avviato sostanziali cambiamenti nelle politiche nazionali abitative spostando i termini del problema della casa dalla scala quantitativa a quella qualitativa e alla nuova costruzione al recupero oltre la singola unità immobiliare verso intere porzioni urbane. Gli interventi realizzati in paesi che prima e più del nostro hanno saputo sviluppare una tradizione nelle politiche integrate di recupero dimostrano che le semplici operazioni di ripristino degli aspetti tecnici e funzionali degli edifici, attraverso la messa a punto degli adeguamenti impiantistici più urgenti e la realizzazione di operazioni di lifting delle facciate, se non sono accompagnate dall'attivazione di programmi di riqualificazione a più ampio respiro, che intervengono sui quartieri dormitorio con l'obiettivo di rompere la loro monofunzionalità e il processo di marginalizzazione, non sono sufficienti a far fronte alla portata del problema. Lo sviluppo di politiche integrate è reso possibile dal coordinamento degli interventi e dei finanziamenti per la riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale sociale con quelli finalizzati all'incremento della scolarità e all'incentivazione dell'occupazione nei quartieri periferici. Di seguito sono illustrate le principali strategie per la riqualificazione adottate in Francia, Germania, Danimarca, i paesi europei che hanno maturato una consolidata tradizione nel recupero e ne vengono mostrati i risultati attraverso la descrizione di alcune realizzazioni particolarmente emblematiche. I casi studio analizzati sono stati selezionati in base alla capacità del progetto di dare una risposta complessiva, a differenti scale, delle problematiche del recupero sostenibile:

- alla scala del quartiere, attraverso il miglioramento dell'accessibilità delle aree periferiche, la realizzazione di nuove connessioni urbane, il miglioramento della fruizione dello spazio collettivo tra gli edifici;

- alla scala dell'edificio, attraverso l'incremento delle dotazioni impiantistiche, l'aumento dell'offerta tipologica, la rottura della monofunzionalità;
- alla scala dell'alloggio, attraverso i miglioramenti apportati in termini di qualità fruitiva e flessibilità tesi all'adeguamento della residenza ai modelli abitativi contemporanei.

## QUARTIERE ZUP DI BETHONCOURT

DATI DI PROGETTO

Luogo: Béthoncourt

Progettista: Lucien Kroll

Data originale: anni '70

Data riqualificazione: 1990-95

Consistenza intervento: 40 alloggi di un edificio in linea



Figura 4 – Quartiere Zup di Bethoncourt

### DEFICIT RICONTRATI

#### Tecnologico

- Degrado delle facciate .
- Infiltrazioni in copertura .

- Degrado dei serramenti esterni.

#### Termico

- Bassa resistenza termica dell'involucro.

#### Impiantistico

- Impianti non a norma.

#### Tipologico - spaziale

- Sottodimensionamento della zona giorno.
- Sottodimensionamento degli elementi di mediazione tra lo spazio interno e quello esterno, quali logge, balconi, terrazze.
- Monotonia delle facciate e mancanza di riconoscibilità e articolazione dei blocchi.
- Assenza di aree verdi e strutture comuni.

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Sono sperimentate procedure di recupero e ricostruzione leggere. Si è cercato di demolire e aggiungere il meno possibile mantenendo visibile la vecchia struttura sotto la nuova immagine. Sono stati sbrecciati gli angoli e in alcuni punti l'edificio è stato abbassato a creare uno skyline scalettato. Le facciate in pannelli prefabbricati sono state riqualificate con l'aggiunta di un cappotto; gli spazi sono stati trasformati, adattati, aumentati, diversificati e gli edifici diventati quasi il quarto lato dell'accogliente piazza di nuova edificazione costruita in prossimità dei volumi edilizi recuperati.

## COMPLESSO RESIDENZIALE A QUAI DE ROHAN

### DATI DI PROGETTO

Luogo: Quai de Rohan, Lorient

Progettista: Atelier Roland Castro, Sophie Denissof

Data originale: 1960-62

Data riqualificazione: 1990-96

Consistenza intervento: 500 appartamenti distribuiti in 3 edifici in linea



Figura 5 - Quartiere residenziale Quai de Rohan prima dell'intervento



Figura 6 - Quartiere residenziale Quai de Rohan dopo l'intervento

### DEFICIT RICONTRATI

#### Tecnologico

- Degrado dei serramenti e dei pannelli di facciata.

#### Termico

- Bassa resistenza termica dell'involucro.



### Impiantistico

- Impianti non a norma.
- Assenza di isolamento acustico tra le pareti

### Tipologico - spaziale

- Numero limitato di tipologie.
- Limitata superficie degli alloggi.
- Sottodimensionamenti di bagni, cucine e zona giorno.
- Assenza di elementi di mediazione tra lo spazio interno e quello esterno, quali logge, balconi, terrazze.
- Assenza di aree verdi e servizi comuni.

### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di Roland Castro è costituito dalla rimodellazione, per aggiunta e sottrazione di volume, degli enormi parallelepipedi originali. L'altezza complessiva degli edifici è stata ridotta per gruppi di due piani al fine di realizzare un profilo scalettato. L'edificio lungo 160 metri, è stato diviso in due corpi rimuovendo interamente una porzione centrale dell'edificio affinché fosse possibile rompere la monotonia della lunga stecca e aprire allo stesso tempo una visuale verso il vicino mare. Gli appartamenti eliminati (circa 100) sono stati ricostruiti in corpi di quattro piani fuori terra di nuova edificazione posti trasversalmente rispetto all'andamento dei volumi esistenti, a formare una serie di corti che danno identità agli spazi esterni. Alla fine delle operazioni d'interventi i tagli tipologici dell'intero complesso edilizio sono passati da cinque a quarantotto. I nuovi tagli tipologici si sono ottenuti operando principalmente sulla riorganizzazione dei due alloggi terminali della testata di ogni edifici, in corrispondenza dei quali sono stati creati i volumi aggiuntivi.

## EDIFICI RESIDENZIALI IN LESSINGSTRASSE

DATI DI PROGETTO

Luogo: Leinefelde-Thuringen

Progettista: Forster & Schnorr Architekten

Data originale: anni '70

Data riqualificazione: 1998

Consistenza intervento: recupero di 120 alloggi distribuiti in tre blocchi in linea di cinque piani fuori terra.



Figura 7 - Edificio residenziale in Lessingstrasse, facciata principale

## DEFICIT RISCONTRATI

### Tecnologico

- Degrado dei serramenti esterni.
- Degrado della tenuta dei giunti tra i pannelli.
- Degrado delle logge

### Termico

- Bassa resistenza termica dell'involucro.

### Luminoso

- Basso livello d'illuminamento degli alloggi

### Tipologico - spaziale

- Rigida organizzazione dell'interno.
- Monotonia delle facciate, mancanza di riconoscibilità e articolazione dei blocchi.
- Mancanza di qualità degli spazi esterni e di definizione del verde.
- Sottodimensionamento degli elementi di mediazione tra lo spazio interno e lo quello esterno.

## DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per sopperire alla limitata offerta del quartiere di tipologie differenziate, sono stati realizzati quattro alloggi duplex attraverso la fusione di due unità abitative simplex sovrapposte, grazie alla rimozione di una sezione del solaio di separazione tra le due unità e l'inserimento di una scala interna. Per la riqualificazione degli spazi esterni, si è provveduto alla progettazione del verde attraverso la creazione di un ampio giardino sul retro delle costruzioni e di piccoli spazi verdi, racchiusi in una struttura in mattoni faccia a vista, in corrispondenza degli ingressi. Le logge esistenti sono state chiuse a formare dei giardini d'inverno, fruibili come spazio supplementare dell'alloggio. Lungo il fronte delle logge sono stati realizzati dei nuovi balconi con struttura di acciaio giustapposta all'edificio esistente e poggiante su nuove fondazioni lineari. Le finestre esistenti sono state trasformate in porte finestre attraverso la rimozione della porzione di pannello sottofinestra e sono stati sostituiti tutti i vecchi serramenti. L'involucro dell'edificio preesistente è stato riqualificato attraverso la realizzazione di un cappotto intonacato.

## ALLOGGI E UFFICI A RATHENOW

### DATI DI PROGETTO

Luogo: Rathenow, Brandenburg, Germania

Progettista: Klaus Sill & Jochen Keim

Data originale: XIX secolo

Data riqualificazione: 1997

Consistenza intervento: edificio di tre piani fuori terra inserito in una cortina edilizia



Figura 8 - Uffici a Rathenow dopo l'intervento di recupero

### DEFICIT RISCONTRATI

#### Tecnologico

- Degrado dei serramenti esterni.

#### Luminoso

- Basso livello d'illuminamento degli alloggi

#### Tipologico - spaziale

- Rigida organizzazione dell'interno.
- Inadeguatezza tipologica alle nuove esigenze abitative.
- Sottodimensionamento degli ambienti.

### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto adatta l'edificio esistente ad un uso misto, comprendente officine al piano terra e primo e residenze ai piani superiori. L'intervento di adeguamento prevede un ampliamento della superficie attraverso l'aggiunta di un volume in corrispondenza dell'affaccio Est verso la corte interna. L'estensione dell'edificio preesistente è formata da un sistema di supporto prefabbricato in pilastri e travi in CLS armato con la funzione di reggere dodici container destinati a ospitare diversi ambienti domestici, la cui dimensione è stata studiata in base a quella dei mezzi di trasporto.

## EDIFICIO RESIDENZIALE IN DANNEBROGSGADE

DATI DI PROGETTO

Luogo: Vesterbro, Copenaghen

Progettista: Boje Lundgaard & Lene Tramberg

Data originale: primi '900

Data riqualificazione: 1992

Consistenza intervento: edificio residenziale in linea di cinque piani

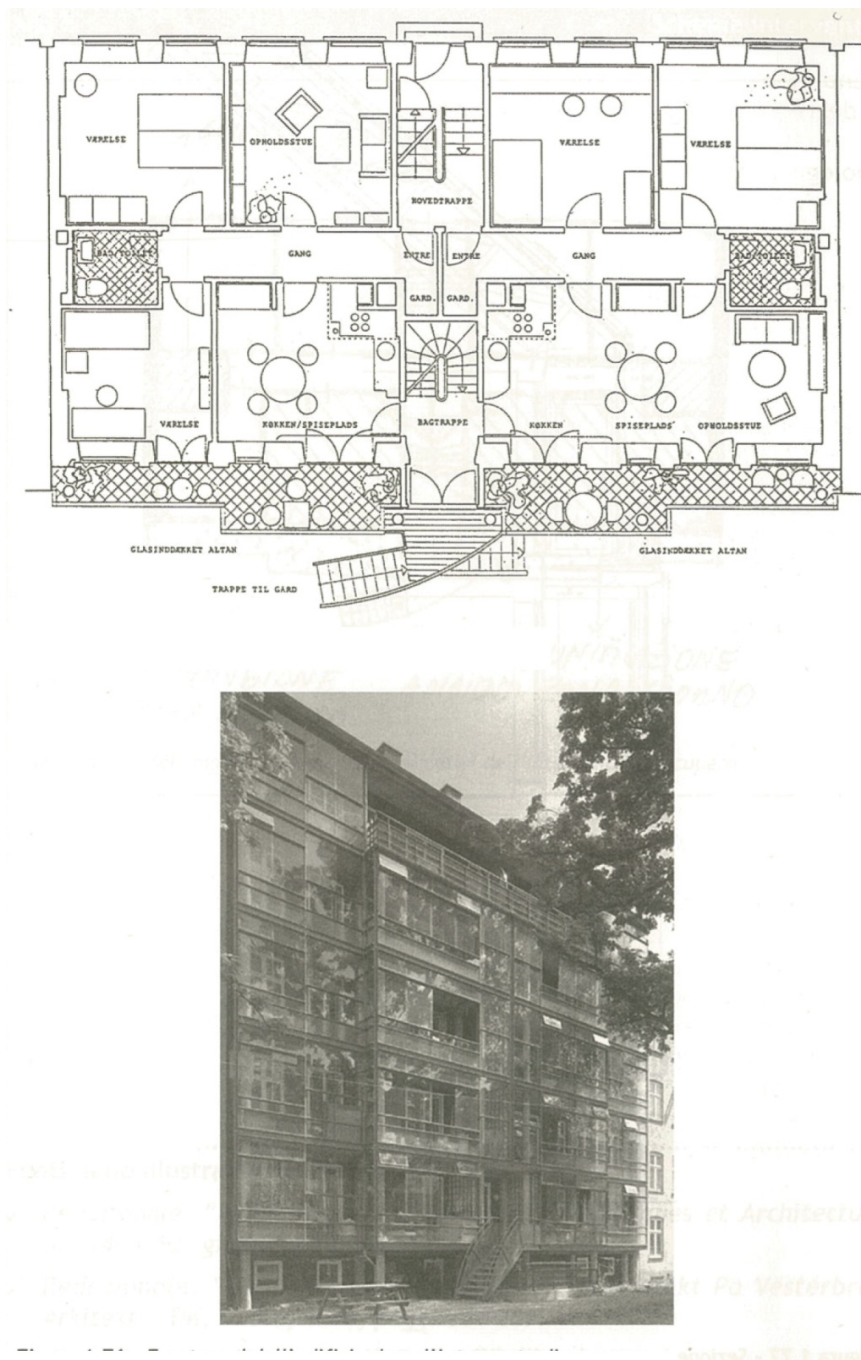


Figura 9 - Pianta del piano tipo e Prospetto sud

## DEFICIT RISCONTRATI

### Tecnologico

- Degrado della facciata e della copertura.

### Tipologico - spaziale

- Rigida organizzazione dell'interno.
- Sottodimensionamento della zona giorno.
- Sottodimensionamento dei servizi igienici.
- Sottodimensionamento degli elementi di mediazione tra lo spazio interno e quello esterno, quali logge, balconi e terrazze.

## DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il miglioramento delle prestazioni termiche e della qualità funzionale-spaziale dell'edificio si ottiene attraverso la giustapposizione alla facciata di uno spazio filtro con funzioni di serra per l'accumulo di calore. Grazie alla possibilità di aprire la serra per mezzo di ampi serramenti scorrevoli, si evita il surriscaldamento durante la stagione estiva. Il nuovo volume delle logge serre ha una copertura, con struttura formata da una trave reticolare che s'imposta sul vecchio tetto, che integra per tutta la sua superficie 170 m<sup>2</sup> di collettori solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Per quanto riguarda l'organizzazione funzionale degli interni, alla cucina abitabile è generalmente sostituito un angolo cottura mentre la zona pranzo e il soggiorno si trovano in un unico grande ambiente che può espandersi occupando la serra. I servizi igienici sono collocati in una fascia interna all'alloggio e sfruttano il riciclo dell'acqua piovana per lo scarico.

### 2.2.3 – Modifiche architettoniche all'esistente

Per quanto riguarda le modifiche architettoniche che possiamo e dobbiamo apportare a un edificio soggetto a un'operazione di recupero sostenibile, come abbiamo visto, possono avere diversi livelli d'impatto sul costruito. Si può passare dal semplice ripristino delle facciate in cui si aggiunge uno strato d'isolamento, alla demolizione di notevoli porzioni di un edificio. In generale possiamo individuare l'intervento all'interno di una delle tre categorie possibili che sono: adeguamento impiantistico, costruttivo e funzionale.

#### 2.2.3.1 – Sfruttamento passivo e attivo dell'energia solare

L'utilizzo dell'energia solare nel recupero rappresenta una sfida per il futuro: è una fonte energetica sostenibile, pulita, inesauribile, gratuita e quindi dotata di un valore ambientale e sociale molto alto. Tra le più evidenti ragioni a sostegno dell'applicazione delle tecnologie solari per la riqualificazione degli edifici residenziali vi è che il loro involucro necessita, nella maggior parte dei casi, di forti interventi di recupero o di miglioramento delle prestazioni dal punto di vista termico, della durabilità e non ultimo dal punto di vista architettonico.

Il fatto poi, che la maggior parte degli edifici in oggetto abbiano bisogno di adeguamenti degli impianti termici e di produzione dell'acqua calda insieme all'esistenza di sempre più numerose politiche d'incentivazione e sostegno economico agli interventi di recupero energetico e di applicazione delle fonti rinnovabili, costituiscono ulteriori elementi a sostegno dello sfruttamento dell'energia solare nel recupero dell'edilizia residenziale. Il maggior requisito per l'adozione di attrezzature solari quando un edificio deve essere rinnovato è l'esistenza di un'estesa superficie delle facciate o delle coperture esposte a sud; un orientamento sud-est o sud-ovest è comunque considerato accettabile. Il fatto che molti degli edifici costruiti nel dopo guerra siano il risultato dell'applicazione della teoria razionalista secondo la quale l'orientamento migliore per gli edifici in linea è quello che segue l'asse elio termico, con i fronti principali orientati a est e a ovest, costituisce indubbiamente un grosso vincolo poiché le superfici esposte a sud, nelle quali poter integrare sistemi di sfruttamento attivo e passivo dell'energia solare, sono fortemente limitate. Negli edifici che si svincolano da questa logica e che presentano orientamenti con uno dei due fronti principali a sud, o con scostamenti di  $\pm 45^\circ$  rispetto a quello ottimale, più facilmente



riscontrabili nelle situazioni meno periferiche dove l'organizzazione urbanistica spesso svincola la disposizione dell'edificio all'interno del lotto dalla logica dell'asse elio termico, i problemi risultano semplificati. Un aspetto molto importante che deve essere preso in considerazione è se l'involucro della costruzione dove sono installati gli impianti solari è ombreggiato. Generalmente, i sistemi solari collocati in corrispondenza della copertura sono meno soggetti ai fenomeni di ombreggiamento per effetto degli edifici circostanti. Il progetto dovrà valutare e prendere in considerazione tutti gli elementi del contesto di riferimento e scegliere di conseguenza la strada più praticabile nell'adozione di una tecnologia o di un sistema piuttosto che un altro. Va comunque rilevato che il recupero, come ogni corretto approccio progettuale, dovrebbe sempre prendere avvio dai requisiti e non dalle tecnologie. In un'ottica d'incremento generale delle prestazioni dell'involucro, e dell'edificio in senso lato, il progetto di riqualificazione facente uso delle tecnologie solari deve essere sviluppato prendendo in considerazione le problematiche complessive che riguardano l'edificio, comprese quelle inerenti alla qualità funzionale-spaziale e formale. In quest'ottica allora gli interventi tesi a migliorare la fruibilità dell'organismo edilizio o ad adattarlo alle nuove esigenze abitative degli inquilini attraverso parziali demolizioni e costruzioni, o più spesso attraverso la giustapposizione di nuovi volumi in facciata o in copertura possono fornire l'occasione per creare condizioni più ottimali, soprattutto per quanto riguarda l'orientamento per applicare energie solari. L'esigenza di realizzare ampliamenti dello spazio domestico, o di dotare quest'ultimo di uno spazio di mediazione con l'esterno fruibile per le funzioni abitative per far fronte alle mancanze funzionali e spaziali degli edifici, attraverso la chiusura o giustapposizione di logge orientate a sud, se opportunamente progettata, diventa un elemento di controllo microclimatico che permette di sfruttare gli apporti di calore notturni. Allo stesso modo, l'esigenza di introdurre nuove funzioni o di dotare gli edifici di spazi per lo svolgimento di attività collettive può sposarsi con la strategia di migliorare lo sfruttamento dell'energia solare. Il recupero solare offre i seguenti vantaggi:

- Consente di ottenere significativi risparmi energetici;
- Incrementa il confort termico - visivo;
- Riduce il degrado delle facciate;
- Migliora l'immagine architettonica;

- Aumenta l'utilità dallo spazio.

È opportuno comunque rilevare che, nel caso della riqualificazione, una quota parte della spesa sostenuta vada a sostituire i costi che comunque si avrebbero con un recupero convenzionale. Rispetto alle tipologie di integrazione architettonica con il manufatto, nei casi di recupero le soluzioni progettuali che risultano più praticabili sono le seguenti:

- Integrazione nelle coperture esistenti a sostituzione di manti di copertura deteriorati;
- Costruzione di una seconda pelle in corrispondenza delle facciate opache per dare origine a una parete ventilata;
- Integrazione di un sistema di sottofinestra ventilante;
- Integrazione di un sistema fotovoltaico in schermi frangisole a protezione delle facciate esistenti esposte a sud che necessitano di un controllo del surriscaldamento estivo.

#### 2.2.3.2 – Utilizzo dell'energia solare nel recupero

I sistemi più praticabili per l'utilizzo della radiazione termica nei casi di recupero di edifici di edilizia residenziale pluripiano sono quelli a guadagno indiretto o a muro massiccio e a quelli a muro Trombe, i sistemi a termosifone e la creazione di spazi tampone loggia o serra. Negli edifici di edilizia collettiva degli anni '60 e '70 le pareti perimetrali sono generalmente costituite da setti portanti in calcestruzzo o murature monostrato prive d'isolamento e quindi, se adeguatamente orientate, hanno caratteristiche sufficienti a funzionare come elementi di accumulo termico. La strategia di chiudere logge esistenti a formare gallerie vetrate o di anteporre al manufatto edilizio nuovi volumi, con funzioni di serra per lo sfruttamento degli apporti di calore gratuiti e la riduzione delle dispersioni termiche, è una delle più pratiche e apprezzate dall'utenza perché, rispetto i sistemi fin qui analizzati, presenta il vantaggio di risolvere molti problemi che coinvolgono l'involucro edilizio ma anche di migliorare la qualità funzionale-spaziale degli alloggi, dotandoli di uno spazio supplementare fruibile la maggior parte dell'anno, e quella architettonica, fornendo l'occasione di movimentare i prospetti esistenti spesso privi di giochi chiaroscurali. Una serra è uno spazio tampone addossato alla parete sud e vetrato su tre lati che può funzionare, secondo i casi, da sistema a guadagno diretto, indiretto o isolato. Le logge

vetrate si caratterizzano per la presenza di un elemento sottofinestra opaco e realizzano un maggior risparmio energetico attraverso il guadagno solare diretto e il preriscaldamento dell'area di ventilazione. In entrambi i casi i vantaggi ottenibili dalla loro adozione possono essere così riassunti:

- Risparmio energetico;
- Preriscaldamento dell'aria per la ventilazione degli alloggi;
- Miglioramento del clima indoor;
- Risoluzione dei problemi d'isolamento termico delle pareti perimetrali esistenti e dei ponti termici;
- Miglioramento della qualità architettonica della costruzione rendendola meno monotona rispetto alle soluzioni senza giochi chiaroscurali;
- Incremento della vivibilità dello spazio domestico.

Naturalmente restano fermi tutti gli accorgimenti necessari per evitare il surriscaldamento della serra e della loggia vetrata durante la stagione estiva, come una buona ventilazione naturale e la predisposizione di adeguati sistemi di schermatura della radiazione solare e quelli atti a evitare eccessive dispersioni termiche durante le notti invernali come isolamenti mobili.

#### 2.2.3.3 – Miglioramento della qualità funzionale spaziale

Gli adeguamenti impiantistici e quelli per migliorare le prestazioni tecnologiche ed energetiche degli stabili, attraverso l'aggiunta d'isolamenti termici, il risanamento delle carenze di tenuta all'acqua delle coperture e la manutenzione delle facciate, devono essere accompagnate da operazioni volte a diversificare l'offerta tipologica degli alloggi e adattarli alle nuove esigenze abitative. Nel primo caso gli adeguamenti spaziali avvengono senza variare la dimensione dell'unità abitativa, essenzialmente attraverso ristrutturazioni tese a variare la configurazione del nucleo servizi e, negli stabili caratterizzati dalla mancanza di spazi di mediazione con l'esterno, attraverso la giustapposizione di logge e balconi a uno o più fronti. Negli stabili parzialmente disabitati, gli interventi sono distribuibili in due livelli a seconda delle operazioni di costruzione e demolizione che comportano. Un livello più soft prevede accorpamenti o frazionamenti di unità abitative contigue, sia in senso orizzontale sia verticale e l'aggiunta di piccoli volumi destinati ad ampliare le zone giorno sottodimensionate e a dotare di complessità volumetrica e architettonica il manufatto edilizio. Nei quartieri dove

più forti sono le situazioni di degrado fisico e sociale, sono realizzati interventi di parziale demolizione e ricostruzione d'interesse porzioni di edifici con l'obiettivo di tenere un ridisegno radicale dell'immagine delle costruzioni e una maggiore diversificazione dell'offerta dei tagli d'alloggio che permetta di evitare l'uniformità di occupazione dei fruitori finali, sia per composizione sociale sia per dimensione dei nuclei familiari. Il ripristino dei deficit tecnologici, energetici e d'immagine dell'involucro può essere condotto congiuntamente e in modo da ottenere un approccio più sostenibile che mira alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti nell'ambiente attraverso la realizzazione di muri Trombe, con l'integrazione di sistemi di sfruttamento attivo dell'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione-riscaldamento e produzione dell'energia elettrica. I sistemi di sfruttamento attivo sono realizzati in concomitanza con il rifacimento delle coperture e con la revisione impiantistica dello stabile in modo da integrarsi, e non semplicemente sovrapporsi all'esistente.

## CAPITOLO 3 – CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO

### 3.1 – Ubicazione e Clima

Valladolid è una città spagnola situata nel Nord-Ovest della penisola iberica ed è capitale della regione Castilla y León e della provincia omonima. Ha una popolazione di 315.522 residenti secondo i dati ufficiali aggiornati al 2010.

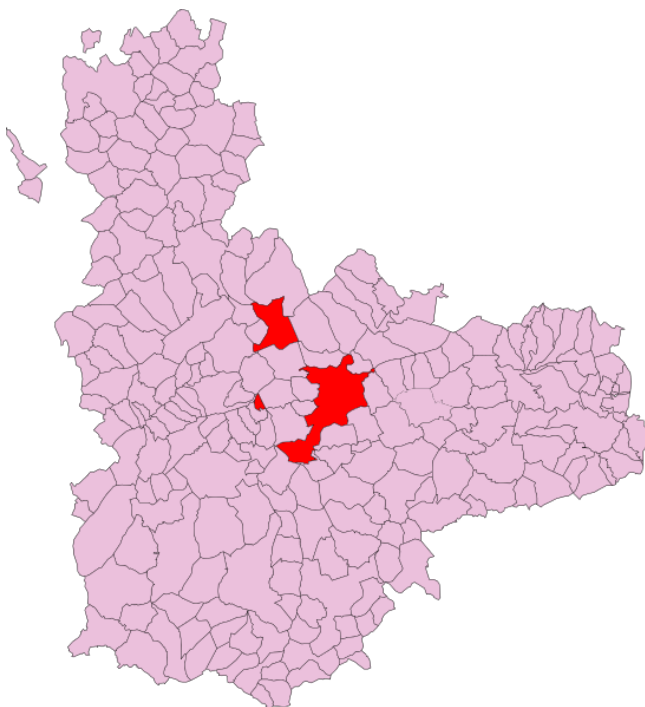


Figura 12 - Comune di Valladolid

In ordine di grandezza è il 13° comune per numero di abitanti e il primo del Nord-Ovest spagnolo. Inoltre la sua area metropolitana, composta di ventitré comuni è la 20° in Spagna e arriva a contare 410.534 persone. Benché esitano indizi di insediamenti risalenti al Paleolitico inferiore, la città vallasoletana non ebbe una popolazione stabile fino all'alto medioevo. Il ripopolamento della Meseta fu incaricato da *Alfonso VI* al conte *Pedro Ansùrez* cui ne fu concessa la signoria nell'anno 1072. A partire da questo periodo inizia la vera

crescita della città, che fu dotata di istituzioni come la *Iglesia Colegial*, la *Universidad o Alcàzar Real*. Ciò le permise di convertirsi nella sede della corte Castellana e successivamente, tra il 1601 e il 1606, in capitale dell'impero spagnolo, finché la capitale non fu definitivamente spostata a Madrid. Da allora iniziò un periodo di decadenza che finì solo con l'arrivo della ferrovia, nel XIX secolo, e la susseguente industrializzazione della città.

Come già detto, Valladolid si trova nella zona Nord-Ovest della penisola iberica ed è situata al centro della *Meseta Norte*, che è parte della *Meseta Central*. Per questa ragione il paesaggio presenta un terreno di tipo pianeggiante, con scarsa vegetazione contraddistinta da alberi adattati a sopportare le temperature estreme e i prolungati periodi secchi estivi. Le specie arboree caratteristiche della zona contraddistinte da questo clima sono il Leccio (*Quercus ilex*), in minor parte la Sughera (*Quercus suger*), il Cerro (*Quercus pyrenaica*), la quercia portoghese (*Quercus faginea*) e il Ginepro (*Tetraclinis articulata*).

Il paesaggio stesso è caratterizzato da serie di colline che originano un paesaggio montagnoso di colli isolati come quello di San Cristóbal (843 m), a pochi chilometri dalla città. Le coordinate sono 41° 38' N 4° 43' O e la altezza media sopra il livello del mare è di 698 m.

Il clima Vallasoletano è mediterraneo continentale. Questo tipo di clima è di tipo continentale con caratteristiche simili al clima mediterraneo ma considerevolmente distante dal mare. Le temperature sono più estreme rispetto a quest'ultimo ma non sufficientemente diverse da poterlo considerare un tipo di clima a parte. Le estati sono abbastanza calde e gli inverni freddi con un'oscillazione delle temperature di 18,5°C. La stagione estiva è la più secca e si superano con facilità i 30°C, di tanto in tanto le temperature salgono anche oltre i 35°C. Ciò nonostante, in inverno, è frequente che la temperatura scenda sotto agli zero gradi centigradi producendo numerose gelate notturne e sporadiche nevicate. La quantità di precipitazioni è simile a quelle riscontrabile nel clima mediterraneo tipico. Esse sono comprese tra i 400 e i 600 mm annui con massimi riscontrabili in Primavera e Autunno. Nonostante ciò la distanza dal mare fa sì che il clima sia più secco rispetto al tipico Mediterraneo. Il clima mediterraneo continentale è proprio della *Meseta Central* spagnola, della valle del fiume *Ebro*, delle zone interne di *Catalunya* e del Nord Est dell'*Andalucia*; si può riscontrare anche nella Sicilia centrale soprattutto nella provincia di Enna e nelle zone interne delle provincie di

Caltanissetta, Catania e Messina; nel centro della penisola anatolica e nelle zone centrali del Cile.

Nelle città spagnole di *Burgos*, *Leòn* e *Turuel* il clima mediterraneo continentale presenta temperature inferiori, tra i due e i cinque gradi, rispetto alla media dovuto all'elevata altezza rispetto al livello del mare (da 800 a 1100 metri). D'altra parte città come *Toledo* e *Zaragoza* hanno temperature medie più alte rispetto al clima tipico poiché si trovano nelle zone più basse di due importanti valli fluviali rispettivamente dei fiumi *Tajo* ed *Ebro*. Altre due città spagnole che possiedono questo tipo di clima sono Madrid e per l'appunto Valladolid.

Probabilmente il proverbio Castellano "*Nueve meses de invierno y tres de infierno*" (nove mesi d'Inverno e tre d'Inferno) lo descrive alla perfezione. Ciò è in buona parte dovuto all'ubicazione della città al centro della Valle Sedimentaria del Duero, che all'essere completamente circondata da montagne, la isolano dal mare conformando un clima estremo e secco. Molto più di quel che ci si aspetterebbe ad essere a 700 metri di altezza sul livello del mare e a soli 190 km dal Mar Cantabrico in linea d'aria. Le montagne che delimitano l'altopiano bloccano gran parte dei venti e delle piogge proveniente da Nord e da Sud, viceversa a Ovest l'assenza di grandi catene montuose lascia aperta la strada ai sistema frontali provenienti dall'Atlantico. E' da questa direzione infatti che le principali precipitazioni riescono a giungere sino alla città. Le incostanti precipitazioni sono ripartite in forma abbastanza regolare nel corso dell'anno malgrado ciò si hanno picchi di massima in Primavera e Autunno un picco minimo in Estate. La media annuale di pioggia è di 435 mm e l'umidità relativa media nel corso dell'anno si attesta intorno al 65%. In media annualmente si hanno 2.534 ore di sole e 71 giorni di pioggia.

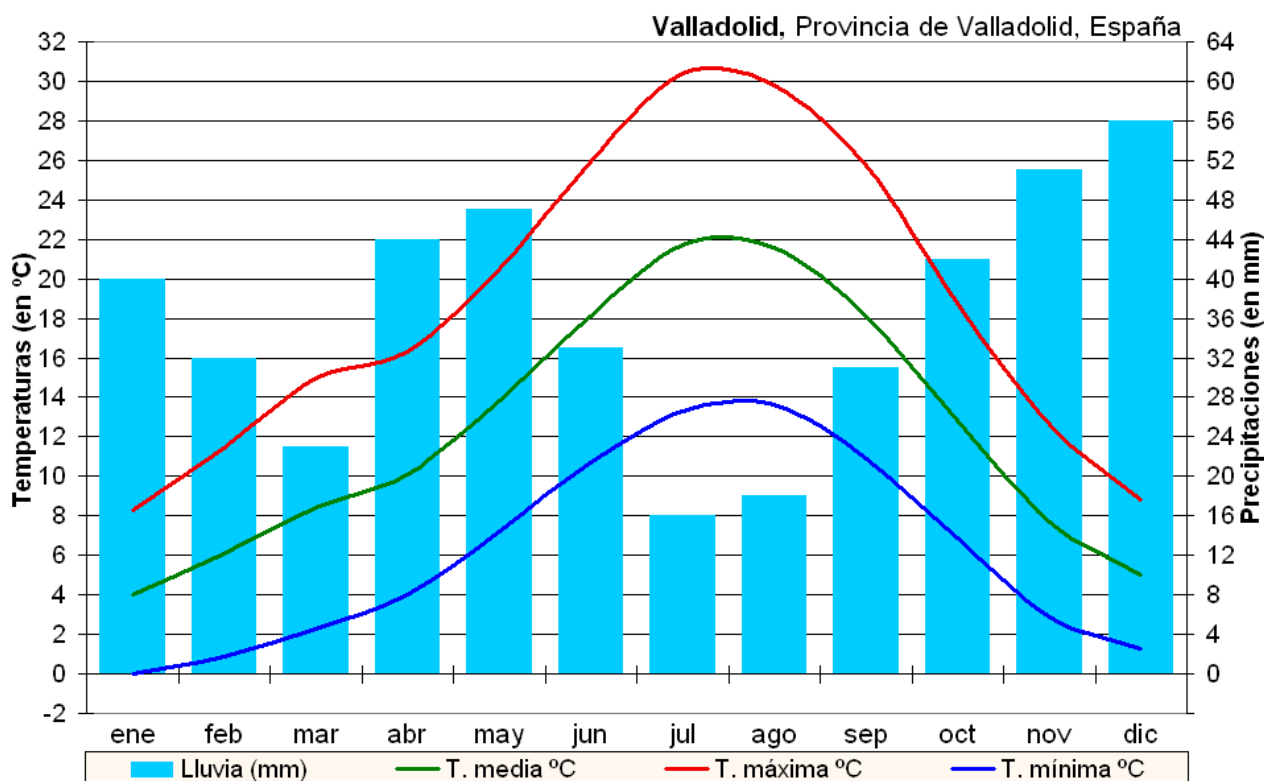


Grafico 1 – Temperature medie e precipitazioni atmosferiche

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anuali
Temp. diaria max (°C)	8.03	11.04	15.00	16.03	20.05	25.09	30.04	29.08	25.07	18.08	12.06	8.08	18.06
Temp. diaria mín (°C)	0.00	0.09	2.03	4.00	7.02	10.07	13.03	13.06	10.09	6.09	2.09	1.03	6.02
Precipit. Tot. (mm)	40	32	23	44	47	33	16	18	31	42	51	56	435

Tabella 1 – Temperature medie e precipitazioni atmosferiche

Le temperature sono abbastanza estreme con differenze importanti tra il giorno e la notte sebbene la media annuale si attesti a 12,3°C. Gli inverni sono freddi con frequenti nebbie e gelate notturne (61 giorni di annuali di media). In città si hanno solo otto giorni di neve l'anno, benché le nevicate non siano impossibili difficilmente se ne hanno abbondati ciò dovuto alla particolare ubicazione della città stessa. Le estati sono, in



generale, calde e secche con massime intorno ai 30°C e minime che si attestano poco sopra i 13°C. I record di temperatura sono 40.2 °C, del 19 Luglio 1995, e i -11,5 °C del 14 Febbraio 1983, misurati nell'osservatorio dell' AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) situato nel quartiere di Parquesol, il più alto della città.

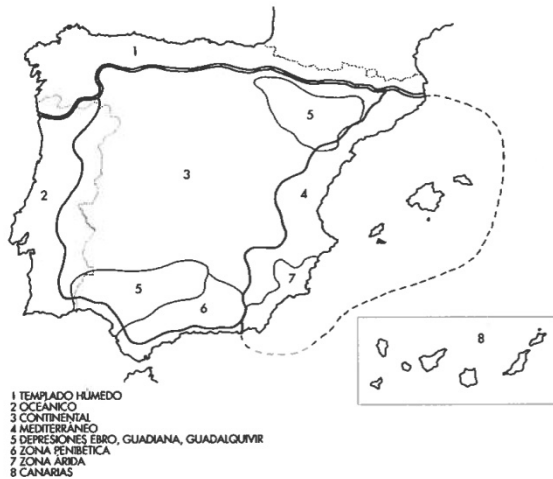


Figura 13 – Zone climatiche della penisola iberica



Figura 14 – Zone di confort nel corso dell'anno



Figura 15 - Isolinee di velocità media del vento (m/s)



Figura 16 – Direzioni predominanti del vento

TABLA 1. RESUMEN ANUAL DE DATOS CLIMÁTICOS DE ESPAÑA (Período 1931-1960). Instituto Nacional de Meteorología.

	A	T	Tmáx	Tmín	Máx	Min	R	Rm	Rd	H	Dil	Dnv	Dg	Dt	Dnb	Dh	C	D	Is
01 LA CORUÑA	26	13,9	17,3	10,5	33,8	-3,0	971	1498	91	79	194,0	0,9	8,3	8,8	44,8	0,7	140,3	44,4	2047
02 LUGO-INSTITUTO	454	12,0	16,7	7,2	39,0	-8,0	1061	1353	84	78	160,8	9,2	5,9	9,9	50,9	34,6	145,8	51,4	1881
03 FINSTERRE-CORUÑA	122	14,2	17,3	11,1	37,0	-8,5	870	1185	57	79	151,7	0,7	7,2	10,8	75,3	0,5	151,4	52,7	2225
04 SANTIAGO-UNIVERSIDAD	269	12,4	17,3	8,3	38,5	-8,5	1417	2324	154	76	156,1	2,5	4,1	6,5	48,5	10,7	141,8	58,6	2154
05 PONTEVEDRA	19	14,6	19,0	10,2	37,8	-4,0	1595	2327	138	76	154,9	0,5			5,5	70,1	125,0	2289	
06 VIGO	27	15,0	18,8	11,2	39,0	-2,5	1342	2444	156	73	158,1	0,5	8,7	13,6	31,9	1,5	102,6	87,2	2385
07 ORENSE	139	13,9	18,7	9,1	38,0	-7,4	777	956	81	70	105,6	0,6	0,7	5,3	58,4	23,9			1771
08 POWERRADA	541	13,1	18,4	7,8	40,4	-9,3	598	941	70	69	118,3	5,7	1,7	10,2	15,8	38,1	109,7	80,6	2508
09 GIJÓN	29	14,1	17,3	10,8	31,3	-3,4	1014	1425	104	79	192,0	2,8	11,5	14,4	64,4	1,8	184,8	36,8	1637
10 OVIEDO	280	12,5	16,5	8,4	38,4	-10,4	964	1322	88	77	143,3	3,0	1,2	1,9	51,5	15,1	170,4	68,9	1710
11 SANTANDER	15	13,9	18,7	11,1	40,2	-3,8	1198	1606	138	78	193,3	3,2	10,2	18,3	43,2	1,2	154,1	38,0	1744
12 BELLAZO-SONDICA	45	14,0	18,8	9,4	41,2	-8,0	1258	1434	135	82	183,1	3,5	2,6	13,0	14,4	11,4	161,7	38,9	1647
13 SAN SEBASTIÁN	258	13,1	15,9	10,3	37,7	-12,1	1528	1863	120	78	197,5	6,0	8,7	21,1	59,5	10,8	159,3	30,7	1836
14 LEÓN	920	11,0	16,9	5,2	38,6	-17,4	532	799	59	68	116,7	13,0	6,1	15,9	28,1	79,8	93,8	78,4	2734
15 ZAMORA	847	12,3	18,0	6,5	39,0	-13,4	392	659	60	72	103,7	3,5	1,8	9,3	27,5	57,6	83,1	98,4	2730
16 VALENCIA	739	11,7	17,3	6,2	39,8	-13,4	419	621	68	67	103,7	7,6	4,9	14,6	30,3	59,0	101,7	82,2	2576
17 BURGOS	929	10,5	15,4	5,6	37,4	-18,0	562	868	63	72	127,9	19,4	6,5	13,5	32,1	68,8	118,9	61,3	2372
18 VILLAFRÍA-BURGOS	887	9,9	15,3	4,5	37,0	-17,0	587	890	48	73	117,7	21,4	3,7	15,4	36,3	86,8	141,7	48,1	2311
19 VILLANUVA-MALLADOLID	843	11,1	16,9	5,3	37,6	-18,8	460	748	91	67	103,4	10,3	4,8	12,2	31,0	78,6	118,0	78,8	2572
20 VALLADOLID	893	12,1	17,8	6,4	39,0	-11,6	373	702	44	62	119,6	7,7	6,3	16,8	47,5	62,5	105,4	67,5	2810
21 SORIA	1063	10,5	16,4	4,5	38,0	-16,0	574	642	72	68	112,1	17,4	3,5	18,0	13,9	92,1	105,3	82,5	2536
22 SALAMANCA	707	12,0	18,3	5,8	39,6	-12,0	419	698	76	65	101,3	7,0	4,0	10,0	38,8	74,3	94,5	71,7	2488
23 MATACÁN-SALAMANCA	789	12,2	18,4	5,9	39,8	-16,2	398	638	46	70	106,3	8,4	2,4	13,9	28,3	75,2	92,0	70,9	2878
24 ÁVILA	1131	10,4	15,6	5,3	36,5	-20,4	364	543	63	64	95,3	18,3	5,1	13,3	20,2	79,0	70,7	76,3	2749
25 SEGOVIA	1007	11,5	16,9	6,0	38,6	-17,0	404	677	58	64	87,3	11,3	3,3	11,3	9,4	70,2	104,6	100,6	2482
26 NAVACERRADA-MD	1860	6,5	10,5	2,5	31,0	-18,4	1170	1787	115	72	99,4	55,0	4,4	9,3	81,0	142,2	136,4	95,0	2393
27 MADRID, BARRAJAS	505	14,4	20,6	8,2	40,4	-15,0	488	784	74	62	99,8	4,2	0,9	14,2	17,6	49,8	83,8	85,3	2854
28 MADRID, RETIRO	867	13,9	19,0	8,9	39,1	-10,1	438	681	65	62	106,8	3,8	2,3	10,8	38,3	30,1	77,5	107,9	2723
29 GUADALAJARA	885	13,6	18,9	8,3	38,0	-11,0	350	470	50	64	79,5	3,5	2,8	17,2	5,6	39,9	46,0	118,5	2329
30 MOLINA DE ARAGÓN-GDL.	1068	10,2	17,2	3,1	37,2	-28,2	494	687	53	64	99,8	18,7	2,8	26,1	23,1	120,4	116,8	85,1	2463
31 TOLEDO	540	15,0	20,0	9,5	42,0	-9,2	376	575	49	59	96,6	2,7	1,8	15,3	41,3	32,8	69,4	104,5	2894
32 CUENCA	1001	11,7	18,1	5,3	39,0	-20,5	572	664	80	66	85,7	9,1	3,0	14,1	14,9	85,2	81,4	87,4	2705
33 CIUDAD REAL	828	14,5	21,2	7,8	44,2	-9,4	400	678	68	67	78,1	2,8	2,5	11,8	27,4	43,7	44,9	138,3	2784
34 LLANOS-ALBACETE	880	13,4	20,1	8,7	40,3	-22,5	357	658	76	66	84,6	4,5	2,7	13,3	27,1	67,0	83,2	88,7	2768
35 CÁCERES	459	16,1	21,4	10,8	44,0	-5,8	481	714	107	57	86,7	1,0	3,6	11,5	24,7	8,9	62,8	146,0	
36 BADAJOZ	186	16,8	22,7	10,9	45,0	-5,2	477	795	113	62	94,1	0,3	1,6	9,9	28,1	10,7	75,1	128,5	2940
37 VICTORIA-INSTITUTO	550	11,7	16,4	7,0	38,4	-17,8	847	1224	94	77	145,0	14,3	3,6	11,5	51,5	40,1	165,7	38,1	1640
38 LOGROÑO-OBSERV.	386	13,2	18,6	7,8	40,6	-11,6	442	632	51	71	134,2	8,3	3,2	18,6	13,2	31,5	115,1	68,9	2216
39 AGONCILLO-LOGROÑO	345	13,4	18,5	8,2	40,0	-11,6	397	591	58	74	131,7	6,5	1,1	26,4	33,9	25,4	101,2	55,1	2530
40 PAMPLONA	449	12,4	17,8	7,1	40,3	-15,2	1077	2328	137	68	134,4	7,7	1,5	14,3	22,2	44,8	117,7	53,0	2047
41 HUÉSCA-MONFLOR.	438	13,4	19,1	7,7	38,8	-13,2	535	828	111	66	88,3	3,8	1,0	20,8	22,7	44,7	79,2	95,8	2703
42 ZARAGOZA	250	14,8	20,0	9,7	42,0	-10,5	288	579	104	61	94,0	2,4	0,9	10,4	28,0	19,8	79,3	88,3	2724
43 LERIDA	221	15,0	21,0	9,0	40,8	-11,0	388	611	85	66	79,2	2,0	1,3	13,8	37,5	41,6	72,3	99,1	2881
44 MONTSENY-BARCELONA	1712	6,6	9,8	3,5	28,0	-19,8	978	1371	131	76	102,7	37,9	10,6	23,8	206,2	111,5	104,9	60,4	2340
45 GERONA	70	15,1	20,7	9,4	38,7	-10,9	802	1668	239	68	107,2	2,1	2,5	23,7	48,9	32,8	87,2	75,4	2444
46 BARCELONA	12	16,5	19,8	13,2	36,1	-6,7	601	1006	143	69	100,3	1,4	1,4	13,0	21,0	2,0	71,7	82,5	2477
47 TARRAGONA	20	15,9	19,4	12,3	34,2	-6,0	478	782	146	72	98,7	0,9	1,7	11,3	7,3	4,3	58,8	69,2	2818
48 TORTOSA-TARRAGONA	14	16,8	21,7	12,0	38,6	-6,4	578	803	209	65	112,1	1,5	2,3	22,7	26,6	5,8	52,2	106,7	2824
49 CASTELLÓN	27	17,1	21,5	12,7	39,2	-7,3	428	879	197	62	85,5	0,4	0,9	13,8	8,7	2,7	47,2	117,2	2756
50 VALENCIA	15	16,0	21,9	12,0	41,7	-7,2	426	761	281	70	93,6	0,8	0,9	13,7	19,9	3,5	56,0	81,7	2830
51 ALICANTE-C.JARDÍN	81	19,0	23,8	12,3	41,3	-4,8	339	612	120	65	90,5	0,2	1,5	11,1	15,8	1,8	57,2	82,2	2975
52 ALICANTE-ARILLA-MR	72	17,4	24,0	10,8	45,2	-5,0	321	474	93	65	85,3	0,3	0,4	9,3	13,8	12,4	64,9	91,0	2780
53 SAN JAVIER-MURCIA	1	17,0	21,8	12,3	40,0	-4,0	342	586	139	73	86,5	0,2	0,9	9,5	13,5	6,2	63,5	71,7	2983
54 SEVILLA-UNIVERSIDAD	10	16,8	25,0	12,6	47,0	-3,2	572	804	100	65	98,9	0,2	0,5	4,3	80,3	5,4	65,0	123,1	2899
55 SEVILLA-TABLAIDA	10	19,0	24,7	11,3	45,0	-5,6	357	1007	92	69	77,2	0,3	0,7	7,0	37,3	7,2	64,9	119,4	2862
56 CÓRDOBA	110	17,9	24,2	11,7	44,8	-6,0	674	1202	85	61	82,7	0,4	0,9	9,2	29,0	8,0	58,2	143,9	2744
57 JAÉN	578	17,1	22,0	12,1	42,5	-8,0	593	1057	119	67	81,2	1,7	2,2	8,7	3,8	6,2	34,4	122,9	2795
58 GRANADA-ARMILLA	864	15,3	22,2	9,4	42,8	-13,0	183	408	81	60	89,7	1,9	2,5	9,8	18,1	33,0	79,8	120,9	2831
59 HUELVA	26	17,9	23,8	12,8	42,2	-5,8	462	802	92	65	79,7	0,2	1,0	7,2	7,8	3,4	57,2	155,3	2818
60 SAN FERNANDO-CÁDIZ	20	18,0	22,0	14,0	41,3	-2,0	573	999	141	74	87,6	0,0	2,6	11,4	15,1	0,9	58,1	117,0	3233
61 TARIFA-CÁDIZ	20	18,1	21,3	14,9	37,0	-2,1	63												

## 3.2 – Caratteristiche urbane dell'intorno

Cercheremo adesso di fare un po' di luce sulle scelte di carattere urbanistico che hanno prodotto il contesto in cui l'edificio, oggetto del nostro caso studio, è inserito. La questione assume una rilevanza importante in funzione del peculiare allineamento che quest'ultimo ha rispetto alla via su cui affaccia. Tale allineamento, la sua tipologia e la sua altezza infatti, non sono frutto delle malaugurate scelte del progettista (J. Coromines) o dell'impresa costruttrice che ha portato a compimento la opera, bensì sono frutto di scelte di carattere urbanistico che hanno avuto origine con il Piano Generale disegnato da Cort nel 1939. Lo sfondo che portò all'adozione di questo piano è quello della Spagna impegnata nella guerra civile, a pochi giorni dalla caduta della repubblica e all'inizio delle attività belliche. Una commissione gestore assunse il comando della città e, prescindendo dalla situazione provvisoria in cui cominciò il suo tragitto, promosse la formazione di progetti che avessero come fine la modernizzazione di Valladolid. Tutto ciò fu anche influenzato dal progressivo allontanamento del fronte militare che permetteva, nella retroguardia, una vita moderatamente tranquilla in cui, della guerra civile, arrivavano solo gli echi. Non deve perciò stupire che proprio allora si produsse la prima proposta generale di riorganizzazione urbanista.

### 3.2.1 – Antico e moderno a Valladolid

La proposta di Cort presuppone un salto di scala importante e la proposta, ai suoi effetti, altro non era se non il primo schema di organizzazione generale che conobbe la città. Infatti, a prescindere dall'antico piano di Pérez Rosas, che era stato redatto al fine di controllare l'espansione urbanistica nel secolo precedente, Valladolid non aveva avuto nessun altro tipo di piano urbanistico generale abbastanza complesso e dettagliato da assolvere tale funzione. Il piano Cort fu elaborato con la pretesa di ridisegnare totalmente la città, in sintesi pianificava una riforma drastica del centro storico e un ampliamento dello stesso a livelli fino allora sconosciuti. Si trattava di ripensare la Valladolid, delle decadi future, che doveva nell'espansione urbana il suo motore di crescita fino a raggiungere l'obiettivo di trasformare il fiume Pisuerga nel principale asse urbano della città stessa. La proposta era strutturata su di una rete viaria "contudente", la quale supportava una zonizzazione elementare di costruzioni e usi ed era altresì incapace di comprendere e assimilare alla struttura caratteristica del centro

vallasoletano. Non ebbe nessun timore nell'estendere, con totale libertà, il suo schema viabilistico anche alle zone centrali, riorganizzandole in funzione dell'ampliamento periferico. La prima decisione fu creare una croce di strade che, pretestuosamente, avevano come obiettivo il rapporto tra la città e il territorio circostante: la "carretera de Santander", denominata nel piano "Gran via de las Angustias", e la "carretera de Segovia" dopo aver attraversato la città storica come un coltello (s'incrociavano all'altezza della piazza del Rosario) oltrepassavano il fiume per mezzo di due nuovi ponti fino a giungere ai piedi del colle "de las Contiendas". Anche il terzo asse strutturale che, proveniente dalla "carretera de Madrid", si colloca parallelamente ai viali anteriori e finisce, con una via di completamento ai piedi del citato monte. Il resto della struttura viaria riprende i vecchi tracciati esistenti, o altri piani parziali per risolvere il problema della mobilità urbana e per dare un'ambientazione propria ad alcune *enclaves* urbane come per esempio la zona intorno alla *Catedral* e alla *Antigua*. Appoggiata a questo tracciato si sovrappone la zonizzazione, che basicamente confida nella forma tradizionale dell'isolato, alla quale è impressa una certa variazione di matrice nelle zone più esterne che dovevano costituire la corona periferica della città. Il piano Cort prevedeva un ampliamento di suolo urbano di circa 610 acri (Valladolid in quegli anni ne occupava circa 540), una modificazione radicale del centro e un forzato adattamento del resto, in sostanza una nuova città rigenerata e modernizzata che nulla, o quasi nulla, avesse a che spartire con quella ereditata dal passato. La principale difficoltà che si palesò, quando si cercò di mettere in pratica il progetto, era che la trasformazione radicale della viabilità urbana rendeva impossibile una sostituzione lenta delle edificazioni esistenti esigendo, viceversa, un attacco globale delle aree da trasformare. Operazione per la quale non esistevano meccanismi di gestione e i fondi economici necessari non erano neanche lontanamente reperibili. Nel Maggio del 1940, la Commissione Gestore, era giunta a conclusione che il piano redatto da Cort era irrealizzabile e che sarebbe servito un nuovo piano. Da allora si susseguirono riforme e cambiamenti al piano di Cort in un regime transitorio che finì per essere utilizzato permanentemente durante più di tre decenni. Fu in questo periodo che il piano perse tutta la sua virtualità e stabilì indirettamente la crescita della città, suggerendo le direttive per i successivi sviluppi urbani che furono avviati inizialmente con lentezza ma che, successivamente nelle decenni degli anni '60 e '70, acquistarono gran forza e velocità. Per quel che riguarda le costruzioni, benché non si possa stabilire una relazione meccanica diretta, è osservabile un processo molto simile. Nel decennio

1930-1940 vi è una crescita relativamente importante della città, e tra gli anni 1940-1955, invece, pochi edifici vengono costruiti. Però a partire da quest'ultimo anno si produce un aumento progressivo del parco edilizio, che raggiunge il suo apice nella seconda metà degli anni '60, mantiene una certa forza per il decennio successivo e si riduce drasticamente negli anni '80. Basta riferire, come dato espressivo di questo fenomeno che, nei venti anni in cui si produsse la massima trasformazione, il numero di edifici si duplicò e quello delle case si triplicò. Ciò diede vita anche a un intenso cambio tipologico e funzionale delle costruzioni. La stabilità strutturale che da sempre era dipesa dal muro portante e dal piè dritto di legno si trasforma, in questi anni, in una rigida struttura di travi e pilastri fatti di calcestruzzo armato. All'esterno anche le facciate trasmettono questa sensazione di cambiamento giacché cambiano di linguaggio, gli infissi in metallo e il mattone a vista sostituiscono i materiali tradizionali. Il colore e la vivacità delle strade sono sostituite dalle pallide tinte e dal color mattone dei nuovi edifici. Si evidenzia, in ultima istanza, come la dimensione delle nuove costruzioni perde il rapporto di scala con la città storica. La loro altezza viene aumentata enormemente in quanto si passa dai quattro piani più locali commerciali al piano terra ad una media di nove o dieci piani per edificio. Anche la densità aumenta con lo sfruttamento totale della parcella e l'apertura di piccoli patii interni, al minimo delle dimensioni concesse dai regolamenti tecnici, destinati all'areazione dei locali.

La metamorfosi della città, avvenuta nell'ultimo secolo, è sempre stata descritta con due parole molto importanti: distruzione e perdita. Questo ci dà l'idea del cambio repentino che ha trasformato la città tradizionale in quella che vediamo oggi, la trasformazione è stata rapida, intensa e soprattutto violenta. La città che usciva dalla repubblica s'identificava con le case "*de miradores*" che distinguevano le strade più moderne, però anche nei quartieri centrali predominavano i bassi edifici, palazzi piccoli e umili, in alcuni casi formati dal solo piano terra. Si mescolavano con antiche case signorili che appena si distinguevano grazie ai simboli araldici posti in facciata. Un indistinto carattere rurale contraddistingueva la città, i principali segni della modernità costituiti dalla scarsa illuminazione stradale e dal tram, si stagliavano su uno sfondo di facciate intonacate che ripetevano, sino alla sazietà, il vuoto caratteristico che in molti casi era costituito da un balcone di ferro battuto in aggetto verso la strada o a completamento di due volumi vicini. Il panorama del centro storico che chiude gli attivi anni '70 è molto diverso da quello giunto dal passato. Non è una città moderna però vuole sembrarlo e la trasformazione della città si è realizzata cambiando case e strade. Un cambiamento che

fu immediatamente criticato in modo unanime e definito come inutile e disastroso. Secondo *Fernando Chueca* la speculazione edilizia di quegli anni fece sì che la città venne *“materialmente triturata dalle nuove costruzioni giganti che non rappresentano nessun ambiente d’altro tempo. Il caos e il disordine regnano sovrani e al momento non si è fermata questa macchina distruttiva”*.

Come abbiamo visto il piano di Cort fu rigettato formalmente dalle autorità ma venne adottato nella sostanza e, in forma latente, condizionò lo sviluppo urbano della città. Il

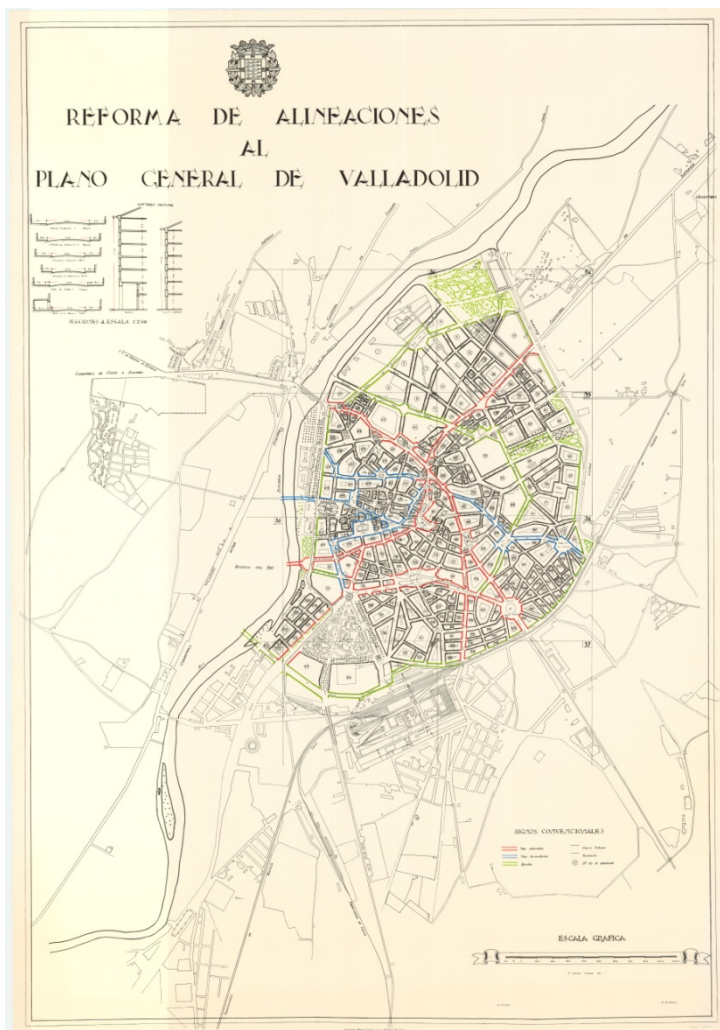


Figura 17 - Piano generale di Valladolid, 1950

Piano Generale di Allineamenti del 1950, infatti, porta al suo interno lo spirito del piano del 1939 ma, a differenza di questo, assume una posizione più possibilista: definisce un aggiustamento delle strade più conforme a quelle esistenti e vive della sostituzione puntuale degli elementi. In questo piano si cerca di mantenere il parcellario esistente insieme alla rete viaria, cambiano allineamenti o spostando alcune vie al fine di ottenere dei cambi sostanziali incidendo sul minor numero possibile di edifici. Il fine ultimo dell’operazione era comunque ricostruire una nuova città su quella esistente esattamente ciò che Cort proponeva. Nel nuovo piano le strade principali perdono forza e vigore mentre quelle di

“completamento” rimangono sostanzialmente intatte, benché la mancanza quasi assoluta di allineamenti corretti nella maggior parte di esse obbligò a intervenire su numerosi immobili per rettificare imperfezioni, allargare vie troppo strette, ecc. La città storica in questi anni viene concepita non come centro generatore ma come un semplice oggetto della speculazione edilizia. Si scommise sulla trasformazione e di fatto

si rinunciò tacitamente alla storia: erano mantenuti solo pochi monumenti ai quali veniva tolto il loro contesto urbano con modifiche che a lungo andare non aiutavano per nulla a mantenere una minima memoria storica. Questo processo di metamorfosi comunque conteneva alcuni problemi evidenti, la grande attività di distruzione degli anni '60-'70 non portò a compimento il lavoro per la mancanza di forza economica della città stessa. E' difficile oggi vedere come realista una generalizzazione dell'edificio a torre di Calle de Regalado spostato rispetto al piano stradale ed esteso a tutta la via, con questo esempio ci si rende conto immediatamente della misura sicuramente fuori scala del progetto. Fallì anche la capacità di promuovere un modello attrattivo; il piano del 1950 riduceva l'handicap in quanto seguiva la vecchia conformazione stradale, ma comunque la modificava. Il piano aveva cercato una via di mezzo tra la proposta di Cort e l'antica trama urbana e finì col convertire in caricature delle stesse entrambe. I grandi viali divennero degli assi più o meno tortuosi che non riuscirono nemmeno a essere dotati di una sezione logica, le strade secondarie che li univano erano contraddistinte da una struttura realizzata secondo le necessità e non portatrici di un'idea di progetto.

### 3.2.2 – L'edificio caso studio e il suo rapporto con l'intorno

Abbiamo visto come all'interno di tutto il centro storico si susseguirono in quegli anni ('50-'60-'70) demolizioni di vecchi edifici appartenenti alla storia e alla cultura stessa della città per costruire palazzi dichiaratamente moderni e che non si confrontavano minimamente con il loro intorno. L'edificio oggetto del nostro caso studio è un esempio lapalissiano di ciò che contraddistinse l'attività urbanistica e edilizia in quegli anni. Ci troviamo nel pieno centro storico della città, a pochi passi dagli elementi urbani più caratterizzanti quali Plaza Mayor, La Catedral, Plaza de Espana, Plaza de la Universidad, la Antigua, la Iglesia de Santiago, il teatro Calderòn. Le vie che si snodano e che connettono questi spazi sono contraddistinte da edifici di marca palesemente ottocentesca, con altezze medie di quattro o cinque piani, le cui facciate molto colorate sono caratterizzate da piccoli balconi chiusi con elementi vetriati e da una sequenza armoniosa di pieni e vuoti. L'immagine globale che si ha è quella di un tipico centro storico in cui la mano della borghesia aveva trasformato superficialmente il costruito sino a dare, a quest'ultimo, un senso di unità stilistica e d'immagine figurativa. In questo contesto e, per le questioni che abbiamo visto poc'anzi, viene inserito il nostro edificio. Il suo fronte principale è arretrato rispetto al piano stradale proprio a causa del nuovo

allineamento previsto dal piano del 1950 che prevedeva un allargamento della via. Inoltre la costruzione occupa per metà il tracciato di Calle de la Sierpe, perché quest'ultima, sempre in accordo con il suddetto piano, doveva essere inglobata all'interno delle nuove costruzioni e sparire definitivamente. L'altezza dell'edificio e il suo volume totale sono decisamente maggiori rispetto a tutti quelli che contraddistinguono la zona sottraendo, di fatto, l'edificio stesso ad un confronto diretto con il suo intorno e denunciando a chiare lettere un rifiuto di dialogo con il passato. Le sue facciate portano testimonianza di quelli che erano i piani di sviluppo della città che prevedevano un elevamento dell'altezza dell'isolato sino a formare un unico blocco di edifici di dodici piani. Ciò è chiaramente visibile dal fatto che l'unica facciata trattata architettonicamente è quella che dà sul fronte di Calle de Regalado, le altre tre viceversa sono lasciate volutamente senza nessun tipo valore architettonico proprio perché si sarebbero dovute trasformare, a seguito di altre campagne costruttive, in pareti perimetrali che avrebbero fatto da divisione con gli edifici adiacenti.



### 3.3 – Rilievo architettonico e descrizione dell'edificio

L'edificio, oggetto del caso studio, è un blocco di appartamenti, sviluppato in tipologia a torre di dodici piani di altezza fuori terra, di cui i primi due sono destinati a uffici e negozi e i restanti dieci ad abitazioni. Sono anche presenti due piani interrati destinati a parcheggi sotterranei. L'orientazione della parcella, quasi interamente occupata



Figura 18 - Edificio "caso studio", vista da Calle de Regalado

dall'edificio stesso, presenta un angolo di Azimut di 26°Est rispetto alla direzione Sud (partendo da Nord 154° in senso orario e 206° in senso antiorario). L'edificio è situato a Valladolid (Spagna) in Calle de Regalado, n°13. La sua facciata principale è quella Sud-Est che dà su Calle de Regalado, la facciata Nord-Est è in parte affacciata su Calle de la Sierpe ed in parte chiusa da un'altra costruzione per i primi 5 piani fuori terra. La facciata Nord-Ovest, affaccia su un piccolo patio interno condiviso da più parcelle, infine quella Sud-Ovest si conforma come una parete piena, chiusa fino al 5 piano fuori terra da altre costruzioni che sono ivi ubicate. Infine è

presente un patio interno, con funzioni di areazione e di canale di luce; il patio è presente solo in concomitanza con gli appartamenti (2° piano) e, nella sua parte superiore è completamente aperto verso l'esterno. Il progetto è stato presentato agli uffici tecnici del comune di Valladolid nel Dicembre del 1971 e si sono trovati riferimenti che attestano la data d'inizio lavori al Maggio 1972. La sua superficie utile per quel che riguarda il piano terra e i due piani interrati è di 369 m<sup>2</sup> cada uno. I restanti livelli invece hanno superficie di 272,5 m<sup>2</sup> per piano. La superficie totale è di 4586 m<sup>2</sup> e un volume pari a 12000 m<sup>3</sup> circa. Il piano terra alloggia, sul fronte stradale, due spazi commerciali adibibili a negozi ai suoi estremi, mentre nella parte centrale troviamo l'ingresso al parcheggio sotterraneo e quello per gli utenti. La parte interna del piano terra, è

destinata dal progetto originale a uffici, benché la cosa sembri improbabile poiché non vi è presenza né di servizi igienici né di aperture verso l'esterno. Il primo piano è anch'esso destinato ad uffici è fornito di luce dalle finestre presenti sul lato Sud e da due lucernari, uno posto nel patio interno e uno nel patio esterno, quello condiviso con altre parcelle. Il secondo piano è il primo destinato ad appartamenti, è raggiungibile tramite le scale interne o gli ascensori, si sviluppa su tutta l'estensione della superficie utile del piano, e malgrado le dimensioni considerevoli, si tratta di un solo appartamento vivibile. E' contraddistinto da: cinque stanze da letto, due delle quali matrimoniali; due salotti-sala da pranzo; una cucina; cinque bagni; uno ingresso principale; uno ingresso secondario che si sviluppa in corridoio, il quale corre per tutto l'appartamento sino a ricongiungersi con l'ingresso principale. A tutti gli ambienti interni si accede attraverso questo corridoio; sono tutti provvisti, ad esclusione dei bagni, di affacci o verso il patio interno o verso l'esterno. Questo modello tipo si ripete, in forma uguale, per tutti i piani successivi ad esclusione dell'ultimo. Il dodicesimo piano ha una configurazione abbastanza simile a quella dei piani precedenti, ma nel lato Sud, è presente un arretramento del piano di facciata che lascia uno spazio libero conformando così una terrazza. Per ciò che riguarda la disposizione interna, solo gli ambienti in contatto la terrazza stessa, subiscono una trasformazione adattandosi a quest'allineamento. Le restanti stanze invece non subiscono nessuna variazione di sorta. Le tre facciate dell'edificio, che affacciano verso i lati interni dell'isolato, sono trattate con mattoni a vista e struttura di CLS armato anch'essa a vista. Troviamo aperture finestrate di una certa importanza solo nella facciata Nord. Mentre la Est è dotata solo di piccole finestrelle di servizio, e la Ovest è del tutto sprovvista di qualsiasi tipo di apertura verso l'esterno. La facciata Sud, viceversa, presenta una certa qualità architettonica che rendere palese il fatto che essa sia stata l'unica a essere disegnata con una certa cura. I due piani commerciali seguono l'allineamento della parcella, mentre quelli sovrastanti sono contraddistinti da un volume che fuori esce dal piano della facciata. Tale elemento contraddistinto da pieni e vuoti (vuoti intesi come parti finestrate) è un volume chiuso che ingenera falsamente l'idea che si tratti di un balcone o di una galleria vetrata.

Le principali caratteristiche costruttive dell'edificio sono:

- Fondazioni in calcestruzzo armato configurate come trave rovescia continua.
- Struttura di travi e pilastri in calcestruzzo armato
- Corpo ascensori in cemento armato e scale interne presumibilmente della stessa tecnologia

- Solai in laterocemento di 24 cm di altezza composti di pignatte in cotto e travetti misti.
- Muri di facciata composti da mattoni pieni (12 cm), camera d'aria (4,5 cm) e tamponamento interno (8 cm) per uno spessore totale di 27 cm circa, comprensivi anche d'intonaci e rifiniture. Nella facciata Sud sono presenti intonaco e altri tipi di rivestimenti.
- Muri di chiusura verso il patio di ugual costruzione a quelli delle facciate esterne
- Muri divisorii interni in laterizio di spessore compreso tra i 4,5 e gli 8 cm di spessore più finiture superficiali.
- Tetto piano costruito come i piani interni con l'aggiunta, dall'interno verso l'esterno di strato di pendenza in cemento alleggerito, impermeabilizzazione, isolamento termico, rivestimento superficiale.
- Infissi in alluminio, non precisato se a rottura di ponte termico o no, con vetro semplice
- Gli oscuramenti sono interni del tipo "a tapparella".
- I pavimenti interni sono in grès porcellanato sovrapposto al massetto per impianti in cemento alleggerito o sabbia.

### **3.4 – Valutazione ambientale dello Stato di Fatto**

Poc'anzi abbiamo dato una descrizione architettonica dell'edificio esistente, ma non ci siamo minimamente soffermati a fare una valutazione delle sue qualità o criticità. Questa è una fase molto importante in quanto ci permetterà in seguito di definire gli obiettivi programmatici del progetto di recupero, sia sul piano architettonico funzionale, sia sul piano ambientale, sia su quello costruttivo. Abbiamo suddiviso la valutazione secondo quattro criteri: funzionale, costruttivo, ambientale ed energetico.

#### **3.4.1 – Funzionale**

Per funzionale si intende il rapporto che c'è tra un ambiente costruito e la funzione a lui assegnata. La forma, la dimensione, l'accessibilità, l'adeguatezza d'uso sono i fattori che ci permetteranno di fare questo tipo di valutazione.

Piano terra: 5 ambienti – due spazi commerciali; ufficio; ingresso principale; ingresso carrabile.

I due spazi commerciali sono quasi inutilizzabili giacché la loro geometria è molto complessa. Inoltre la superficie utilizzabile è eccessiva per potervi installare una piccola attività terziaria (negoziato di telefonia, agenzia viaggi, ecc.), ma è anche troppo ridotta per potervi mettere attività che richiedono più spazio come uffici di servizi al cittadino, negozi di abbigliamento, ecc.

L'ambiente dedicato a ufficio si trova in posizione decisamente scomoda rispetto all'ingresso; la superficie utile è notevole, il che compensa in parte la geometria complessa. La problematica principale è la totale mancanza di affacci verso l'esterno. Non sono presenti infatti né elementi trasparenti verticali né orizzontali.

Primo piano: 1 ambiente – ufficio

Il primo piano è totalmente destinato ad attività terziaria, nella fatti specie uffici. La problematica principale è la sua grande dimensione. Occupa, in pianta, tutta la superficie utile, ad eccezione del vano ascensori, delle scale e del disimpegno antistante. La luce è garantita dalle finestre disposte sul lato Sud e sul lato Nord, vi è anche un grande lucernario al centro che insiste nel patio interno.

Piano tipo: 1 ambiente – appartamento

I piani che vanno dal secondo all'undicesimo sono contraddistinti dallo stesso sviluppo in pianta. Come per il primo piano anche nei piani tipo, l'appartamento forma un unico ambiente occupando tutta la superficie utile. E' caratterizzato da numerose divisioni interne che configurano cinque camere da letto, due soggiorni, uno studio, una cucina, quattro bagni, un ingresso principale, un corridoio. L'appartamento è troppo grande per una famiglia "tipo" moderna; molto spazio utile è perso a causa della configurazione del corridoio, tre stanze da letto e la cucina affacciano solo sul patio interno. Probabilmente hanno poca luce e la ventilazione è sicuramente scarsa. In più la cucina genera sicuramente problemi di odori all'interno del patio stesso. Le restanti camere e i salotti prendono aria e luce dall'esterno in quanto dotati di finestre che giacciono sulle facciate Nord e Sud.

Piano attico: 1 ambiente – 1 appartamento

Il piano attico, il dodicesimo, è del tutto simile ai piani tipo sottostanti e, quindi, con problematiche simili. La sua criticità principale è lo sviluppo in pianta delle varie stanze. Meno problematica invece la questione dell'illuminazione e della ventilazione verso il patio. Ha una terrazza di grandi dimensioni che insiste sul lato Sud dell'edificio stesso.

### 3.4.2 – Costruttiva

Per costruttiva si intende una valutazione dei principali sistemi tecnici utilizzati e delle tecnologie dalle quali prendono origine. A prima vista possiamo determinare tre diverse tecnologie: quella del mattone, quella del calcestruzzo armato e quella dell'alluminio.

Il mattone è usato per i tamponamenti esterni, i muri divisorii interni, ma anche per i solai. L'utilizzo di questa tecnologia garantisce all'edificio un'alta inerzia termica e un elevato peso che grava sulla struttura. I muri esterni sono composti di due diversi tipi di mattoni: una fila di mattoni pieni da 12 cm di spessore, una camera d'aria non ventilata, e una fila interna di mattoni vuoti da 8 cm di spessore. Questo tipo di parete non garantisce una trasmittanza adeguata e genera eccessive perdite di calore. I divisorii interni sono formati da mattoni vuoti di dimensioni comprese tra i 4,5 cm e gli 8 cm di spessore. In entrambi i casi questa tecnologia non ci permette di modificare la disposizione delle pareti

interne senza abatterle, generando una gran quantità di macerie. Le pignatte utilizzate nei solai aventi altezza di 20 cm sono di tipo standard.

Il calcestruzzo armato è utilizzato per la struttura portante. Il problema principale che si è potuto riscontrare è che, essendo la struttura a vista, sono presenti numerosi ponti termici in tutto l'edificio. Si renderà necessario risolvere questo problema per poterne diminuire, in forma consistente, la dispersione termica.

L'alluminio è utilizzato per la realizzazione dei telai e controtelai delle finestre. All'apparenza tali finestre sono costituite da un telaio sprovvisto di un qualsiasi sistema di taglio del ponte termico e montano un vetro singolo di spessore di 4 mm circa. Sarà necessario sostituire questi elementi con altri più performanti e, preferibilmente costituiti da un materiale diverso dall'alluminio.

### 3.4.3 – Ambientale

In questo punto si vuole fare una valutazione di adattamento dell'edificio, al contesto climatico e ambientale in cui è inserito.

In primo luogo, l'asse su cui è disposto è quello Nord-Sud, sfavorevole dal punto di vista ambientale ma obbligatorio data la forma della parcella. Ciò nonostante la facciata Sud ha un azimut di soli 26° gradi Est rispetto all'asse principale, il che permette di utilizzarla per i guadagni solari diretti invernali. La forma e il rapporto superficie volume ci descrivono l'edificio come un prisma compatto, sicuramente il più adatto a climi secchi (sia caldi che freddi) come quello vallasolteano. Il patio interno, che è aperto nella sua parte alta verso l'esterno, però gioca decisamente in contro a quanto appena detto, perché aumenta le facciate disperdenti. Ciò nonostante svolge importanti funzioni di aereazione e illuminazione delle stanze che su di esso si affacciano. L'orizzonte dell'edificio non è libero, poiché ci troviamo in un contesto di centro urbano. Altre costruzioni di altezze comprese tra i dodici e i 15 metri circa (4,5, piani) circondano quasi completamente il nostro edificio su tre lati (Est, Ovest, Nord). L'ultimo lato, invece, affacciata sulla strada e si trova a una distanza di 15-20 metri rispetto al piano delle costruzioni che si trovano di fronte. Malgrado tale distanza si è potuto verificare che il Piano Terra e il Primo Piano, durante il periodo freddo (tra Ottobre e Febbraio) in sostanza non ricevono radiazione diretta. Dal Secondo piano sino al quinto invece abbiamo una situazione intermedia in cui alcuni edifici circostanti continuano a proiettare

ombra su questa facciata ma in misura sempre minore man mano che saliamo in altezza. Dal quinto piano in poi il nostro edificio si trova con l'orizzonte quasi completamente libero in quanto supera in altezza tutte le costruzioni circostanti. Malgrado ciò non sono presenti finestre sulle facciate Est e Ovest mentre si le abbiamo in quella Nord che affaccia su un piccolo patio interno condiviso con le altre costruzioni adiacenti. La facciata Sud ha una percentuale di finestre, in  $m^2$ , di circa il 45% della superficie totale. Questo consente una buona quantità di guadagni solari in inverno; nel periodo caldo però l'assenza di schermature solari o di oscuramenti esterni genera un problema di surriscaldamento interno dei locali dovuto, per l'appunto, a questi guadagni solari non necessari. I muri esterni possiedono una trasmittanza non adeguata alle esigenze odierne, ciò nonostante la natura della loro costruzione gli garantisce una certa inerzia termica. Anche quest'ultima comunque non è sufficiente per il clima in cui ci troviamo. Non viene sfruttata in nessun modo la ventilazione naturale. I venti principali, in questa zona della Spagna, provengono da Sud-Ovest, esattamente dove troviamo la parete completamente chiusa del nostro edificio. Il che di fatto impedisce un qualsiasi utilizzo del vento per il raffrescamento passivo rendendo obbligatoria l'installazione di condizionatori d'aria. Il patio interno svolge una funzione essenziale durante il periodo estivo in quanto, grazie alle differenze di temperatura e di pressione tra interno ed esterno, permette a parte del calore in eccesso, trasportato da movimenti d'aria di debole intensità, di essere disperso verso la volta celeste.

#### 3.4.4 – Energetica

La valutazione energetica è fondamentale per determinare, in valori numerici, le prestazioni dell'edificio. Come noto, da alcuni anni a questa parte, vi è l'obbligo di classificare gli immobili, secondo i loro consumi energetici, a una classe di riferimento. Le classi energetiche e i loro valori massimi fanno riferimento a una classificazione codificata dalla legislazione vigente. In Spagna, al posto che utilizzare come dato discriminante il  $kWh/m^2a$ , si utilizzano il  $KgCO_2/m^2a$ . Tutta la normativa riguardante la prestazione energetica degli edifici è contenuta nel CTE-HE1 (codigo tecnico de la edificación: documento basico, ahorro de energia – limitación de la demanda energetica). La certificazione energetica viene fatta con un programma informatico, il LIDER, creato appositamente sulle prescrizioni del CTE-HE1. Ciò nonostante per fare la nostra valutazione abbiamo utilizzato il software CASANOVA che è più agile e veloce

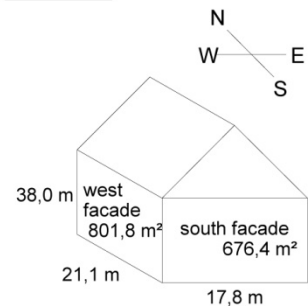
e, benché i suoi risultati siano decisamente meno accurati, ci permette di avere un ordine di grandezza delle richieste energetiche dell'edificio. Riportiamo di seguito il report che il programma fornisce:

## Data sheet (1):

### Geomerty:

Length (North-South):	17,8 m
Width (West-East):	21,1 m
Height (without roof):	38,0 m
Number of floors:	12
Deviation from South direction (west positive):	-26 °
Useful area:	3605,6 m <sup>2</sup>
Air volume	11417,6 m <sup>3</sup>
A/V - value	0,26 1/m
Facade North/South:	676,4 m <sup>2</sup>
Facade West/East	801,8 m <sup>2</sup>

### Sketch:



### Insulation:

U value walls:	
North:	1,36 W/(m <sup>2</sup> K)
South:	1,36 W/(m <sup>2</sup> K)
East:	1,36 W/(m <sup>2</sup> K)
West:	1,36 W/(m <sup>2</sup> K)
Absorption coefficient of the walls:	0,5
Upper floor towards:	partly insulated roof
U value upper floor:	0,39 W/(m <sup>2</sup> K)
Lower floor towards:	non-heated cellar (without insulation)
U value lower floor:	1,20 W/(m <sup>2</sup> K)
Door area:	0,0 m <sup>2</sup>
U value door	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
Heat bridges:	increase U-values of surrounding planes by 0.10 W/(m <sup>2</sup> K) (construction with nearly no heat bridges)

### Building:

Interior temperature:	21,0 °C
Limit of overheating:	26,0 °C
Natural ventilation (infiltration):	0,60 1/h
Mechanical ventilation:	0,00 1/h
Heat recovery (only mech. ventilation):	0 %
efficiency factor of air conditioning:	2,5 kWh(cool)/kWh(electr.)
Internal Gains:	25,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Kind of indoor walls:	heavy construction
Kind of outdoor walls:	medium construction

### Climate:

Climatic data:	Madrid (España)
----------------	-----------------

Figura 19 - Dati edificio, Stato di fatto



## Data sheet (2):

### Windows

#### North:

Windows area:	162,3 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	24,0 %
Kind of windows:	single glazing
U value glazing:	5,80 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	3,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,92
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	0,0 %

#### South:

Windows area:	297,6 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	44,0 %
Kind of windows:	single glazing
U value glazing:	5,80 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	3,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,92
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	0,0 %

#### East:

Windows area:	32,1 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	4,0 %
Kind of windows:	single glazing
U value glazing:	5,80 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	3,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,92
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	6,0 %

#### West:

Windows area:	0,0 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	0,0 %
Kind of windows:	single glazing
U value glazing:	5,80 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	3,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,92
Fraction of frame:	0,0 %
Shading:	0,0 %

### Energy:

Heating system:	low temperature burner, boiler and distribution inside the thermal zone
Heat transfer / system temperature:	radiators (outside walls), thermostatic valves (layout temperature: 1K), system temperature: 70/55°C
Source of energy:	natural gas

Figura 20 - Dati edificio, Stato di fatto

## Output: Primary and end energy demand for heating

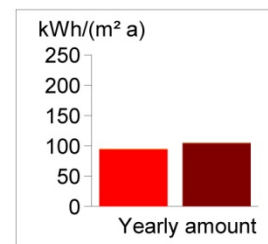
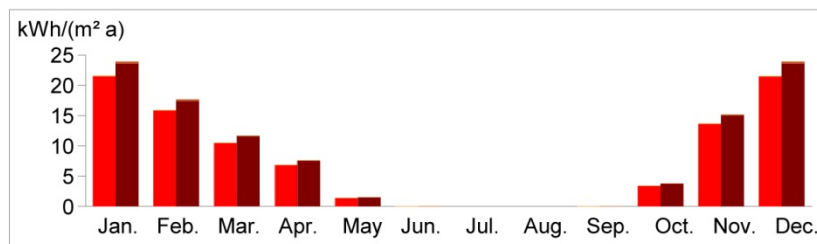
### Heat:

Heat energy demand:	84,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Losses of the heat storage:	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heat losses from the distribution:	1,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Looses at the transmission to the rooms:	1,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Expense number of heat generation:	1,08
End energy demand natural gas:	94,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primary energy factor natural gas:	1,1
Primary energy demand natural gas:	103,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Auxiliary energy (electricity):

Auxiliary energy for heat generation:	0,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Auxiliary energy for heat storage:	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Auxiliary energy for heat distribution:	0,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
End energy demand auxiliary energy (electricity):	0,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primary energy factor electricity:	3,0
Primary energy demand auxiliary energy (electricity):	1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)

	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>
January	21,5	0,1	21,6	23,6	0,3	23,9
February	15,8	0,1	15,9	17,4	0,2	17,6
March	10,5	0,0	10,5	11,5	0,1	11,7
April	6,8	0,0	6,9	7,5	0,1	7,6
May	1,4	0,0	1,4	1,5	0,0	1,5
June	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
July	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
August	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
September	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
October	3,4	0,0	3,4	3,7	0,0	3,8
November	13,6	0,1	13,7	15,0	0,2	15,2
December	21,4	0,1	21,5	23,6	0,3	23,8
Sum specific in kWh/(m <sup>2</sup> a)	94,4	0,4	94,8	103,9	1,2	105,1
Sum absolute in kWh/a	340538	1403	341940	374591	4208	378799







<u>Legend:</u>	 End energy demand electricity	 Primary energy demand electricity
	 End energy demand natural gas	 Primary energy demand natural gas

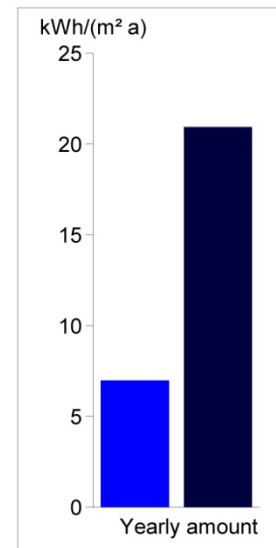
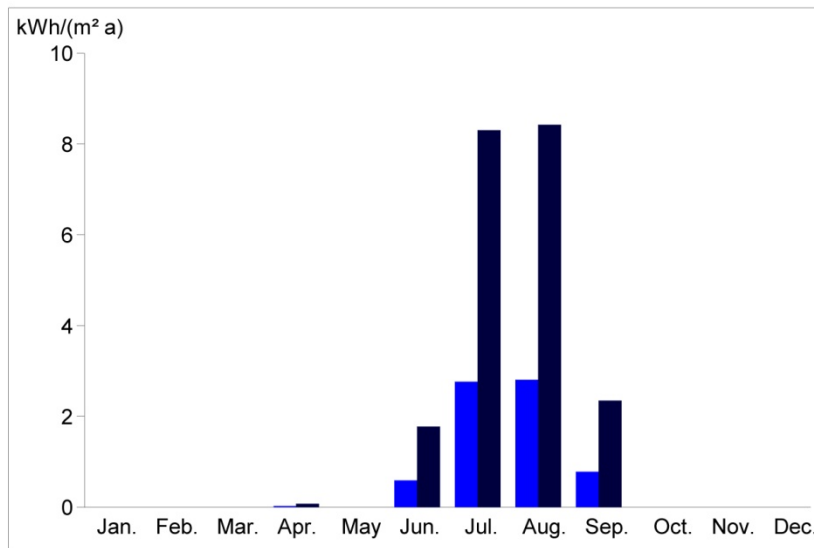
Figura 21 - Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento, Stato di fatto

## Output: Primary and end energy demand for cooling

Efficiency factor air-conditioning:

2,5 kWh cooling / kWh electricity

	Cooling demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand cooling (electricity) in kWh/m <sup>2</sup>	Primary energy demand (electricity) in kWh/m <sup>2</sup>
January	0,0	0,0	0,0
February	0,0	0,0	0,0
March	0,0	0,0	0,0
April	0,1	0,0	0,1
May	0,0	0,0	0,0
June	1,5	0,6	1,8
July	6,9	2,8	8,3
August	7,0	2,8	8,4
September	2,0	0,8	2,4
October	0,0	0,0	0,0
November	0,0	0,0	0,0
December	0,0	0,0	0,0
Sum specific in kWh/(m <sup>2</sup> a)	17,4	7,0	20,9
Sum absolute in kWh/a	62888,2	25155,3	75465,8



### Legend:

Cooling energy demand



Primary energy demand

Figura 22 - Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento, Stato di fatto

Si può vedere facilmente che il consumo dell'edificio oggetto del caso studio, nella sua conformazione attuale, ha un notevole consumo energetico sia per quanto riguarda il riscaldamento durante il periodo invernale, sia per quel che riguarda la domanda di raffrescamento estivo.

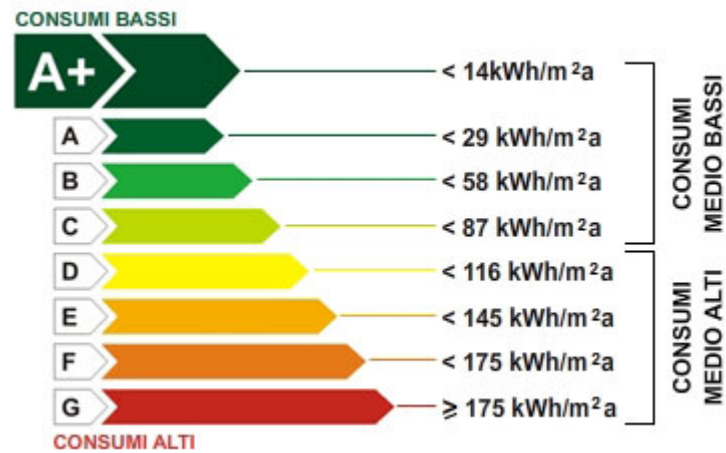


Figura 23 - Diagramma delle classi energetiche

Riferendoci alla legislazione lombarda, iscriverebbero l'edificio nella classe energetica D, in quanto il suo consumo di energia primaria, ovvero l'energia richiesta alla fonte del processo di approvvigionamento ed utilizzo, è di 105,1 kWh/m²a. Per correttezza però bisogna dire che per effettuare questa prova sono stati utilizzati i dati climatici di Madrid. In questa città la temperatura media nel corso dell'anno è, all'incirca, di uno o due gradi superiore alla media vallasoletana. Quindi si può supporre che il vero consumo del nostro edificio si attesti in classe energetica E.

## CAPITOLO 4 – PROGETTO DI RECUPERO

### 4.1 – Analisi climatica ambientale

Come abbiamo detto, il primo passo per realizzare un progetto architettonico sostenibile, che sia ex-novo o di recupero dell'esistente, si deve basare sulla corretta valutazione climatica e ambientale del sito di progetto. Abbiamo anche visto come si possano utilizzare le metodologie proposte da Olgay e Givoni per realizzare questo tipo di analisi. Il grafico di Olgay è molto utile per analizzare spazi esterni e, in progettazione, è spesso utilizzato proprio con questo fine. Viceversa, il grafico di Givoni, fornisce al progettista indicazioni sulle strategie architettoniche da poter utilizzare per aumentare la zona di confort in ambienti interni. Siccome il lavoro proposto è di recupero di edificio costruito e quindi di riforma dei suoi ambienti interni, utilizzeremo come base di partenza il grafico di Givoni e le sue indicazioni. Per facilitare il lavoro di compilazione del grafico stesso utilizzeremo un software informatico, CLIMATE CONSULTANT 5, implementato al solo fine di dar risposta a queste esigenze. Il database, che il programma ha al suo intero, copre alcune città del mondo tra le quali però non è presente Valladolid, almeno non nella versione base del programma. Utilizzando però un collegamento, fornito dai programmatori all'interno dell'applicazione, si può accedere a una base di dati molto più ampia e scaricare il file climatico della città di Valladolid e di molte altre.

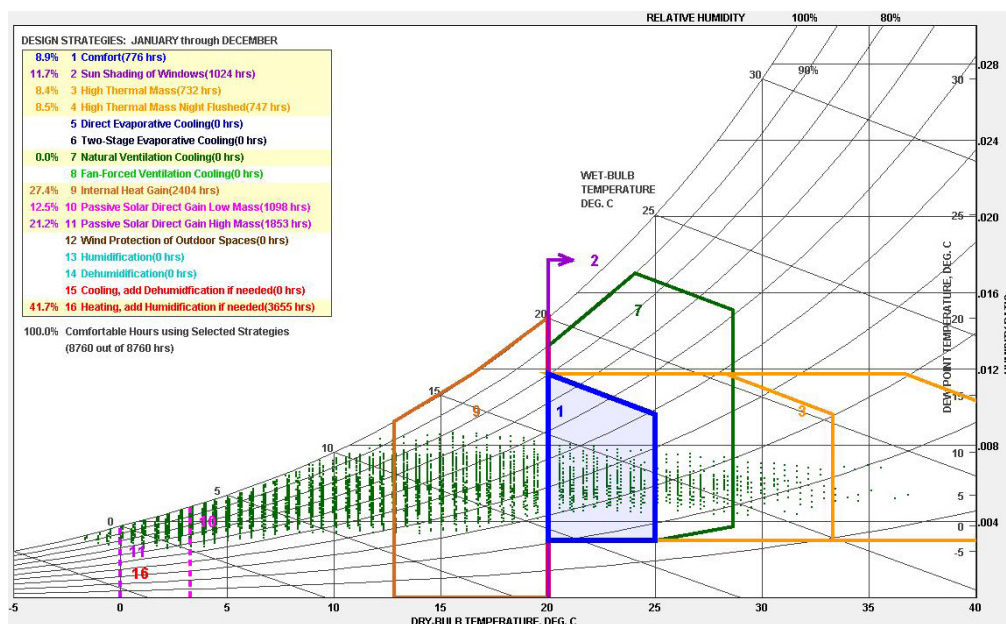


Figura 24 - Diagramma psicrometrico, Valladolid

Nel diagramma psicometrico riportato qui sopra possiamo vedere chiaramente quali sono le varie strategie da dover utilizzare per ottenere un efficace progetto bioclimatico nel clima vallasoletano.

Il dato iniziale è che la zona di confort naturale occorre per solo l'8,9% del tempo durante il corso dell'anno. Abbiamo quindi bisogno di incrementare questa zona al massimo, attraverso le soluzioni architettoniche, prima di ricorrere ad apparecchiature meccaniche. Il confort invernale può essere garantito con le seguenti strategie:

- Utilizzo dei guadagni solari diretti (12,5 %). Si lascia penetrare la luce del sole all'interno degli ambienti in modo tale che questi si riscaldino in modo passivo.
- Guadagni solari diretti combinati con l'uso di elementi di massa elevata (21,2 %). La luce solare possibilmente deve colpire elementi costituiti da materiali pesanti. Tali elementi possedendo un'elevata inerzia termica, accumulano calore finché colpiti dai raggi e lo rilasciano nell'ambiente circostante una volta che viene meno la loro fonte di energia.
- Utilizzare il calore prodotto all'interno dell'edificio da apparecchiature elettriche ed esseri umani per ottenere dei guadagni interni (27,4 %). Come abbiamo già detto le apparecchiature elettriche emettono calore durante il loro funzionamento. Anche gli esseri umani scambiano energia con l'ambiente che li circonda, nella maggior parte dei casi, cedendolo a quest'ultimo. Tali apporti di calore se imprigionati all'interno di un ambiente permettono di ridurre le necessità di riscaldamento convenzionale.
- Riscaldamento convenzionale (41,7 %). La restante parte del riscaldamento deve essere garantita da sistemi meccanici di produzione di calore.

Il confort estivo è garantito da:

- Ombreggiamento delle superfici vetrate (11,7 %). La radiazione solare si trasforma in calore una volta che questa ha attraversato una superficie vetrata. Tale radiazione, in ragione di alcuni aspetti fisici, una volta entrata non riesce nuovamente ad attraversare il vetro per uscire rimando intrappolata all'interno generando un aumento della temperatura. Per questo motivo è opportuno avere degli elementi, all'esterno dell'edificio, che schermino la luce solare impedendone l'ingresso attraverso le finestre. Maggiore è la percentuale di schermatura che riusciamo ad assicurare miglior rendimento avremo da questo sistema.

- Inerzia termica (8,4 %). L'inerzia termica è la capacità di un materiale di trattenere calore. Tale caratteristica è molto utile perché genera sia lo sfasamento dell'onda termica sia la riduzione della sua ampiezza. In climi secchi (caldi o freddi) è una misura tra le più importanti per garantire il confort interno.
- Inversione termica (8,5 %). Durante le ore di buio, il calore accumulato dagli elementi da costruzione, viene emesso verso l'esterno. Se l'inerzia termica è sufficiente quindi si può utilizzare questa strategia per stabilizzare la temperatura interna degli ambienti.
- Ventilazione naturale (0,0 %). Il dato fornito dal programma Climate Consultant 5, è fittizio poiché nel database non ci sono dati statistici relativi né alla velocità né alla direzione del vento. Malgrado questo, possiamo ottenere tali dati da altre fonti, principalmente AEMET. Non di meno, il vento è una componente climatica molto importante nella capitale Castellana ed è presente, statisticamente, per molti giorni l'anno. Le sue direzioni principali sono: Sud-Ovest in estate e Nord-Est in inverno.

## 4.2 – Indicazioni progettuali

### 4.2.1 – Funzionali

Abbiamo visto che l'edificio, oggetto del nostro studio, ha degli evidenti problemi funzionali legati a una tipologia che è oramai obsoleta rispetto alle esigenze moderne. Abbiamo anche visto come la sua ubicazione, nel pieno centro della città, a una distanza ridotta dalla grande maggioranza delle facoltà, dell'università cittadina, lo converta in un elemento fortemente connotato dalla possibilità di adempiere, con successo, a un programma di tipo sociale. Per programma sociale s'intende, evidentemente, un tipo di pianificazione che permetta di portare all'interno dell'edificio stesso funzioni legate fortemente a fasce sociali svantaggiate. Per questa ragione si è deciso di sviluppare il progetto tenendo come punti fondamentali del programma, la realizzazione di appartamenti per giovani coppie e una residenza universitaria.

Piano Terra: 6 ambienti – centro per l'infanzia; ufficio residenza universitaria; ingresso principale; ingresso carrabile; patio interno.

Si è deciso di cambiare completamente la precedente configurazione del piano terra dell'edificio, eccezione fatta per l'ingresso principale e quello carrabile che hanno mantenuto la loro posizione benché anch'essi abbiano subito delle lievi modifiche. Il grosso ufficio retrostante è stato assorbito dai locali commerciali che si sono ingranditi e allargati trasformandosi in due elementi totalmente distinti. In uno di questi nuovi ambienti abbiamo configurato un centro per l'infanzia che è così composto: l'ingresso sul fronte stradale da accesso a un grande spazio in cui si situano le attività legate al gioco, libero o non, dei bambini. Addentrandoci verso l'interno troviamo lo spazio ricreativo che può essere utilizzato sia come mensa sia come laboratorio per lavoretti e attività similari. Questo spazio è delimitato da tre stanze le quali si suddividono in: servizi igienici, stanza nanna, e ufficio amministrativo. L'altro spazio commerciale si è invece trasformato in ingresso della residenza universitaria. Si è deciso di creare un'entrata distinta rispetto a quella destinata agli utenti degli appartamenti, per garantire un controllo sull'ingresso di persone alla residenza ma anche la presenza di spazi amministrativi necessari al suo funzionamento. Si accede da Calle de Regalado e s'incontra subito la portineria superata la quale abbiamo uno spazio di sosta per i visitatori e i bagni, più in là troviamo l'ufficio amministrativo. Il patio è



l'elemento che fa da cardine tra l'ingresso della residenza e i collegamenti verticali che permettono di accedere ai piani superiori. L'entrata principale all'edificio è stata lievemente modificata rispetto alla sua configurazione originale ma in generale ha mantenuto la sua configurazione originale ed è strutturata come un ampio corridoio, in cui trovano spazio la cassetta delle lettere ed altri oggetti necessari alla vita comunitaria, che porta direttamente al corpo scale e agli ascensori. Infine vi è l'ingresso carrabile che altro non è che la rampa di accesso ai piani interrati del parcheggio sotterraneo.

Primo piano: 6 ambienti – sala multimediale; sala ricreativa; mensa; cucina; piccolo magazzino; lavanderia.

Al primo piano sono alloggiati tutti i locali di servizio necessari per il funzionamento della residenza universitaria. Si accede a questo piano dalle scale o dagli ascensori che danno su di un corridoio, su questo affaccia la sala multimediale pensata per essere utilizzata per piccole conferenze o per la proiezione di film o per l'adempimento di simili attività. A questa sala troviamo connesso un piccolo magazzino. Sempre entrando dal corridoio abbiamo la sala giochi e di fianco la lavanderia. Infine, in fondo al corridoio, ci sono le porte che danno accesso alla mensa. Il locale mensa ha una capienza di circa ventiquattro persone, è pensato per essere utilizzato come self-service, le pietanze vengono preparate nella cucina, ultimo dei locali presenti in questo piano, per poi essere disposte nella vetrina e servite direttamente agli studenti. Anche a questo piano troviamo dei bagni pubblici destinati all'uso tanto degli studenti come degli operatori in servizio.

Piano Tipo 1: 4 ambienti – due appartamenti; biblioteca; residenza.

Dal secondo piano al quinto abbiamo la prima configurazione di piano tipo. Si è dovuta fare una differenziazione tra questi piani e quelli sovrastanti in quanto, ci troviamo in quella parte dell'edificio che non ha aperture sulle facciate Est e Ovest. La mancanza di aperture è determinata dalla presenza di altre costruzioni addossate a queste pareti il che implica, di fatto, di non poter aprire finestre o altri vuoti.

I collegamenti verticali immettono direttamente nella biblioteca, questo spazio ha due funzioni: la prima è di generare un ambiente che sia un ampliamento

esterno tanto degli appartamenti come della residenza. La configurazione di questo spazio in tal senso è stata determinata dalla volontà di favorire un'interazione sociale tra fasce di popolazione che, presumibilmente, hanno un'età media simile. Inoltre ci si è resi conto che la progettazione moderna di appartamenti e di camere per studenti hanno un tratto in comune che li contraddistingue, la limitatezza degli spazi vivibili giornalmente. Limitatezza dimensionale che si traduce in mancanza di spazi comunque utili e necessari a una buona qualità di vita. Per questa ragione si è deciso di trasformare un semplice elemento di collegamento in un'entità ben diversa che possa aiutare, attraverso il suo uso, ad aumentare la vivibilità del proprio "hogar" e l'interazione sociale tra le persone. Questa parte della biblioteca è caratterizzata dalla presenza del mobiliario atto a riporre i libri, si tratta della parte funzionale della biblioteca che richiedendo meno luce e, quindi, che meglio si adatta a questa parte dell'edificio. La seconda funzione che ha, come detto, è di garantire i collegamenti orizzontali e quindi l'accesso agli altri ambienti, verso Nord alla residenza universitaria e, verso Sud, alle abitazioni. Si è tentato di dare, agli appartamenti, una configurazione moderna in cui l'ingresso, il salotto, la cucina e la stanza da letto fossero leggibili come un unico spazio disegnato solo da due pareti divisorie molto permeabili. Per quel che riguarda la stanza da letto comunque la soluzione adottata prevede la presenza di due ampie porte scorrevoli destinate a garantire un livello adeguato di privacy quando richiesto. Si accede all'esterno da grandi porte finestre che danno su due balconi di cui uno, ovvero quello al centro della facciata Sud è aperto, mentre l'altro, che si trova nell'angolo dell'edificio è chiuso da vetrate, parzialmente apribili, e configura una piccola serra solare. La parte destinata alla residenza è suddivisa in tre spazi: l'ingresso che si trasforma in un salotto comune e due stanze ai suoi lati. Le camere a questi piani sono progettate per categorie particolari di studenti, come fratelli/sorelle, giovanissime coppie di fatto o, più in generale per studenti che preferiscono condividere la camera rispetto ad averne una singola.

Piano tipo 2: 4 ambienti – due appartamenti; biblioteca; residenza.

Questa configurazione è presente dal piano 6 al 12. Per quel che riguarda la conformazione degli appartamenti non cambia di fatto nulla rispetto ai piani sottostanti. Ben diversa è invece la questione per ciò che concerne la biblioteca e

la residenza. La biblioteca, a questi piani, svolge la funzione di spazio studio e lettura, inoltre fisicamente troviamo gli spazi destinati a tale scopo sfalsati, di piano in piano, rispetto al patio centrale. Lo sfalsamento sopra descritto permette la creazione di doppie altezze all'interno di un sistema più grande, quello del patio biblioteca, il che conferisce, nel suo complesso, una certa attrattiva a quest'ambiente. La parte della residenza non subisce sostanziali modifiche rispetto ai piani inferiori, troviamo comunque un salotto centrale attorno al quale si sviluppano le quattro stanze singole. Queste stanze hanno aperture oltre che a Nord anche sui lati Est e Ovest in quanto abbiamo ormai superato l'altezza degli edifici circostanti.

Piano copertura: 1 ambiente – giardino

Il piano della copertura è stato modificato con due elementi. Il primo è un oggetto costruito, prettamente vetrato e parzialmente apribile, che ci permette di chiudere il patio interno e isolarlo dall'ambiente esterno. Quest'oggetto svolge anche la funzione di convogliare verso la biblioteca sottostante parte della luce che riceve attraverso uno specchio montato sul lato opposto rispetto alle scale. Il secondo elemento presente in copertura è il giardino. Anch'esso, come la biblioteca è parte ed estensione sia della residenza universitaria sia degli appartamenti. Oltre che poter essere utilizzato per studiare all'aria aperta o per prendere il sole durante le belle giornate estive permette anche la vista, da posizione privilegiata, di gran parte della città. Il giardino rappresenta sicuramente uno degli spazi di maggior attrattiva dell'interno progetto ed è anche dotato di sedute che indirizzano la vista delle persone verso i punti di maggior interesse visuale della città stessa.

#### 4.2.2 – Strutturali

Questo progetto di recupero aveva anche l'obiettivo, tra gli altri, di non modificare la struttura esistente dell'edificio per non comprometterlo e per non generare delle modifiche così sostanziali da definire, come insensata, l'idea stesa di conservare la parte strutturale. In altre parole se avessimo prodotto grossi cambiamenti nella struttura, probabilmente, sarebbe stato più conveniente abbattere l'edificio e ricostruirlo ex-novo piuttosto che fare un progetto di recupero.

La principale modifica operata all'edificio è la demolizione del corpo scale esistente e la creazione di uno nuovo. La scala attuale è di tipo a "U" ed è situata in posizione laterale rispetto al vano ascensori, mentre quella nuova è di tipo a "C" e gli gira attorno, garantendo il collegamento tra una rampa e l'altra con una passerella che poi è anche il piano di sbarco degli ascensori stessi.

L'altra grossa modifica operata all'esistente è il taglio di alcuni solai e la creazione di altri nuovi. Nella fattispecie al piano terra abbiamo eliminato il solaio ammezzato che conduceva dall'ingresso al corpo scale mentre abbiamo inserito la presenza di un solaio sia sul patio interno sia sul patio esterno per chiuderlo e regolarizzarlo come un piano singolo tutto alla stesa quota. Dal primo piano in poi troviamo l'aggiunta di parti di solai, nel patio interno, fino a dare a quest'ultimo, la configurazione definita da progetto. Infine, al primo piano sono stati eliminati i solai del patio interno e di quello esterno, in modo da garantire, ai piani sottostanti, una certa accessibilità all'aria e alla luce. Nei piani tipo sono stati eliminati gli aggetti che creavano il volume dei balconi chiusi che si affacciavano su Calle de Regalado riportando, in un primo momento, la struttura a un piano di facciata unico. Sulle travi esistenti poi sono state innestate delle piccole travi aggettanti, in legno lamellare, che sono servite per la creazione dei nuovi balconi. Tale operazione si è resa necessaria per risolvere adeguatamente il problema del ponte termico. Infine, al piano della copertura abbiamo aggiunto uno strato di trenta centimetri di terra di coltivo per rendere possibile il giardino. Considerando una densità media del terreno nell'ordine di  $20 \text{ KN/m}^3$  possiamo dire che avremo un aumento unitario di  $6 \text{ KN/m}^2$  di solaio. Bisognerebbe dunque verificare la possibilità che ha la struttura esistente, soprattutto le travi, di reggere quest'aggiunta di carico, e nel caso non fossero sufficientemente resistenti andrebbero rinforzate.

#### 4.2.3 – Costruttive

Costruttivamente l'edificio ha subito grosse modifiche le quali si sono rese necessarie per risolvere i problemi che si erano evidenziati nello stato di fatto.

In primo luogo è stata predisposta una facciata ventilata, sovrapposta a quella esistente, costituita da tre strati: un isolamento a cappotto di 8 cm in polistirene espanso estruso, una camera d'aria ventilata di 2,5 cm e un rivestimento superficiale di 2,5 cm in pannelli prefabbricati Aquapanel nelle facciate Sud e

Nord, mentre nei lati Est e Ovest il rivestimento è in legno di larice. Con questo sistema si risolvono tre problemi che si erano riscontrati nell'involucro: la bassa resistenza termica delle pareti perimetrali, il problema dei ponti termici dovuti alla struttura a vista e l'inerzia termica non sufficiente per il clima vallasoletano. Si è deciso di realizzare le pareti divisorie interne in modo non convenzionale, nel caso specifico si utilizzeranno sistemi "a secco" prefabbricati. La scelta è vincolata alla possibilità di montare le pareti senza bisogno di opere murarie, la possibilità di modificare facilmente la disposizione interna nel caso si renda necessario e, nel momento di demolire l'opera, tutti gli elementi possono essere smontati il che rende possibile il loro riutilizzo o il loro riciclo. Infine si prevede la sostituzione di tutti gli elementi trasparenti con infissi basso emissivi, costituiti da struttura di legno alluminio, e doppi vetri con vetrocamera interna di dimensioni 4/12/4.

#### 4.2.4 – Ambientali

Le valutazioni prelieve che abbiamo fatto ci permettono di identificare alcune strategie ambientali che sono state il motore dell'intero progetto e ne hanno determinato le principali caratteristiche.

I primi due piani dell'edificio sono quelli che più di tutti hanno scarsità di luce durante il periodo invernale, perché i raggi solari non possono penetrare per la presenza di altri edifici intorno al nostro, per questa ragione si è deciso di installare in questi piani attività di servizio che non necessitano degli apporti solari passivi. Ai piani superiori la questione cambia notevolmente. Ci troviamo con tre spazi sicuramente diversi tra loro in quanto a possibilità di sfruttare, in modo passivo, la luce solare. Il primo di questi è la parte dell'edificio rivolta a Sud-Est. In questa zona, che va dal piano della facciata sino al corpo scale, la luce è abbondante e viene ostacolata solo minimamente e ai piani più bassi, di conseguenza gli apporti solari passivi possono essere utilizzati nelle diverse forme che abbiamo visto in precedenza. In questo lato sembra quindi sensato predisporre gli appartamenti per le giovani coppie in quanto, sicuramente di tutte le attività del programma, sono loro quelli che necessitano maggiormente di sfruttare passivamente l'energia solare. La disposizione interna dell'appartamento confina

ingresso, bagno e cucina nella parte più lontana rispetto alla facciata, mentre gli spazi prossimi a quest'ultima, sono il soggiorno e la stanza da letto. Sfruttare passivamente la luce solare è una misura molto utile di risparmio di risorse naturali, bisogna però calibrare la dimensione delle finestre in base al sito in cui ci si trova a operare per essere sicuri di generare problematiche maggiori rispetto alle condizioni di partenza. In questo caso abbiamo valutato che la percentuale di aperture vetrate nella facciata Sud debba essere dell'ordine del 40-50%. In conseguenza della grande abbondanza di luce che penetra all'interno, si è resa necessaria un'altra misura di controllo ambientale, in questo caso però per limitare l'ingresso della radiazione luminosa durante il periodo estivo. Sono stati predisposti degli elementi aggettanti con l'obiettivo di schermare la luce indesiderata che rischia di produrre degli effetti di surriscaldamento degli ambienti. Tali elementi sono i balconi che lavorano come elementi schermanti orizzontali per impedire l'accesso della luce durante le ore centrali della giornata, mentre le pareti aggettanti offrono un riparo più che sufficiente durante le ore mattutine e pomeridiane.

Il secondo nucleo fondamentale dell'edificio è il patio interno, all'interno del quale la luce azimutale, è la principale risorsa. Come abbiamo detto il patio soffriva di un problema di dispersione di calore durante il periodo invernale poiché era aperto verso l'esterno, mentre in estate garantiva una certa quantità di superficie extra per gli scambi energetici. Si è deciso di operare costruendo un elemento vetrato in sommità del patio per limitare le dispersioni invernali, l'oggetto stesso ha però due caratteristiche molto importanti che permettono l'utilizzo del patio quale elemento vivibile: primo un elemento riflettente che indirizza la luce proveniente dall'alto verso l'interno aumentando così il livello di luminosità dell'intero sistema. Secondo degli elementi apribili che permettono, quando necessario, l'uscita del calore in eccesso. La funzione ambientale del patio è perciò duplice, in inverno o comunque nei periodi freddi la principale funzione che assolve è quella di essere un pozzo di luce, mentre in estate si trasforma in un vero e proprio camino solare utilizzato per estrarre l'aria calda in eccesso e favorire una maggior ventilazione. Infine si è voluto utilizzare quest'ambiente come corridoio per la ventilazione passante, per aumentare la superficie dispersiva e quindi la riduzione di calore durante il periodo estivo. I principali venti vallasoletani arrivano da direzione Sud-Ovest, praticando un'apertura su

questo fronte dell'edificio e una sull'altro ci garantiamo un continuo passaggio di aria che contribuisce fortemente alla riduzione del carico termico dell'edificio oltre che a rendere gradevole il soggiorno delle persone in questo ambiente interno. In funzione di tutto ciò, ci è parso opportuno disporre in quest'ambiente una funzione che potesse aggregare gli utenti dell'edificio, nello stesso modo in cui questo spazio è l'anello di congiunzione tra la parte esposta a Sud e quella a Nord, da qui l'idea di installarvi la biblioteca verticale con la zona destinata all'immagazzinamento dei libri nei piani inferiori meno raggiungibili dalla luce, mentre nei piani superiori gli spazi comuni di lettura e dedicati alle attività di studio.

L'ultima zona, quella esposta a NORD, ha come principale caratteristica quella di possedere poca radiazione diretta e di essere il fronte dell'edificio che più di tutti deve essere compatto onde ridurre al minimo gli scambi termici verso l'esterno. Proprio per questa ragione si è deciso di predisporre in questo lato la residenza universitaria. Le camere destinate agli studenti generalmente sono di piccole dimensioni, le strette necessarie per assicurare una permanenza ragionevole, ma comunque spartana. Oltretutto è ragionevole pensare che le camere siano utilizzate principalmente durante le ore notturne, per il soggiorno degli studenti, mentre durante il giorno tendenzialmente dovrebbero essere vuote data la concomitanza con lezioni o attività universitarie di varia natura, si tratta di ambienti facilmente riscaldabili cui deve essere somministrata energia per poche ore al giorno. Ci pare dunque logico, che in questa parte dell'edificio, gli ambienti si facciano più piccoli, maggiormente divisi, poco permeabili al passaggio d'aria, infine, il luogo perfetto per delle camere di una residenza universitaria. Alle camere è stato aggiunto uno spazio centrale comune in cui, invece, tramite aperture sui lati opposti (facciata Nord e facciata Nord del patio) si garantisce un passaggio d'aria al fine di ridurre il carico termico durante il periodo estivo e per garantire una quantità minima di movimento dell'aria. Tali movimenti d'aria sono generati dal passaggio del vento nel canale centrale (biblioteca-patio) che, per effetto Venturi, richiama aria dagli ambienti circostanti.

#### 4.2.5 – Energetiche

Nella valutazione dello stato di fatto abbiamo fatto anche delle considerazioni di tipo energetico, che ci hanno indirizzato verso le strategie da dover utilizzare per ridurre gli

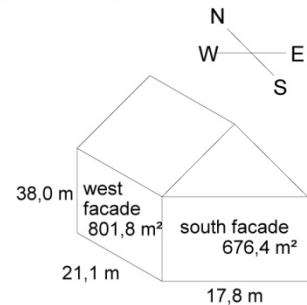
scambi energetici. Bisogna a questo punto fare un'altra valutazione, questa volta dell'edificio nel suo stato di progetto, per verificare se le strategie messe in campo hanno prodotto i risultati sperati. Anche in questo caso abbiamo utilizzato il programma CASANOVA e riportiamo di seguito i risultati che abbiamo ottenuto.

## Data sheet (1):

### Geomerty:

Length (North-South):	17,8 m
Width (West-East):	21,1 m
Height (without roof):	38,0 m
Number of floors:	12
Deviation from South direction (west positive):	-26 °
Useful area:	3605,6 m <sup>2</sup>
Air volume	11417,6 m <sup>3</sup>
A/V - value	0,26 1/m
Facade North/South:	676,4 m <sup>2</sup>
Facade West/East	801,8 m <sup>2</sup>

### Sketch:



### Insulation:

U value walls:	
North:	0,32 W/(m <sup>2</sup> K)
South:	0,32 W/(m <sup>2</sup> K)
East:	0,32 W/(m <sup>2</sup> K)
West:	0,32 W/(m <sup>2</sup> K)
Absorption coefficient of the walls:	0,5
Upper floor towards:	totally insulated roof
U value upper floor:	0,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Lower floor towards:	non-heated cellar (without insulation)
U value lower floor:	1,20 W/(m <sup>2</sup> K)
Door area:	0,0 m <sup>2</sup>
U value door	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
Heat bridges:	increase U-values of surrounding planes by 0.05 W/(m <sup>2</sup> K) (construction with nearly no heat bridges)

### Building:

Interior temperature:	21,0 °C
Limit of overheating:	26,0 °C
Natural ventilation (infiltration):	0,30 1/h
Mechanical ventilation:	0,00 1/h
Heat recovery (only mech. ventilation):	0 %
efficiency factor of air conditioning:	2,5 kWh(cool)/kWh(electr.)
Internal Gains:	25,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Kind of indoor walls:	medium construction
Kind of outdoor walls:	medium construction

### Climate:

Climatic data:	Madrid (España)
----------------	-----------------

Figura 25 - Dati edificio, Progetto



## Data sheet (2):

### Windows

#### North:

Windows area:	67,6 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	10,0 %
Kind of windows:	heat protection double glazing (U = 1.4 W/(m <sup>2</sup> K))
U value glazing:	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,58
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	0,0 %

#### South:

Windows area:	175,9 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	26,0 %
Kind of windows:	heat protection double glazing (U = 1.4 W/(m <sup>2</sup> K))
U value glazing:	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,58
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	20,0 %

#### East:

Windows area:	144,3 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	18,0 %
Kind of windows:	heat protection double glazing (U = 1.4 W/(m <sup>2</sup> K))
U value glazing:	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,58
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	6,0 %

#### West:

Windows area:	144,3 m <sup>2</sup>
Fraction of windows area at the facade:	18,0 %
Kind of windows:	heat protection double glazing (U = 1.4 W/(m <sup>2</sup> K))
U value glazing:	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)
U value frame:	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
g value glazing:	0,58
Fraction of frame:	10,0 %
Shading:	0,0 %

### Energy:

Heating system:	low temperature burner, boiler and distribution inside the thermal zone
Heat transfer / system temperature:	radiators (outside walls), thermostatic valves (layout temperature: 1K), system temperature: 70/55°C
Source of energy:	natural gas

Figura 26 - Dati edificio, Progetto

## Output: Primary and end energy demand for heating

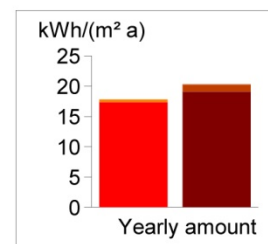
### Heat:

Heat energy demand:	13,3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Losses of the heat storage:	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Heat losses from the distribution:	1,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Losses at the transmission to the rooms:	1,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Expense number of heat generation:	1,08
End energy demand natural gas:	17,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primary energy factor natural gas:	1,1
Primary energy demand natural gas:	19,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Auxiliary energy (electricity):

Auxiliary energy for heat generation:	0,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Auxiliary energy for heat storage:	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Auxiliary energy for heat distribution:	0,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
End energy demand auxiliary energy (electricity):	0,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primary energy factor electricity:	3,0
Primary energy demand auxiliary energy (electricity):	1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)

	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>	Primary demand in kWh/m <sup>2</sup>
January	5,3	0,1	5,4	5,9	0,4	6,2
February	3,0	0,1	3,1	3,4	0,2	3,6
March	0,7	0,0	0,7	0,8	0,0	0,8
April	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
May	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
June	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
July	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
August	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
September	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
October	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
November	2,4	0,1	2,4	2,6	0,2	2,8
December	5,7	0,1	5,9	6,3	0,4	6,7
Sum specific in kWh/(m <sup>2</sup> a)	17,4	0,4	17,8	19,1	1,2	20,3
Sum absolute in kWh/a	62718	1403	64121	68990	4208	73198







<u>Legend:</u>		End energy demand electricity		Primary energy demand electricity
		End energy demand natural gas		Primary energy demand natural gas

Figura 27 - Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento, Progetto

## Output: Primary and end energy demand for cooling

Efficiency factor air-conditioning:

2,5 kWh cooling / kWh electricity

	Cooling demand in kWh/m <sup>2</sup>	End energy demand cooling (electricity) in kWh/m <sup>2</sup>	Primary energy demand (electricity) in kWh/m <sup>2</sup>
January	0,0	0,0	0,0
February	0,0	0,0	0,0
March	0,0	0,0	0,0
April	0,0	0,0	0,0
May	0,0	0,0	0,0
June	0,3	0,1	0,3
July	2,3	0,9	2,8
August	2,2	0,9	2,7
September	0,2	0,1	0,2
October	0,0	0,0	0,0
November	0,0	0,0	0,0
December	0,0	0,0	0,0
Sum specific in kWh/(m <sup>2</sup> a)	5,0	2,0	6,0
Sum absolute in kWh/a	18170,3	7268,1	21804,4

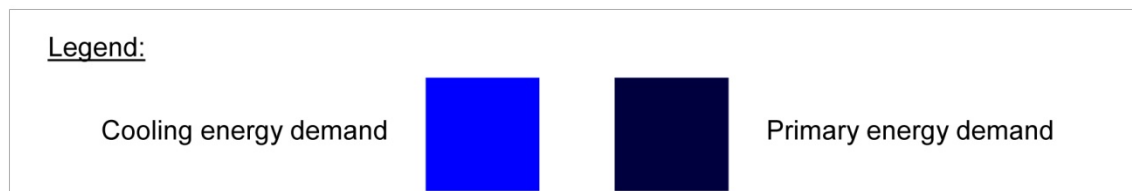
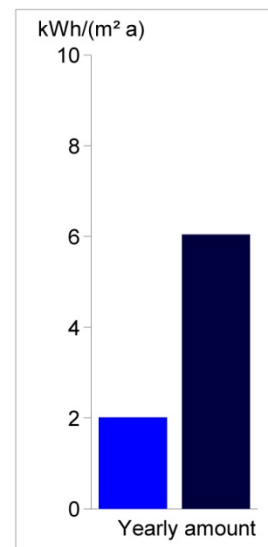
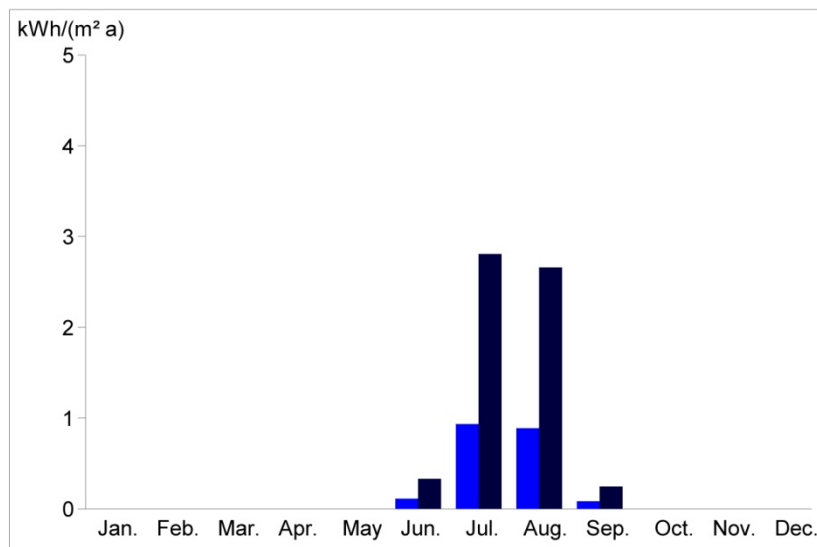


Figura 28 - Fabbisogno di energia primaria per raffrescamento, Progetto

I dati ci permettono di dare un riscontro numerico dell'efficacia delle strategie che abbiamo messo in campo per risolvere il deficit energetico dell'edificio preesistente. Il consumo dell'edificio riabilitato sarebbe di 20,3 KWh/m<sup>2</sup>a (classe energetica A) e la differenza rispetto allo stato di fatto è di poco più di 80 KWh/m<sup>2</sup>a; siamo riusciti quindi a ridurre le richieste energetiche della costruzione ad un quinto rispetto alle attuali. Il che comporta inevitabilmente quattro quinti in meno di emissioni inquinanti in atmosfera e anche una diminuzione quantitativamente uguale di costo per l'approvvigionamento di combustibili fossili. Bisogna ricordare, come fatto in precedenza, che i dati climatici si riferiscono a Madrid dunque il risultato potrebbe essere leggermente inferiore alla realtà, in ogni caso la differenza tra l'edificio nella sua configurazione attuale e quello riformato rimarrebbe invariata ragion per cui le nostre valutazioni sul risparmio energetico ottenuto risulterebbero comunque veritiere.

## Bibliografía

- Antonio Ceresuela Puche – REHABILITACION AMBIENTAL CON METODOS TRADICIONALES – COAM, Madrid 1985
- A.A.V.V. – ACTUACIONES CON CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA REHABILITACION DE VIVIENDAS EN EL CENTRO DE MADRID – EMVS, Madrid 2009
- A.A.V.V. – JORNADAS SOBRE ARQUITECTURA ECOLOGICA; *concepción medioambiental de la arquitectura como instrumento de ayuda al desarrollo* – Edito Valladolid, Valladolid 1995
- A.A. V.V. – LIVING IN THE CITY; *An architectural ideas competition for the remodeling of apartment buildings* – University College Dublin, Dublin 1996
- A.A.V.V. – *L'Italia si trasforma; + QUALITA' - ENERGIA; Per costruire sostenibile* – BE- MA Editrice, Bologna 2008
- A.A.V.V. – VIVIENDAS EN BLOQUES AISLADOS – BE-MA editrice, Milano 1986
- Carotti Attilio – LA CASA PASSIVA IN EUROPA; *guida professionale alle nuove normative energetiche e ai modelli di calcoli* – Libreria Clup, Milano 2005
- Commoner Barry – LA POVERTA' DEL POTERE; *crisi ambientale, crisi energetica, crisi economica; tre aspetti di un'unica crisi* – Garzanti, Milano 1976
- Conti Laura – CHE COS'E' L'ECOLOGIA; *capitale lavoro e ambiente* – Mazzotta editore, Milano 1977
- F. Javier Neila Gonzales – ARQUITECTURA BIOCLIMATICA; *en su entorno construido* – Munilla-Lería, Madrid 2004

- Giorgio Pardi – TECNOLOGIA E PAESAGGIO; *Il progetto compatibile* – Alinea Editrice, Firenze 2001
- Ippolito Felice, Falco Simen – LA QUESTIONE ENERGETICA; *dieci anni perduti 1963/1973* – Feltrinelli Editore, Milano 1974
- John May, Anthony Reid – ARCHITETTURA SENZA ARCHITETTI; *Guida alle costruzioni spontanee di tutto il mondo* – RCS Libri S.p.A., Milano 2010
- Javier Rivera Blanco – NUEVAS TENDENCIAS EN LA IDENTIFICACION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO – Edito Valladolid, Valladolid 2003
- Ken Yeang – ECO SKYSCRAPERS – Images Publishing, Londra 1994
- Ken Yeang – PROYECTAR CON LA NATURALEZA; *bases ecológicas para el proyecto arquitectónico* – Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1999
- Laura Elisabetta Malighetti – RECUPERO EDILIZIO E SOSTENIBILITA'; *Il contributo delle tecnologie bioclimatiche alla riqualificazione funzionale degli edifici residenziali collettivi; 17 casi illustrati e un'appendice sui sistemi di sfruttamento passivo e attivo dell'energia solare* – Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano 2004
- Luis de Garrido – ANALISIS DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE – Mc Graw Hill, Madrid 2009
- Maria Dolores Merino Beato – URBANISMO Y ARQUITECTURA DE VALLADOLID EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII – Simancas Ediciones, Valladolid 1990
- Miguel Ruano – ECOURBANISMO; *entornos humanos sostenibles: 60 proyectos* – Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1999
- M. Sala – RECUPERO EDILIZIO E BIOCLIMATICA; *Strumenti, tecniche e casi studio* - Esselibri S.p.A, Napoli 2009

- M.I. Amirante – EFFETTOCITTA' STARE vs TRANSITARE; *la riqualificazione dell'area dismessa di Napoli Est* – Alinea editrice, Firenze 2008
- N. Tubi, M.P. Silva, F. Ditri - GLI EDIFICI IN PIETRA; *Recupero e costruzione, Murature e solai, Analisi bioclimatica e ambientale* – Esselibri S.p.A, Napoli 2009
- Pablo Gigosos, Manuel Saravia – ARQUITECTURA Y URBANISMO DE VALLADOLID EN EL SIGLO XX – Ateneo de Valladolid, Valladolid 1997
- Paolo Portoghesi, Rolando Scarano – L'ARCHITETTURA DEL SOLE – Gangemi Editore, Roma 2004
- Victor Olgyay – PROGETTARE CON IL CLIMA – Princeton University press, Princeton New Jersey 1962
- Wienke Uwe – L'EDIFICIO PASSIVO; *standard, requisiti, esempi* – Alinea, Firenze 2002

#### **Archivi:**

- Archivo Municipal de Valladolid – C.1390\_18: *Planos P9; P21; P22*, 1972
- Archivo Municipal de Valladolid – C.21346\_2: *Planos 3 ,5,6,7*, 2004
- Centro geografico del ayuntamiento de Valladolid – *Planos de la ciudad de Valladolid*, 1738 (copia del 1901)
- Centro geografico del ayuntamiento de Valladolid – *Planos de Valladolid y sus contornos*, 1846
- Centro geografico del ayuntamiento de Valladolid – *Reforma de alineaciones al plano general de Valladolid*, 1950