



APPRENDERE  
PER PRODURRE  
VERDE

## **TEMA 5 - IL RISPARMIO DEL TERRITORIO E IL RICICLO DELL'ESISTENTE**

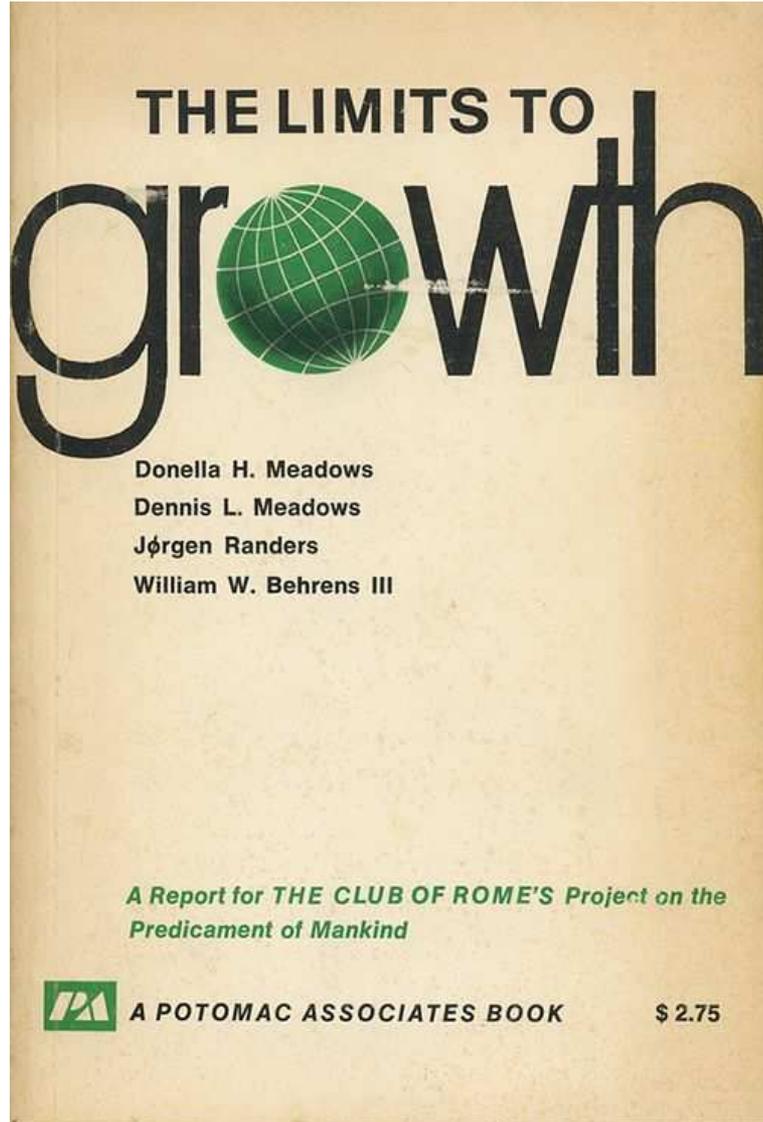
# **METODI, MATERIALI E TECNOLOGIE DEL COSTRUITO - WORKSHOP**

**22 Novembre 2019**

**Caterina Mele**

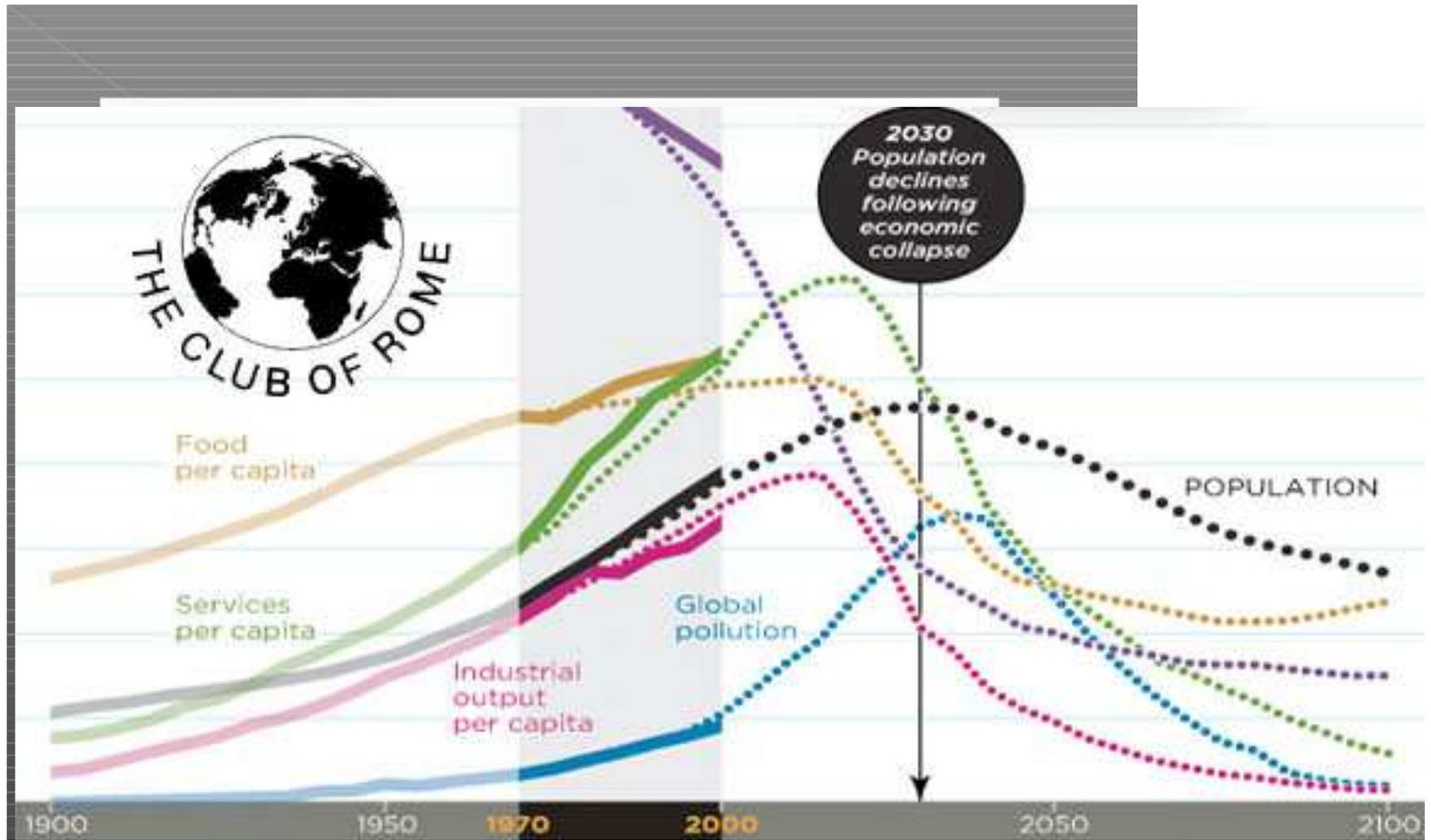
POLITECNICO DI TORINO, Dipartimento di Ingegneria Strutturale,  
Edile e Geotecnica

# **Visione sistemica, sostenibilità e limiti**



1972 - pubblicazione del rapporto *The limits to Growth*, commissionato al M.I.T dal Club di Roma tradotto in italiano con il titolo : *Limiti allo sviluppo*

1987 – Rapporto Brundtland (Commissione Mondiale all’ambiente e allo sviluppo) *Our Common Future* alle Nazioni Unite introduce il concetto di sviluppo sostenibile: “*lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*”



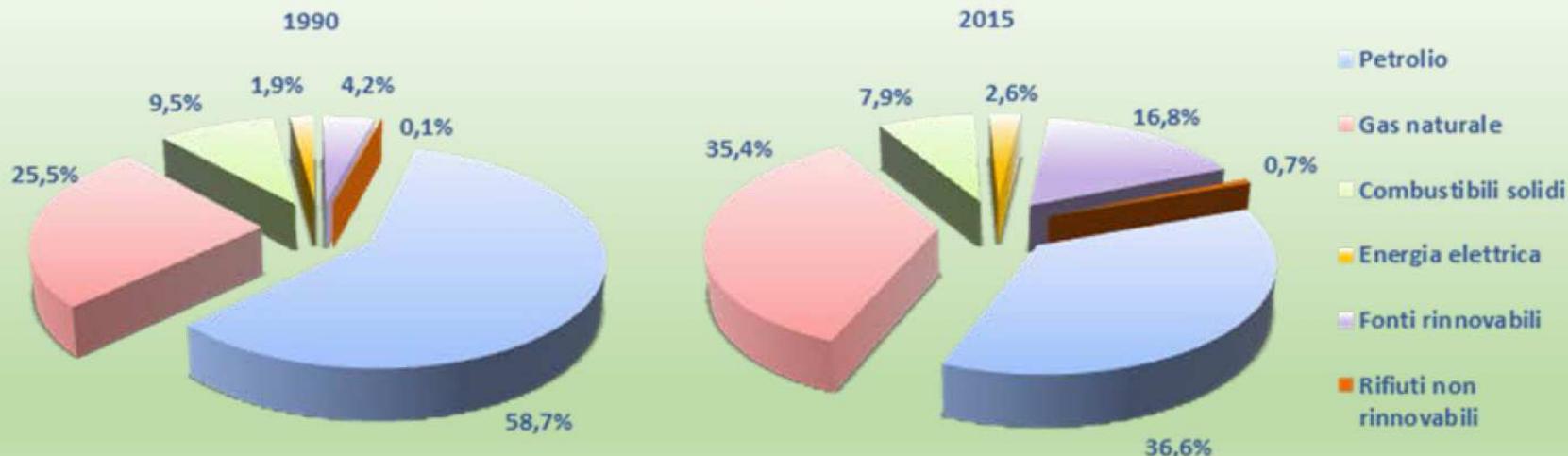
Modello dell'evoluzione dell'attuale tendenza dei sistemi mondiali:  
 superamento dei limiti e collasso, scenari da *Limits to growth*,  
 Meadows e Randers, 2004

# **Sostenibilità e costruzioni**

*un rapporto difficile e complesso*

## Energia, combustibili e settore costruzioni....alcuni dati

Figura 2.2 – Domanda di energia primaria per fonte (%), anni 1990 e 2015



Fonte: EUROSTAT

Il mix energetico italiano è riportato nella Figura sopra: **petrolio e gas naturale risultano essere ancora le principali fonti energetiche, con oltre il 35% di soddisfacimento della domanda di energia**, seguite dalle fonti rinnovabili con una quota di 16,8%. Rispetto al 1990, l'apporto del petrolio è calato di oltre venti punti percentuali, a vantaggio in particolare di gas naturale, la cui quota è cresciuta di circa il 10%, e fonti rinnovabili, il cui apporto al mix energetico italiano si è quadruplicato nell'arco degli ultimi 25 anni.

*Rapporto ENEA 2017, Analisi e risultati sulle policy di efficienza energetica nel nostro Paese.*

## I Consumi energetici: contributo del SETTORE delle COSTRUZIONI

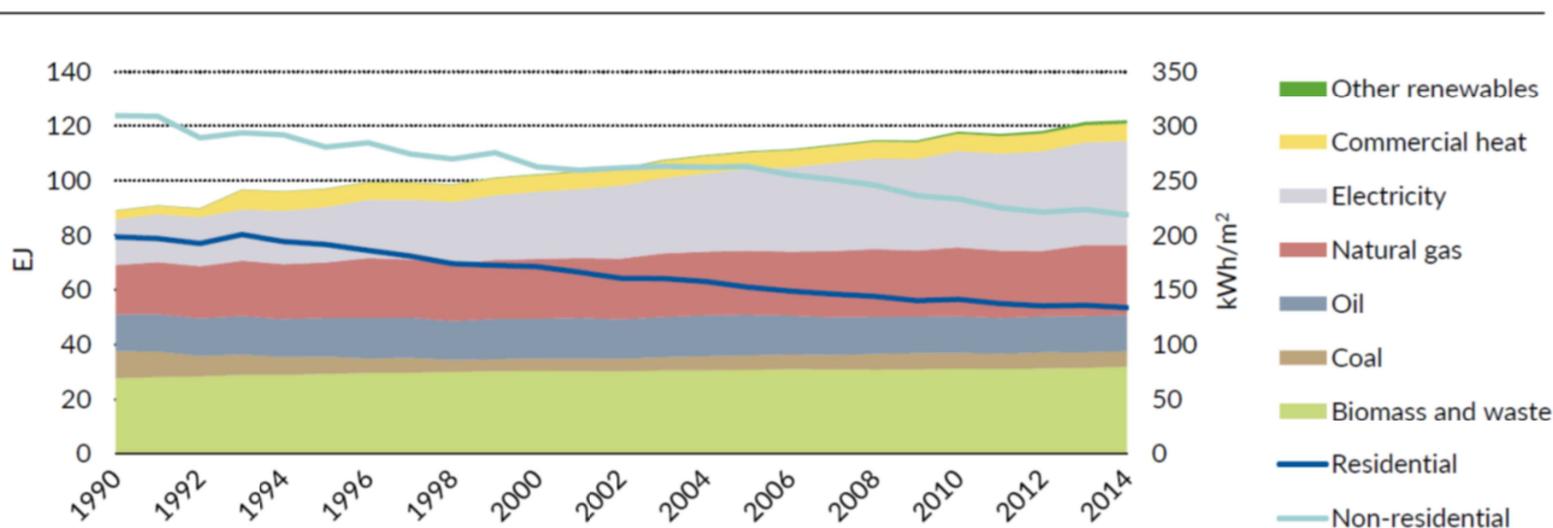
Nell'ultimo decennio sulla Terra sono stati costruiti oltre **50 miliardi di metri quadrati di nuova superficie di cemento**, vale a dire un Empire State Building ogni 25 minuti, in un anno tanti edifici quanti ne conta l'intero Giappone, un trend che non cenna a diminuire visto che **le previsioni per i prossimi 40 anni stimano 230 miliardi di metri quadri di nuove costruzioni, pari a una nuova Parigi alla settimana**. Un dato allarmante, se si pensa che questo sviluppo, oltre al consumo del suolo, porta dietro un aumento dei consumi energetici.

*Energy use in buildings represents roughly one-third of global final energy consumption and accounts for nearly 20% of the greenhouse gases (GHG) emissions worldwide. Growing population, as well as rapid growth in purchasing power in emerging economies and many developing countries, means **that energy demand in buildings could increase by 50% by 2050**. Construction of new buildings will also drive energy demand and buildings-related emissions, with global floor area in buildings expected to double to more than 415 billion square metres (m<sup>2</sup>) by 2050.*

**Il settore edilizio**, secondo il dossier *Towards Low GhG and Resilient Building* della **Global Alliance for Buildings and Construction, 2016**, rappresenta il 36 per cento dei consumi finali di energia a livello globale e l'82 per cento del fabbisogno energetico è soddisfatto da combustibili fossili. **Edifici e costruzioni sono i responsabili del 39 per cento delle emissioni di CO2.**

Per raggiungere gli obiettivi degli Accordi di Parigi sul clima (2015), e contenere l'aumento del riscaldamento globale entro 2°C, **l'efficienza energetica degli edifici deve migliorare del 30 per cento** rispetto ai livelli del 2015 entro il 2030, per attuarlo nel prossimo decennio **costruzioni a emissioni zero** e a energia quasi zero dovrebbero diventare lo standard globale.

Figure 1 Global building sector energy consumption and intensity by sub-sector, 1990-2014



Il dossier evidenzia la rapida crescita dell'edilizia su scala planetaria: senza correttivi entro il 2060 la superficie degli edifici nel mondo raddoppierà. **Si costruiranno 230 miliardi di metri quadrati** (che comprendono la superficie di ogni piano di ogni nuovo edificio), **che andranno ad aggiungersi ai circa 235 miliardi di metri quadrati esistenti nel 2016.**

Sebbene l'intensità del settore energetico sia migliorata negli ultimi anni, non è comunque sufficiente per ridurre l'aumento della domanda di energia. **Le emissioni di CO2 hanno continuato a crescere dell'uno per cento l'anno dal 2010, e oltre quattro milioni di morti all'anno sono da attribuire alle malattie causate dall'inquinamento prodotto dagli edifici.**

Il settore dell'edilizia ha visto ben pochi cambiamenti in termini di miglioramento dell'efficienza energetica. **il settore edilizio rappresenta circa il 30 per cento dell'uso finale di energia a livello mondiale e il suo potenziale di risparmio energetico è enorme, ma per ora rappresenta un'importante opportunità mancata".**



Se si costruissero edifici ad alte prestazioni energetiche e si riqualificassero quelli esistenti si potrebbe risparmiare tanta energia quanta quella consumata dai Paesi del G20 in un solo anno.

**Se si costruissero edifici ad alte prestazioni energetiche e si riqualificassero quelli esistenti si potrebbero risparmiare circa 91mila TWh (330 exajoule) fino al 2060, più di tutti i consumi finali di energia dei Paesi del G20 nel 2015. Utilizzare tecnologie di riscaldamento e raffreddamento ad alta efficienza consentirebbe di taglierebbe i consumi per altri 180 TWh (660 exajoule) in termini di domanda globale di energia, pari ai consumi finali di energia della Cina degli ultimi dieci anni.**

## **QUALI SONO I PROBLEMI SUL PERCORSO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI?**

Ci sono diversi gli ostacoli sul percorso dell'efficienza energetica negli edifici, primi tra tutti **la mancanza di standard e di un linguaggio comune**. Un'uniformazione del linguaggio è assolutamente necessaria perché il settore edile possa crescere e rispondere alla sfida climatica. Gli altri comparti hanno sviluppato e usano linguaggi comuni, come ad esempio i protocolli di comunicazione ICT e questo è loro forza. L'industria delle costruzioni non è capace di dare una risposta alla 'performance gap' perché non è in grado di definire in modo preciso le quantità fisiche da confrontare”

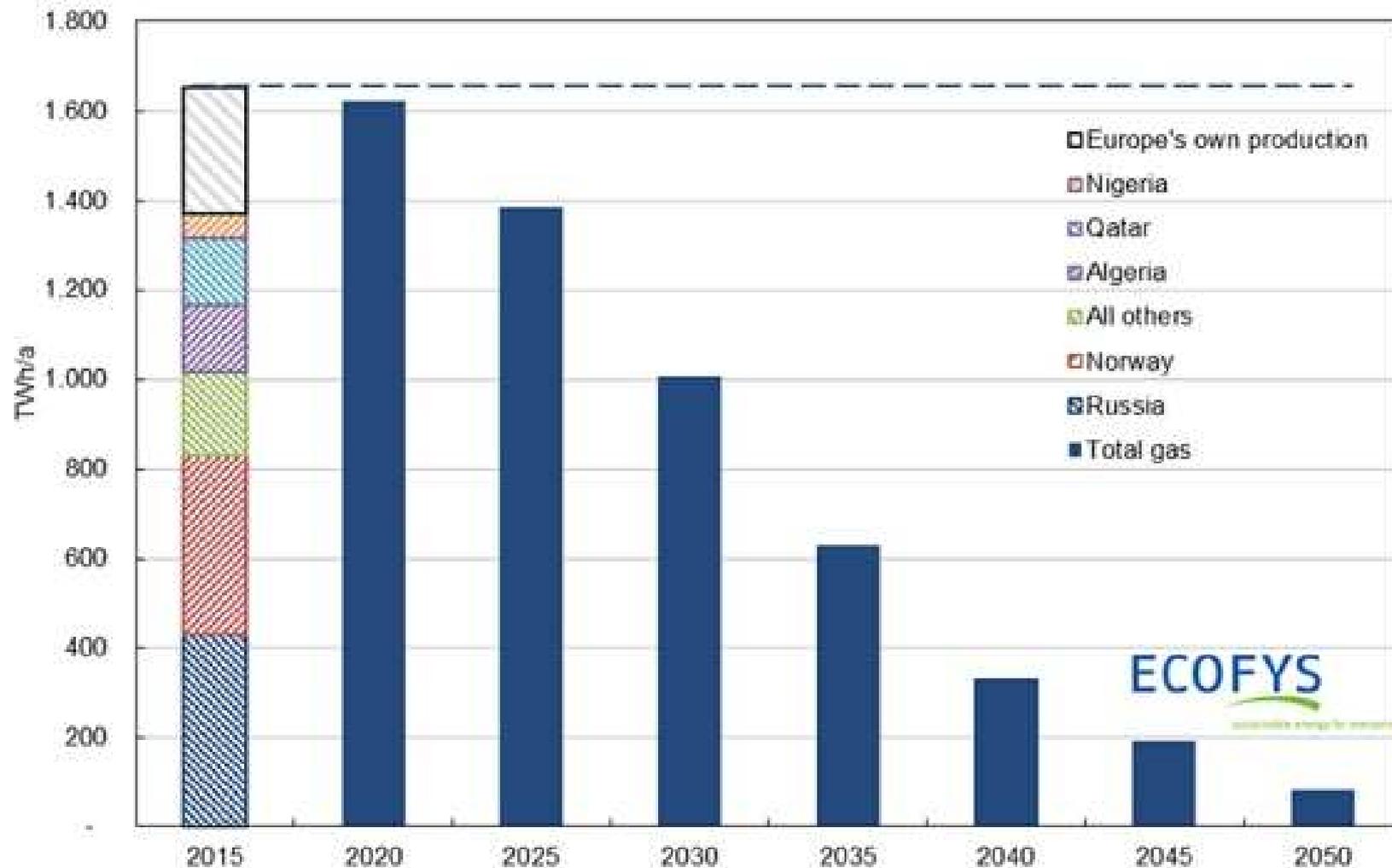
Quasi il **70 per cento dei consumi in edilizia a livello mondiale non è oggi coperto da codici e standard obbligatori** e oggi due terzi dei Paesi non dispongono di norme energetiche per la costruzione di nuovi edifici. **Questo significa che nei prossimi 40 anni, nuovi 100 miliardi di metri cubi di edifici (sui 235 previsti) non avranno alcun tipo di codice energetico obbligatorio da rispettare.**

In Europa **dal 2021** tutti i nuovi edifici dovranno avere consumi energetici **“vicini a zero”**, si dovranno realizzare costruzioni **10 volte meno energivore** rispetto alla media degli edifici in cui abitiamo.



**Ma la vera partita riguarderà la riqualificazione del patrimonio esistente coerente con lo scenario europeo che prevede una riduzione dell'80% entro il 2050 delle emissioni di anidride carbonica.**

Un risultato che, oltre agli obiettivi climatici consentirà di aumentare la sicurezza energetica del continente (*Deep renovation of buildings*, Ecofys, 2014).



Nel grafico gli effetti di una politica di riqualificazione energetica del parco edilizio europeo sui consumi di gas e sulla dipendenza dall'estero (Fonte: Ecofys).

Per ottenere questi risultati, occorrerà progressivamente arrivare a risultati 10 volte superiori agli attuali. **Oggi, infatti, ogni anno viene riqualificata una superficie pari all'1% del totale, con miglioramenti energetici dell'ordine del 15-25%, generalmente su singoli appartamenti.**

**La nuova fase, invece, impone un'accelerazione sia del numero di interventi, che dovranno più che raddoppiare, che della loro incisività: dalle singole misure (finestre, caldaia, isolamento, ecc.) si dovrà passare alla “deep renovation”, cioè alla riqualificazione spinta di interi edifici, con risparmi dell'ordine del 60-80%.**

Nel giro di un paio di decenni bisognerà dunque progressivamente **aumentare di 2-3 volte le superfici da risanare e triplicare i risparmi specifici di energia.**

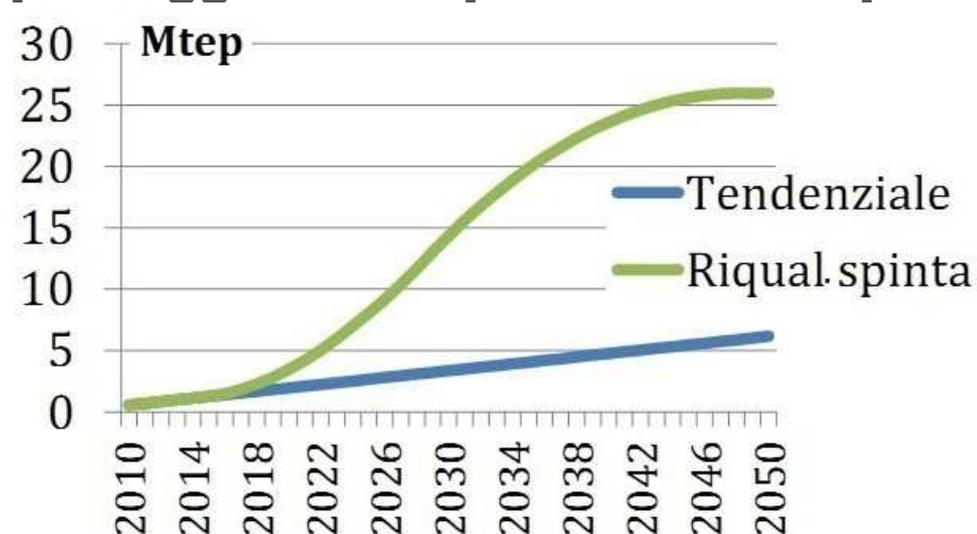
*Nuove modalità costruttive, l'uso di tecnologie e materiali ad elevate prestazioni e l'introduzione di specifiche modalità di finanziamento potrebbero creare un contesto in grado di aprire insospettite opportunità.*

*Considerando la profonda crisi in cui versa il settore edilizio, questa evoluzione potrebbe rappresentare una grande occasione di rilancio. Come per le utility, il mondo delle costruzioni dovrà ripensarsi. Le imprese che lo faranno per prime, saranno in grado di imporsi sul mercato.*

## La riqualificazione energetica in Italia

La riqualificazione energetica è decollata nel nostro paese grazie alle detrazioni fiscali che hanno consentito di migliorare le prestazioni di 2,2 milioni di appartamenti negli ultimi otto anni. **Un risultato positivo, ma del tutto insufficiente rispetto agli obiettivi di decarbonizzazione della UE.**

Occorre dunque fare un salto di qualità. Per prima cosa, **va aumentato il numero degli interventi**. Si dovranno inoltre ridurre le ristrutturazioni di singoli appartamenti in edifici multipiano, intervento privilegiato con le detrazioni fiscali, e aumentare le riqualificazioni di interi edifici o di quartieri. **La terza caratteristica di questa rivoluzione riguarderà il passaggio alla riqualificazione spinta degli edifici.**



Nel grafico accanto sono indicati i **risparmi energetici ottenibili** con il proseguimento delle detrazioni fiscali al 2050 e quelli connessi a **due scenari** basati sulla progressivo spostamento verso la riqualificazione spinta degli edifici.

## ***Verso l'industrializzazione della riqualificazione energetica ?***

L'applicazione dei principi della digitalizzazione, modularità e standardizzazione può consentire un salto di qualità nella riqualificazione che implica significativi cambiamenti organizzativi del settore edile.

Negli ultimi anni in **Olanda** si è sviluppato un ambizioso programma attraverso un **processo industrializzato della riqualificazione attraverso l'impiego di elementi prefabbricati facilmente installabili consente di eseguire i lavori in edifici di 2-3 piani in soli dieci giorni**. Un migliaio di ristrutturazioni sono in corso, nell'ambito di un ampio programma governativo di riqualificazione spinta di 111.000 appartamenti in case popolari.

L'affinamento di queste modalità di intervento ha consentito **in tre anni di ridurre del 40% i costi e di passare da un dimezzamento dei consumi al concetto di "net zero energy" ottenuto con un taglio del 70% della domanda di climatizzazione e coprendo la quota restante con le rinnovabili**.

Questa nuova impostazione sta rapidamente diffondendosi. In **Francia** è stato lanciato un bando volto a creare consorzi impegnati nella industrializzazione della riqualificazione energetica degli edifici (*Méthodes industrielles pour la rénovation et la construction de bâtiments*, Ademe, Appel à Manifestations d'Intérêt, 2014-16). E nell'ambito dei bandi *Horizon 2020*, sono diversi i progetti presentati che sposano questa filosofia.

*Nell'attuale fase di difficoltà economiche difficilmente le risorse pubbliche verranno fortemente incrementate, perciò occorre mettere a punto nuove strategie e strumenti incentivanti degli interventi di riqualificazione. **Vanno studiati modelli di ingegneria finanziaria** che consentano di avviare le riqualificazioni senza dovere anticipare propri capitali.*

(Ad es. uso intelligente del **Fondo nazionale per l'efficienza energetica** previsto dal decreto legislativo 102/2014)

Esistono, a livello internazionale, diversi interessanti programmi basati sul recupero dell'investimento grazie ai risparmi energetici conseguiti. Uno di questi è il **PACE**, un modello messo a punto negli Usa che prevede l'emissione di bond da parte dei Comuni per finanziare efficienza e rinnovabili. I proprietari degli immobili accedono ad un fondo e ripagano il prestito, grazie alla riduzione dei consumi, nell'arco di 10-20 anni tramite un'addizionale sulla imposta immobiliare (la Imu locale). L'impegno è legato all'edificio, per cui in caso di vendita, esso passa al nuovo proprietario.

*Gianni Silvestrini, Ambiente Italia 2015. Gli indicatori per capire l'Italia. Analisi e idee per uscire dalla crisi", Edizioni Ambiente, febbraio 2015*

**Patrimonio edilizio esistente**  
*risorsa o problema?*

*I nostri edifici sono grandi consumatori d'energia. Negli edifici residenziali e in quelli del terziario viene consumato più di un terzo dell'energia primaria: per il riscaldamento, il raffreddamento, l'illuminazione, l'uso di elettrodomestici e di altre apparecchiature elettriche ed elettroniche. Un altro terzo va sul conto dei trasporti e il resto serve all'industria e per la produzione di altra energia.*

## **I consumi medi in una abitazione italiana**

Nelle case italiane si consuma annualmente energia pari a circa 160 kWh/m<sup>2</sup>anno. Ripartita su differenti usi risultano i seguenti consumi:

<b>Riscaldamento</b>	<b>68,0 %</b>
<b>Acqua calda</b>	<b>12,0 %</b>
<b>Cucina</b>	<b>6,0 %</b>
<b>Illuminazione ed altro</b>	<b>14,0 %</b>
<b>Totale</b>	<b>100,0 %</b>

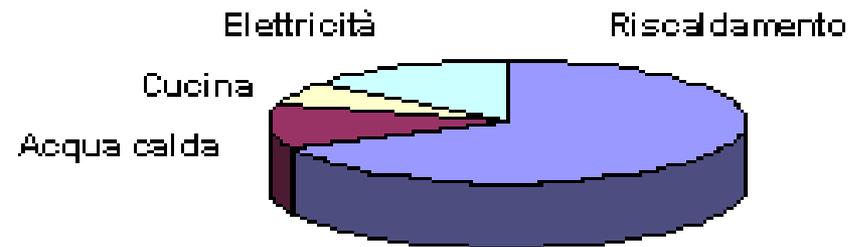
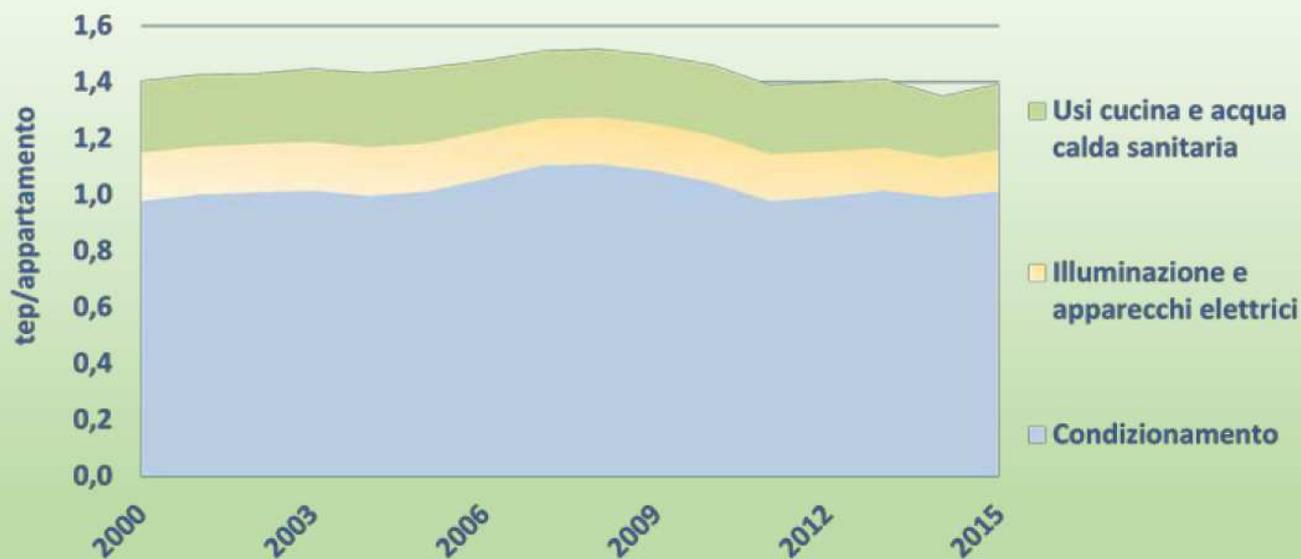


Figura 2.14 – Consumo energetico nel residenziale per tipologia (tep/appartamento), anni 2000-2015



Fonte: ODYSSEE

In Italia Il consumo per la climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento) assorbe tra il 70% e il 75%, dipendente dall'andamento delle temperature. In particolare nel 2015 il consumo energetico per la climatizzazione è aumentato di 2,1% rispetto al 2014, che si è caratterizzato per un anno di flessione. In crescita anche il consumo per illuminazione e apparecchi elettrici, +5,0%, ed usi cucina e acqua calda sanitaria, +6,9%, portando la quota di consumo, rispettivamente, a 10,6% e 16,9%

## Dal passato al presente: la risorsa dell'Architettura bioclimatica tradizionale

In passato, quando il carbone, il petrolio e il gas naturale non erano disponibili, in tutto il mondo, gli edifici venivano progettati e costruiti **in rapporto al clima locale e alle sue variazioni stagionali sfruttando l'energia solare per il riscaldamento e il vento per il raffrescamento**. Questo modo di costruire, che oggi è chiamato “**bioclimatico**”, non causava né costi supplementari né inquinamento alcuno.



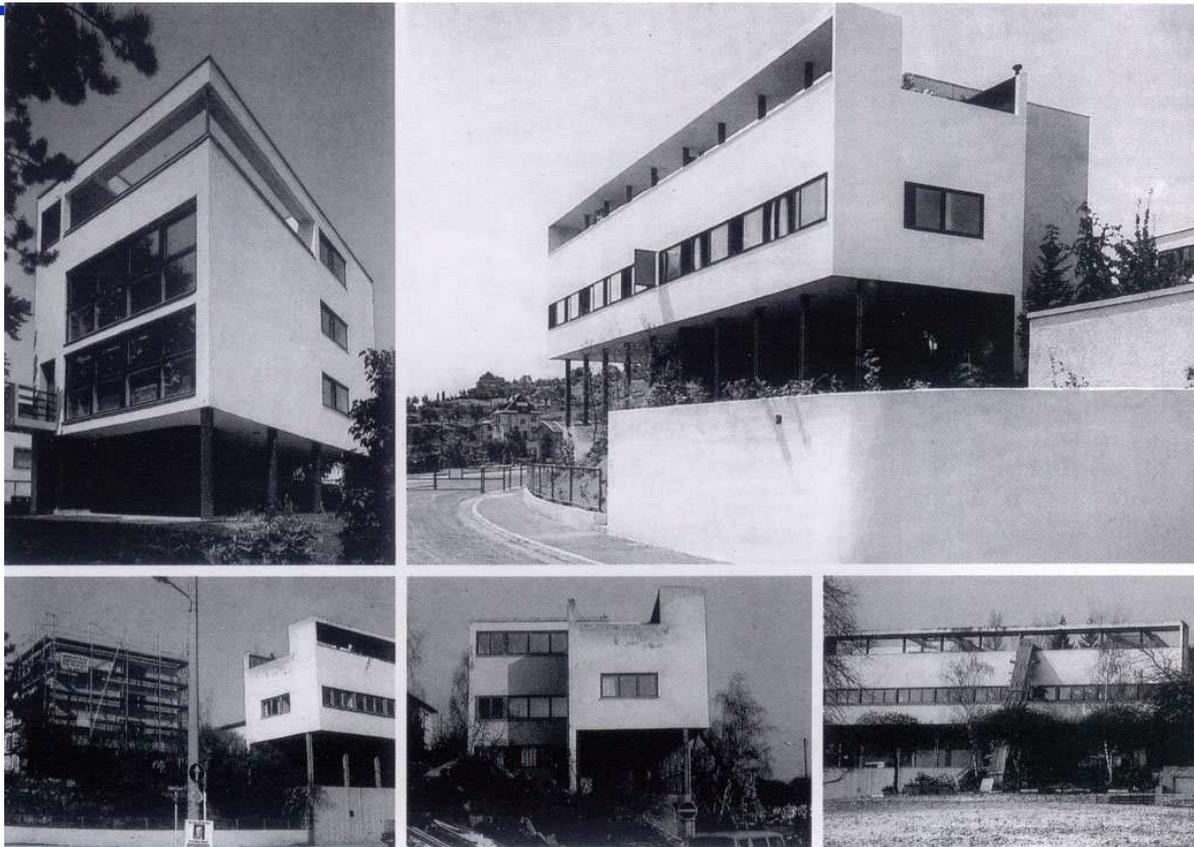
L'aspetto climatico è evidente anche nell'architettura tradizionale delle nostre regioni, ma è molto palese nelle architetture tradizionali delle regioni con climi estremi. Nelle regioni molto fredde e battute da forti venti, le case sono quasi interrato, solo la parte orientata verso Sud rimane visibile. Nelle regioni con un clima caldo e secco, come in Africa e nello Yemen, le case possiedono muri d'elevato spessore che riparano dal sole e sono dotate di ricercati sistemi di ventilazione, mentre nelle regioni con un clima caldo e umido, come in Polinesia, le case tradizionali sono aperte su tutti i lati e offrono un massimo di ventilazione. Costruire in rapporto alle condizioni climatiche locali è un uso molto antico ed è proprio questa pratica che, insieme all'uso di materiali locali, ha dato origine alla diversità delle espressioni architettoniche che troviamo nel mondo.





Bioclimatica. Torri del vento

**The divide between architecture and site has seen a theoretical legitimisation in Modern Movement architecture and as a result of the International Style, which aimed to universalise constructional language and techniques, and has in fact sanctioned the separation of architecture from its locations and typical regional attributes.**



**Weissenhof siedlung (Stuttgard  
1922)**

**The development of industrialised architectural concept has produced negative effects as the partial loss of climatic-environmental awareness in construction.**



*Beaubourg designed by Renzo Piano*

**Unlike traditional regional architecture, the need for thermophysical well-being today is mainly satisfied by removing the climatic control function from the building format and transferring it to the installation system.**

**I pregi dell'architettura tradizionale sono oggi stati riscoperti dall'architettura bioclimatica.** Essa cerca di sfruttare gli apporti energetici naturali in maniera passiva, prima di ricorrere a impianti tecnologici.

Progettare gli edifici in riguardo alle **condizioni climatiche** del luogo e in rapporto al **sole** è oggi diventato imperativo per due motivi: per risparmiare energia e per ridurre le emissioni che si collegano alla combustione di risorse fossili. **Progettare l'edificio in rispetto del clima è il primo passo verso la sua efficienza energetica.**

Bisogna però mettere bene in chiaro che l'efficienza energetica di un edificio è solo uno dei molti aspetti da considerare nella progettazione. **L'obiettivo principale è sempre quello di ottenere buone condizioni climatiche all'interno e questo in tutte le stagioni.** Molto diffusa oggi è l'idea di dover procurare all'edificio un massimo di apporti energetici solari, ma questo obiettivo vale solo per l'inverno. In estate, un edificio deve invece riparare dal sole e dal caldo ed offrire ombra e freschezza. Armonizzare questi due obiettivi sembra difficile, invece non lo è. In primo luogo occorre attenuare gli scambi termici tra interno ed esterno, ciò si ottiene in primo luogo con l'isolamento dell'involucro edilizio che in questo modo assume una delle funzioni degli spessi muri in pietra e in mattone degli edifici storici, quella cioè di attenuare gli scambi termici.

## **Per progettare edifici energeticamente efficienti**

Nelle case italiane si consumano annualmente circa 160 kWh/m<sup>2</sup>anno di cui quasi il 70% (110 kWh/m<sup>2</sup>anno) per il riscaldamento.

Questi consumi possono essere ridotti ad un quarto e, persino, ad un quinto.

**In un edificio residenziale a basso consumo energetico non si consumano più di 25-30 kWh/m<sup>2</sup> anno per il riscaldamento e il consumo energetico totale, incluso quello elettrico, non supera i 40-45 kWh/m<sup>2</sup> anno.** Questo standard energetico è facilmente ottenibile, spesso senza costi aggiuntivi, rispettando i seguenti criteri:

**Giusto orientamento dell'edificio**

**Forma compatta dell'edificio**

**Razionale disposizione dei locali**

**Corretta progettazione dell'involucro edilizio**

**Ottimizzazione dell'illuminazione naturale**

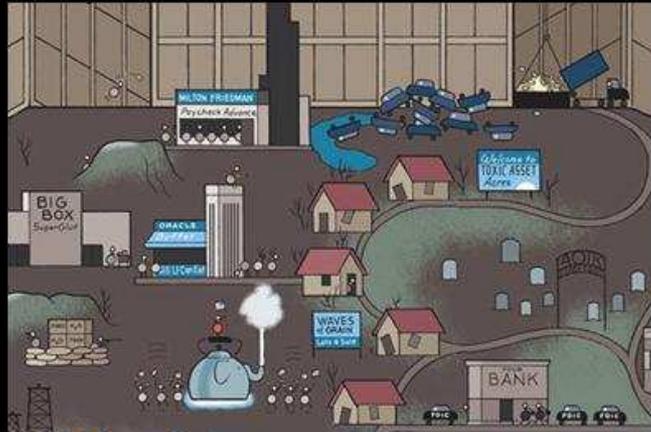
**Ventilazione meccanica controllata**

**Sfruttamento dell'energia solare**

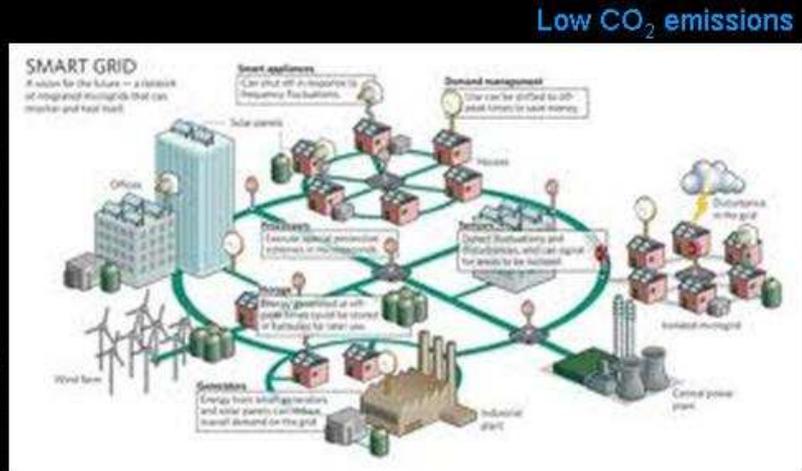
**Uso di impianti ed apparecchi ad alto rendimento**

# **Nuovi modelli per la sostenibilità**

# industrial city



High CO<sub>2</sub> emissions



Low CO<sub>2</sub> emissions

# post-industrial city

reload

*covenant of majors 20 20 20  
smart cities & smart towns*

Perché una città instauri con il suo territorio una relazione più sostenibile **deve trasformare il suo metabolismo da lineare a circolare**, riducendo i flussi in entrata di materia ed energia e in uscita di entropia e rifiuti.

## AZIONI STRATEGICHE PER LA SOSTENIBILITÀ URBANA

nei paesi industrializzati sono state messe in atto linee di azione strategica sulla base di politiche e programmi condivisi da reti di città che mirano ad azioni puntuali di riqualificazione urbana, come il **riutilizzo di edifici esistenti** anche riconvertendoli a nuove destinazioni d'uso, la **ridensificazione delle aree periferiche**, **azioni di mitigazione degli impatti ambientali** e di **ecologia urbana integrate con politiche di contenimento dei consumi energetici**, volte al sostegno delle **fonti rinnovabili**, e di **incentivazione delle forme di mobilità collettiva** ecc.

Queste politiche sono sostenute da associazioni o reti di città come le Clean Cities, le European Green Cities Network, le Energie-Cités, le Green Cities EU, le Smart Cities



Solar siedlung, Friburgo, esempio di quartiere sostenibile e autosufficiente



B001 (2001, Malmö), Un quartiere ecologico in Svezia, progetto di riqualificazione di Klas Tham



High line di New York City, dismessa negli anni '60, il progetto di riqualificazione è stato avviato nel 2006 e si è concluso nel 2014

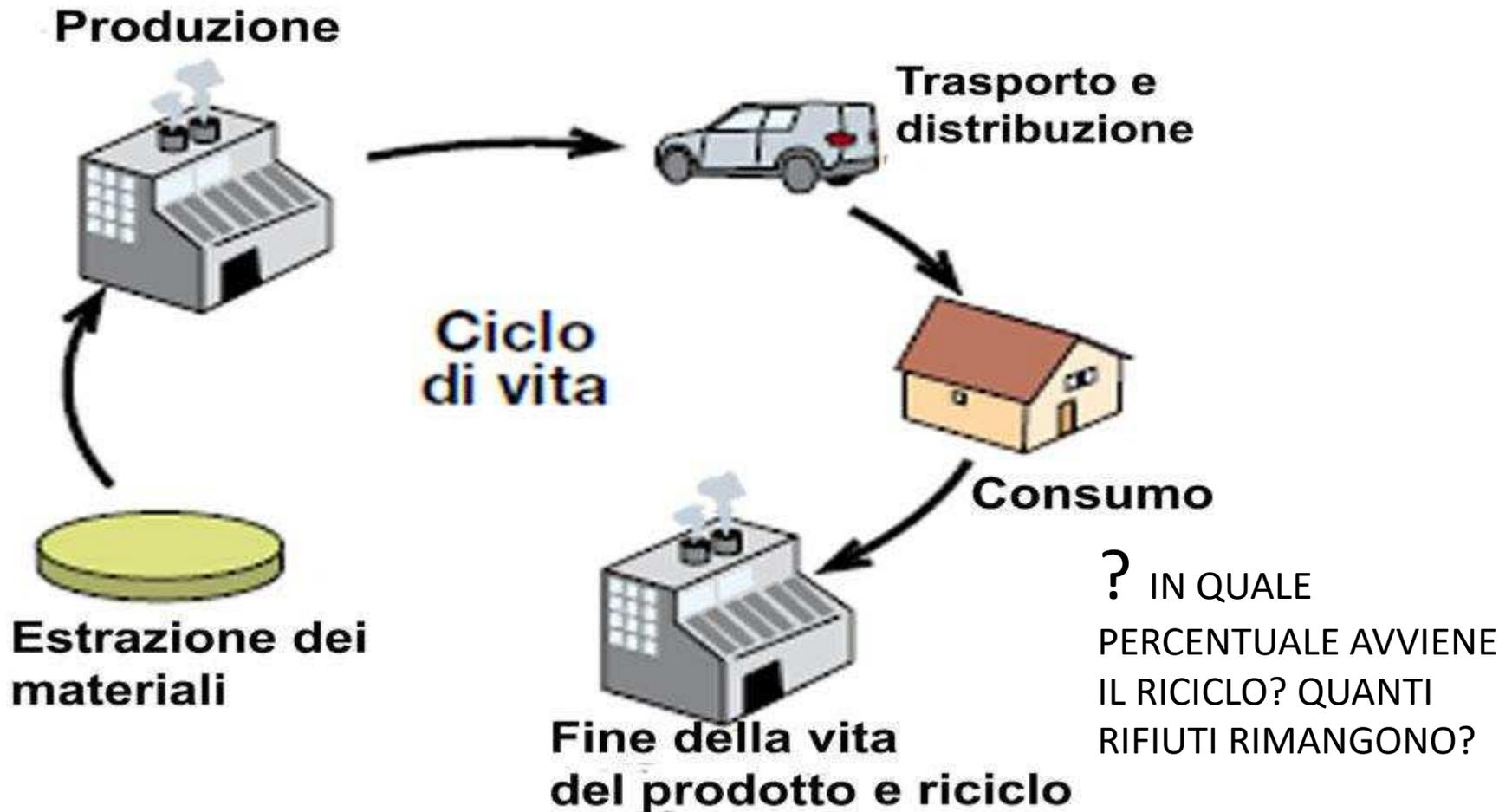
**Una proposta:  
L'approccio biomimetico**

*Ogni cosa che puoi immaginare, la natura l'ha già inventata*  
*Albert Einstein*

*Learning about the natural world is one thing.  
Learning from the natural world—that's the switch.  
That's the profound switch.”*  
*Janine Benyus*

**COME PRODUCIAMO LE  
COSE?**

IN OGNI FASE SI CONSUMA ENERGIA PER LA PRODUZIONE E PER LA DISTRIBUZIONE, CON RILASCIO DI EMISSIONI NELL'ARIA, NELL'ACQUA NEL SUOLO





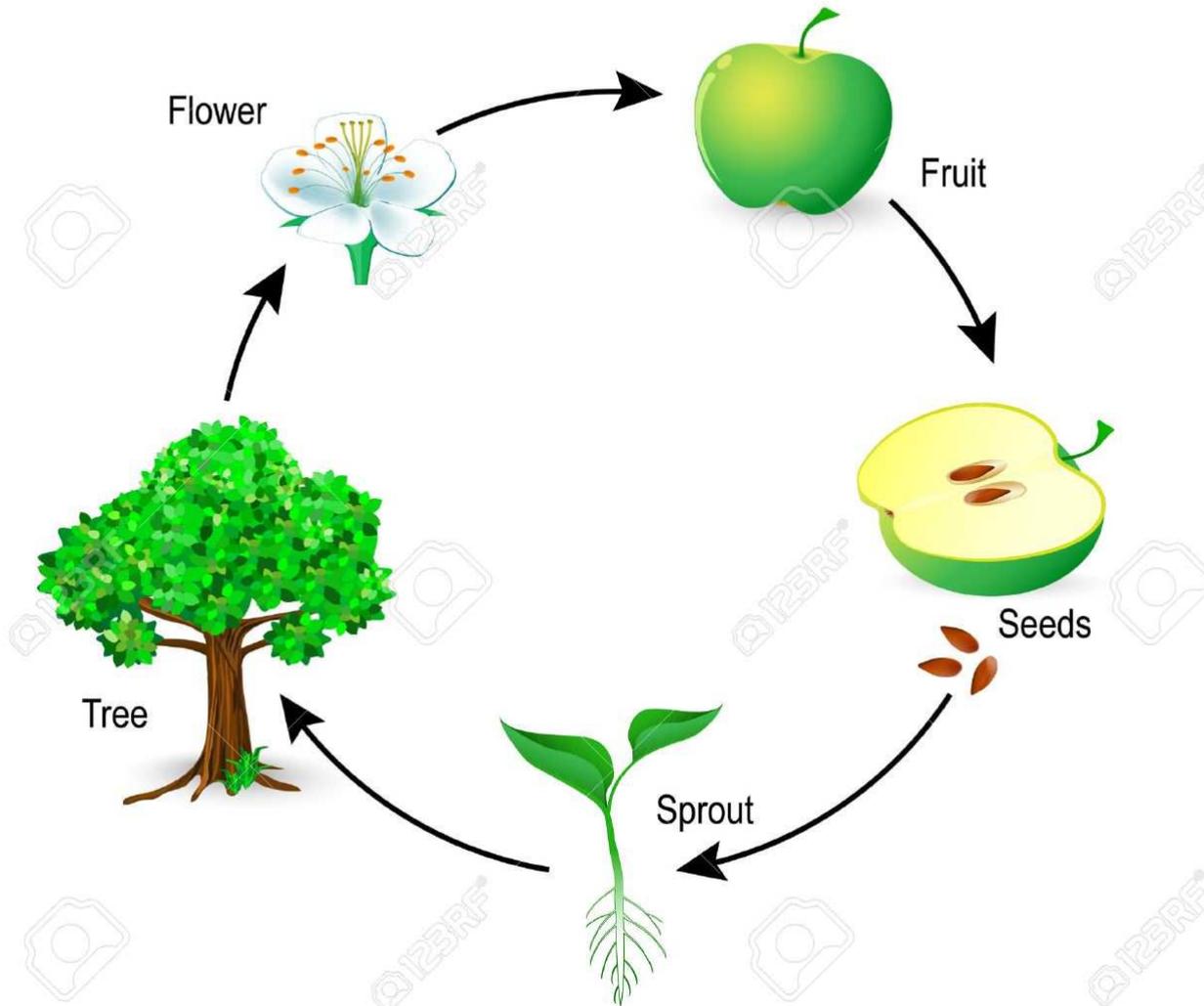
Plastiche in mare



Rifiuti elettronici, la discarica di Guiyu in Cina

**COME PRODUCE LE COSE  
LA NATURA?**

# LIFE CYCLE OF AN APPLE TREE



NIENTE RIFIUTI, INQUINAMENTO O SCARTI E  
L'ENERGIA UTILIZZATA E' SOLO RINNOVABILE

Tutti i sistemi naturali rispettano alcuni principi fondamentali:

Funzionano secondo **cicli chiusi**

Si fondano su

**interdipendenza**

**interconnessione**

**cooperazione**

Funzionano a **energia solare**

Rispettano e **moltiplicano la diversità**

La tecnologia umana è vecchia di 200.000 anni e spesso è incompatibile con la vita

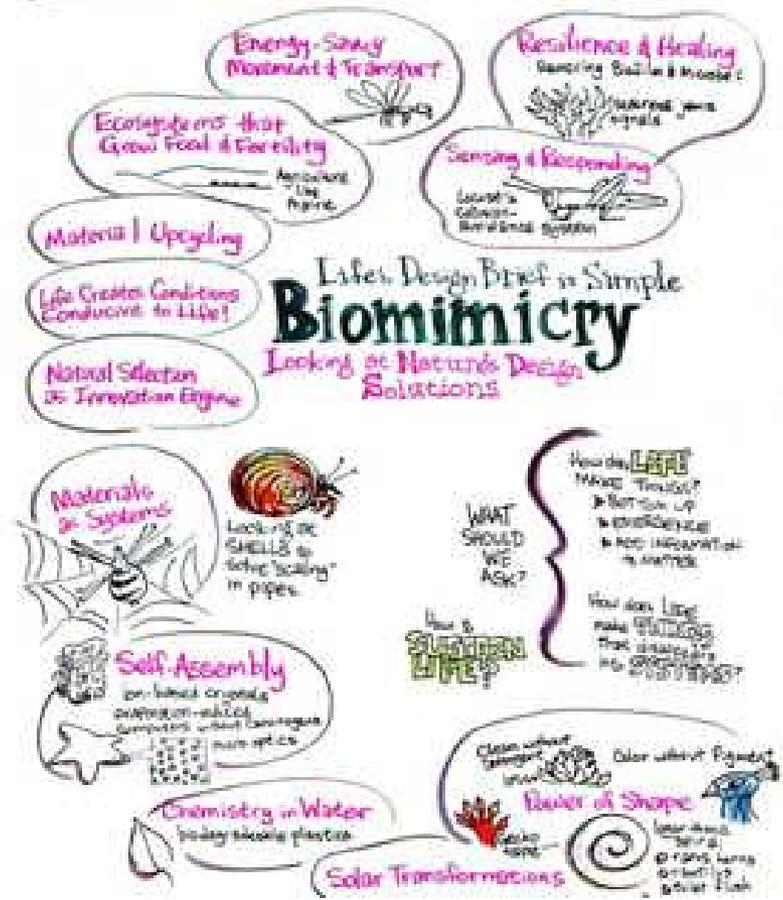
La tecnologia della Natura è vecchia di 3.8 miliardi di anni e **sostiene e mantiene la vita**

«La Natura è un laboratorio di ricerca e sviluppo sostenibile a nostra disposizione»

*Life create condition conducive life*

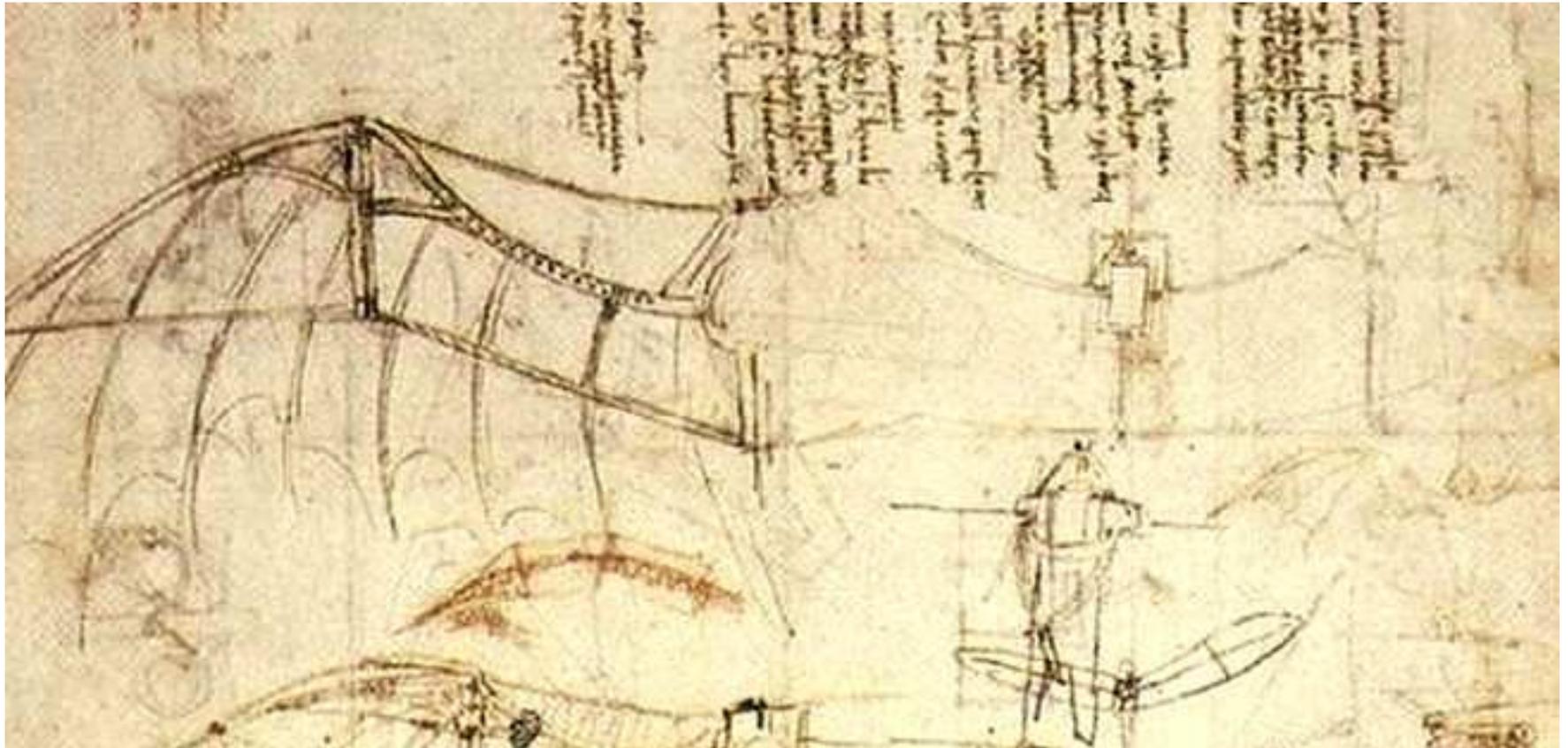
**SOSTENIBILITA'**

# BIOMIMICRY APPROACH: NATURE IS MODEL, MEASURE, MENTOR



Schema, dal Biomimicry Institute, Janine Benyus

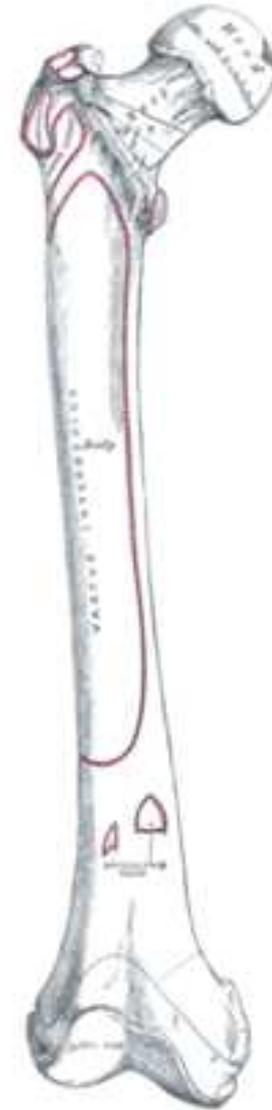
DA SEMPRE L'UOMO CERCA DI IMITARE LA NATURA



Studi di Leonardo per una macchina volante, ali ad imitazione di quelle degli uccelli



Sagrada Família, Antoni Gaudí, Barcellona (iniziata nel 1882)



Tour Eiffel, la sua struttura leggera nasce da studi anatomici del femore umano



Santiago Calatrava, Stazione del TGV a Lyon, 1999

## ISPIRAZIONE BIOMIMETICA



Dalla bardana al velcro



La calla  
accumula l'acqua nel suo  
“serbatoio” interno (rizoma).

La mantiene e la distribuisce  
secondo necessità grazie alla  
sua struttura a spirale

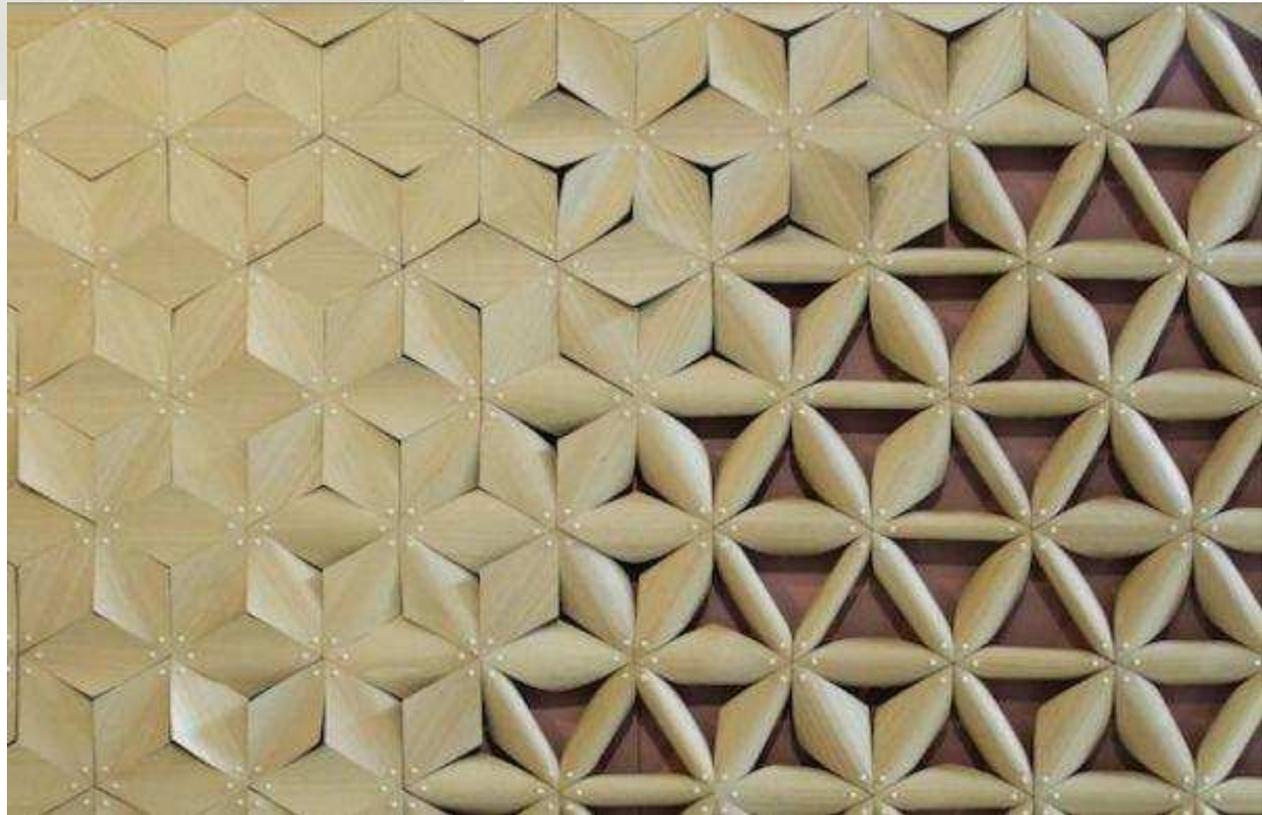


Modello di filtro  
spiraliforme  
basato sulla calla

## IN ARCHITETTURA LA BIOMIMETICA CREA NUOVE POSSIBILITA'



Chao Chen, Facciata vivente che reagisce alla pioggia

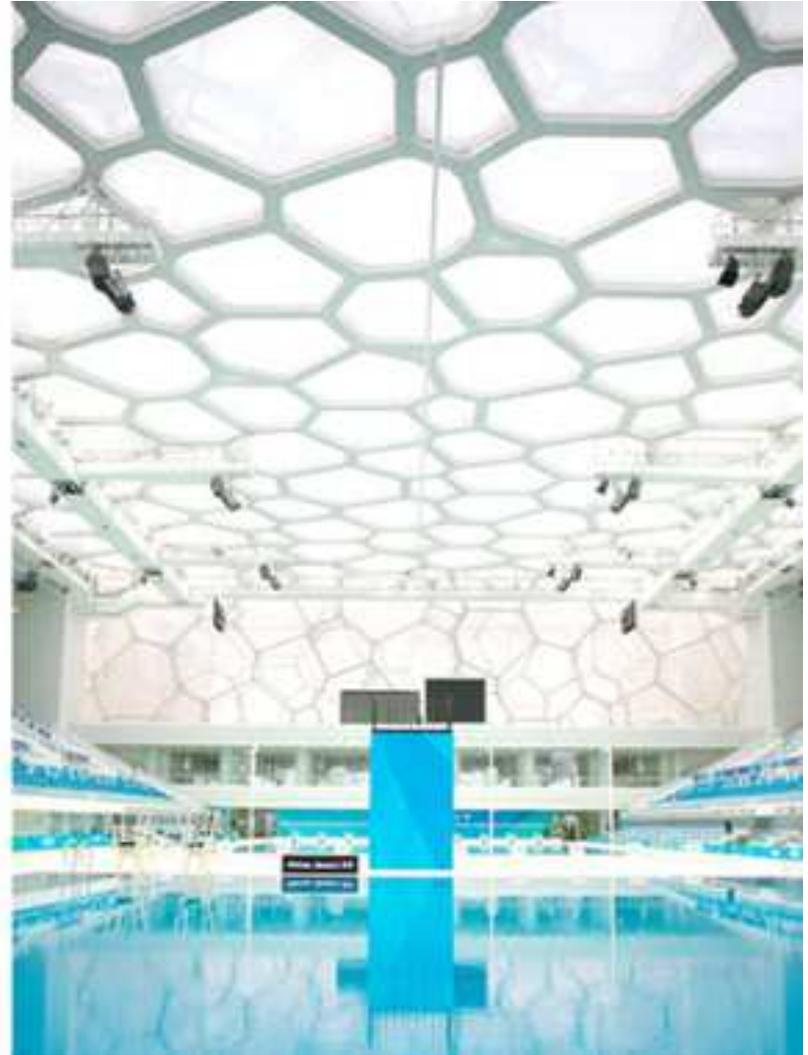
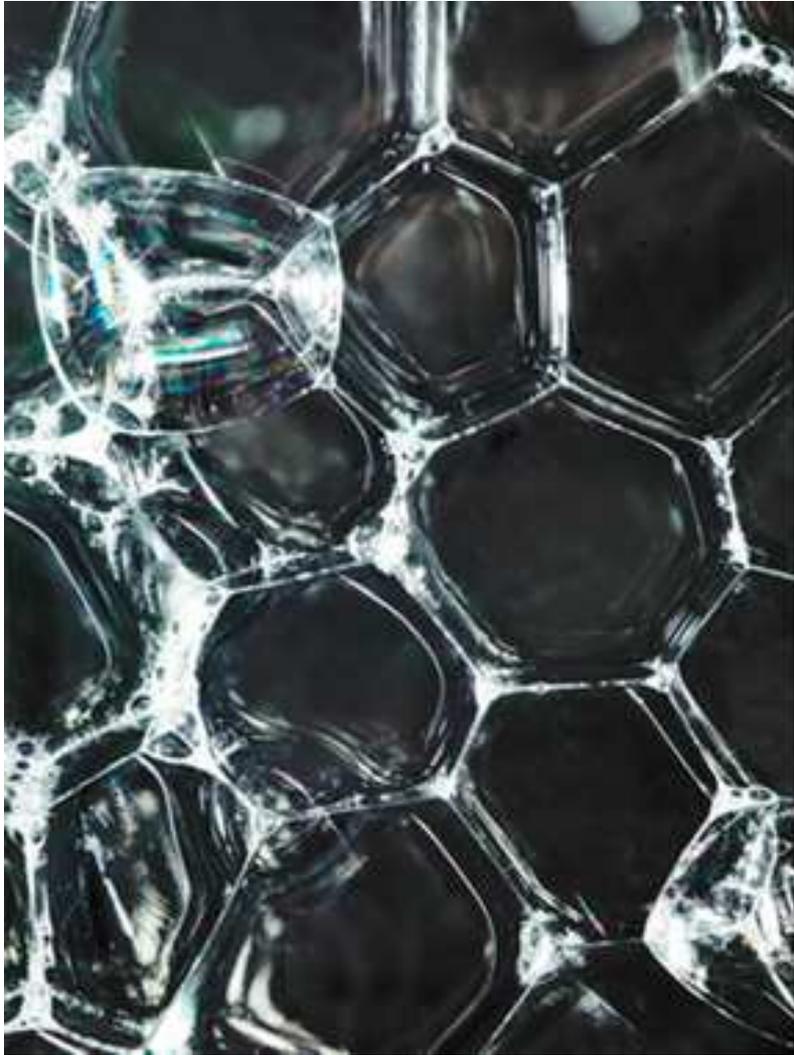




Padiglione HygroScope, metrosensibile, Menges Achim dell'Institute for Computational Design, Università di Stoccarda in mostra al Centre Pompidou, Parigi



Padiglione ELITRA, Architect Achim Menges, Victoria and Albert Museum



Beijing National Aquatic Center, 2008, Cina



Museo Storia Naturale a Shanghai, Studio Perkins Will



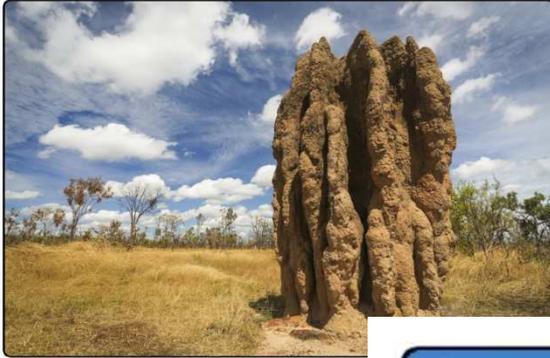
Museo Storia Naturale a Shanghai, Studio Perkins Will



BIQ House, Amburgo, facciata bioreattiva con le alghe



Biq House o Casa delle Alghe ad Amburgo, dettaglio facciata



Eastgate Harare Center (1996), Zimbabwe, MiKe Pearce con lo studio Arup





Green Wall, Pont Juvenal, Aux En Provance, 2008, Patrick Blanc



Bosco Verticale, Studio Boeri, Milano