

L'INTERAZIONE ORGANICA TRA LA LUCE DEL SOLE E L'AMBIENTE COSTRUITO

Roberto Malvezzi

CertiMaC (Certificazione Materiali per Costruzioni)
Via Ravennana, 186 - 48018 Faenza - RA
Tel. +39 347.0439685 - archimalvez@gmail.com

Sommario

Il Sole costituisce di gran lunga il principale motore energetico del nostro pianeta. L'energia contenuta nella luce del Sole attiva il funzionamento dei fenomeni biotici, come gli ecosistemi viventi, e di quelli fisici, come le correnti di aria e acqua. La moderna comprensione dell'interazione tra il Sole e la Terra può essere impiegata proficuamente per descrivere anche il comportamento dei sistemi insediativi dell'uomo, paragonandoli ad "organismi solari" caratterizzati da fenomeni biotici e fisici, attivi su tre differenti livelli di scala: territoriale, che investe il rapporto tra la città e il suo contesto; urbana, che riguarda le strutture insediative dell'ambiente costruito; architettonica, che concentra l'attenzione sugli edifici quali manufatti caratterizzati da molteplici esigenze, tra le quali quelle energetiche hanno assunto una rilevanza sempre maggiore. Particolare attenzione verrà prestata al patrimonio di evidenze e di esperienze trasmesse dalla nostra storia, con particolare riferimento per i contesti dell'area Mediterranea, per riallacciare un dialogo con le potenzialità offerte dalle moderne tecnologie e dalle più recenti scoperte scientifiche, in vista della definizione di un nuovo modo di operare in sintonia con gli obiettivi della sostenibilità.

1. Introduzione. Una piccola storia ecologica

La "rivoluzione industriale" è stata innanzitutto una rivoluzione energetica, che ha modificato in profondità gli equilibri costruiti dall'uomo in millenni di esperienze maturate nei suoi contesti vitali; equilibri che avevano trovato nell'energia solare una fonte largamente dominante. L'energia solare è infatti responsabile di moltissimi fenomeni fisici, dai venti alle correnti marine, dal ciclo dell'acqua alle condizioni climatiche, ed è alla base della catena alimentare che sostiene gli ecosistemi del pianeta. L'irruzione delle fonti energetiche fossili, come il carbone prima e il petrolio poi, accelerata dalle necessità di ricostruzione e di riconversione dettate dal secondo dopoguerra, ha liberato una quantità enorme di risorse produttive a basso costo, portando in tempi molto rapidi a una riconfigurazione completa dei sistemi antropici consolidati. Un chiaro esempio è dato dalla rapida crescita dei centri urbani rispetto alle realtà insediative minori, che in paesi ancora in prevalenza rurali come l'Italia, ha portato ad un rapido spopolamento di vaste aree interne, come la fascia Appenninica; un fenomeno avviato sin dal 1951, e che da allora non si è più arrestato.¹

¹ fonte: Luca Filippi (vedi di seguito), sulla base di studi di E. Saraceno (1993) e M. Agnoletti (2010).

Sono cambiamenti strutturali che, per la prima volta nella storia dell'uomo, hanno potuto prescindere da una verifica immediata della loro sostenibilità ambientale, producendo effetti che a loro volta hanno stimolato l'avvio di una "**stagione ecologista**", finalizzata a mitigare le conseguenze più negative di questo percorso. Questa stagione ha preso corpo proprio quando l'età dell'energia fossile ha raggiunto il proprio apice, corrispondente con il picco positivo dell'indice EROEI - *energy return on energy investment*; tale indice, costruito per rispondere alla domanda: "quanta energia costa produrre energia?", ha toccato il proprio valore massimo proprio verso la fine degli anni '60, per poi seguire una riduzione costante, tutt'ora in atto.² Scorrendo alcune tappe della stagione ecologista, si evidenzia un progressivo allargamento dei temi affrontati:

- nel 1961 viene fondato il World Wide Fund for Nature (WWF);
- nel 1971 nasce Greenpeace, che affianca alla battaglia ambientalista anche una **tematica chiaramente politica**, quale il pacifismo, sorta anche sull'onda della guerra in Vietnam;
- nel 1980 nasce, in Italia, Legambiente, che coniuga l'ambientalismo con un approccio scientifico volto a definire solide basi per uno **sviluppo sociale ed economico** sostenibile.

Il medesimo allargamento si ritrova nelle diverse accezioni assunte in quegli stessi anni dai termini e dai concetti legati all'ecologia:

- nel 1955 Julian Steward introduce il concetto di **ecologia culturale**, per rimarcare la forte influenza dei contesti ambientali sullo sviluppo delle culture umane;
- nel 1957 Howard T. Odum pubblica il primo studio completo su di un **ecosistema**, quello delle Silver Springs in Florida, proponendo un modello interpretativo della sua catena energetica;
- nel 1965 Abel Wolman introduce il concetto di **metabolismo urbano**, nel quale i sistemi urbani vengono analizzati come organismi viventi che hanno necessità di input energetici assunti dal proprio habitat, e producono output che vengono restituiti al proprio contesto (ad esempio, rifiuti);
- nel 1979 James J. Gibson introduce il concetto di **psicologia ecologica**, portando l'attenzione sulle variabili ambientali e contestuali nelle quali sono immerse le persone.

Questa veloce retrospettiva consente di riassumere la lezione della "stagione ecologica" con la necessità di sviluppare un paradigma olistico della sostenibilità dei sistemi antropici, capace di coniugare al tempo stesso esigenze tecniche, ambientali, sociali, economiche, culturali, psicologiche e politiche. Una tale prospettiva è stata accolta e sistematizzata di recente dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile, che ha individuato 17 differenti obiettivi sinergici e complementari.³

Dato questo quadro, il presente articolo intende esplorare le potenzialità di un nuovo "paradigma solare" nel quale il Sole torni a occupare il cuore dell'ecosistema antropico,

² (indice aggregato di petrolio e gas). Per una descrizione dettagliata si rimanda al seguente articolo di C. Hall, J. Lambert, S. Balogh: EROI of different fuels and the implications for society, *Energy Policy* 64 (2014) 141–152. Per una descrizione sintetica di questo indice, e delle implicazioni connesse alla sua costante riduzione per quanto riguarda le fonti fossili, si rimanda invece al seguente link: <https://www.youtube.com/watch?v=YVwYOhN5wGM>

³ si veda il seguente link: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>

riducendo quindi il peso, oggi determinante, delle fonti fossili; un obiettivo che trova un riscontro sempre più urgente e puntuale nelle politiche messe in campo a livello internazionale.⁴ A tal fine, i sistemi insediativi umani saranno paragonati a “organismi solari”, il cui funzionamento verrà descritto su tre differenti livelli di scala: territoriale, urbana e architettonica. Compiere questo passaggio non significa semplicemente tornare indietro: significa invece portare a sintesi gli elementi più fertili e profondi tramandati dal nostro lungo cammino storico, coniugandoli con l'immenso sapere tecnico e scientifico accumulato nel suo ultimo tratto; nella consapevolezza che, come sosteneva Gaetano Vinaccia, "il frutto di millenni di intelligente lavoro, la selezione che vi ha apportato l'esperienza secolare, non si salta, non si modifica, non si infirma, che attraverso secoli di durissimo e serio lavoro."⁵

2. Città e territorio: verso una "solicoltura"?

La prosperità storica degli organismi urbani era posta in stretta relazione alle risorse che il territorio circostante metteva loro a disposizione, per cui la cura del territorio diventava una condizione indispensabile per la salute delle città. Il potenziale energetico dato dall'irraggiamento solare era sfruttato al massimo, grazie all'adozione di soluzioni molto efficienti che per secoli hanno marcato i paesaggi agrari italiani. In area emiliana era invalso sin dall'epoca dei Comuni l'uso della piantata, detta anche della vite maritata, che consisteva nel suddividere i coltivi con filari di olmi, pioppi o salici posti a distanze di 12-15 metri, sui quali erano aggrappati i vigneti. Si trattava di uno sfruttamento tridimensionale del terreno, che portava a trasformare la luce del sole in produzioni organizzate su tre fasce di altezza: quella degli alberi, usati per la produzione di legname e di fronde per nutrire il bestiame, quella degli arbusti, quali i vigneti, e quella dei coltivi, quali il frumento. Non si trattava solo di diversificazione: la multicoltura consentiva associazioni vegetazionali di cui tutto l'ecosistema produttivo si avvantaggiava, mentre la presenza di canali di scolo lungo i filari favoriva il trattenimento dell'umidità nel terreno.



Figg. 1, 2 - la piantata padana in un'immagine storica della pianura parmense, e il sesto matildico impiegato in area Appenninica per la conduzione dei castagni da frutto (*castanea sativa*)

⁴ si pensa in particolare alla recente adozione dell'accordo COP21 di Parigi (dicembre 2015), e alle politiche europee per una *low-carbon economy* con orizzonte 2050 (EU 2050 Energy Strategy), che prevedono la riduzione dell'80-95% delle emissioni di gas serra rispetto ai valori del 1990.

⁵ si veda il video "Città solari e Giovanni Francia - parte II", a cura di GSES e CONASES, 2011: <https://www.youtube.com/watch?v=mt67hve2GjU>

Un approccio analogo si era affermato in area Appenninica, dove dall'XI secolo si era diffuso il "sesto matildico" per la conduzione del castagno da frutto: la disposizione a quinconcia degli alberi, posti a circa 10 m di distanza, lasciava un sottobosco ampio e pulito, che facilitava la raccolta dei frutti, il rastrellamento delle foglie usate per il bestiame, e il pascolo brado di capre, pecore e maiali, i quali a loro volta aumentavano la fertilità dei terreni. La crescita delle città ha portato ad allentare i loro legami territoriali, e a cercare fonti di approvvigionamento più ampie, stabili ed economiche; le grandi città sono sistemi intrinsecamente globali, che agiscono su ordini di scala i cui impatti sono difficilmente valutabili.⁶ A titolo di esempio, uno studio condotto sul metabolismo storico della città di Londra rivela che se nel XIII secolo le sue esigenze energetiche potevano essere soddisfatte dalle biomasse prodotte localmente, già nel 1550 la legna veniva importata da oltre 40 miglia di distanza, e in seguito crebbe sempre più il ricorso al carbone estratto dalle miniere di Newcastle, poste a quasi 300 miglia.⁷ Per favorire il confronto, e quindi lo studio, di questi fenomeni, H. T. Odum aveva introdotto il concetto di EMergia (EMbodied energy), definita come l'energia solare totale equivalente necessaria, sia direttamente che indirettamente, a una qualunque produzione, inclusi beni e servizi; a tal fine aveva proposto di adottare l'energia solare, rappresentata dal *Solar Energy Joule*, come unità di misura universale di tutti i flussi energetici. Le difficoltà attuative di questo approccio portarono gli studi sul metabolismo urbano ad adottare in sua vece la Material Flow Analysis, definita come *la somma totale dei processi tecnici e socio-economici che avvengono in una città, e che risultano nella sua crescita, nella produzione di energia, e nella eliminazione di rifiuti*.⁸ Inizialmente venne adottato un modello interpretativo di tipo lineare, in grado di descrivere con efficacia il funzionamento di una città nell'era energetica fossile.⁹

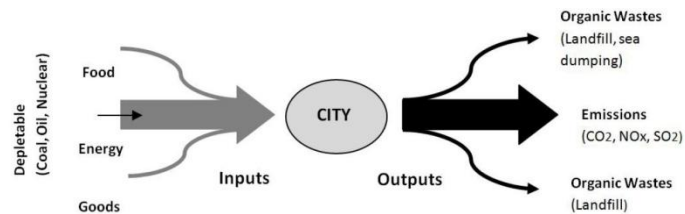


Fig. 3 - modello lineare di MFA del metabolismo urbano

Lo schema seguente mette in evidenza la grande necessità di input energetici richiesti per il sostentamento alimentare dei sistemi urbani contemporanei; in particolare, si evidenzia l'applicazione estensiva del modello lineare anche alla conduzione dei sistemi rurali,

⁶ P. Ferrão, J. E. Fernández: Sustainable Urban Metabolism, MIT press, 2013.

⁷ R. Clift, A. Druckman, I. Christie, C. Kennedy e James Keirstead: Urban metabolism: a review in the UK context, 2015.

⁸ C. Kennedy, J. Cuddihy, K. Engel-Yan: The changing metabolism of cities, Journal of Industrial Ecology, Vol. 11(2), pp. 43-59, 2007.

⁹ Le due immagini di MFA sono tratte da: S. Bancheva, Integrating the concept of urban metabolism into planning of sustainable cities: Analysis of the Eco² Cities Initiative. DPU working paper no. 168, The Bartlett - University College London, 2014.

portando ad una industrializzazione dell'attività agricola e allo sfruttamento intensivo delle risorse disponibili naturali.¹⁰

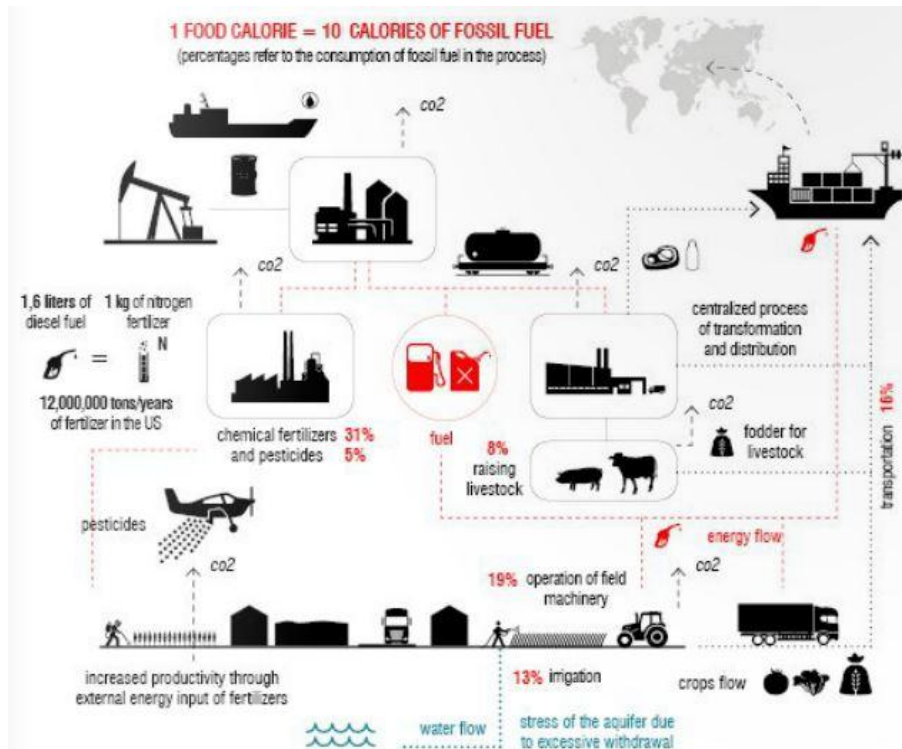


Fig. 4 - input energetici richiesti per il sostentamento alimentare del modello urbano lineare

Questo modello ha radicalmente mutato i paesaggi agricoli tradizionali. Nella pianura Padana si è imposto uno sfruttamento intensivo che ha vaste superfici libere, la concentrazione di monoculture, l'utilizzo massiccio di fertilizzanti e pesticidi chimici, e dei carburanti per la meccanizzazione; una pratica che ha portato al depauperamento dei suoli, rendendoli sempre più sterili e dipendenti da quegli stessi input energetici. Questo modello inoltre sposta il valore aggiunto in termini di economia della conoscenza dalle pratiche colturali e dalla biologia agraria alla evoluzione della chimica e alla selezione di sementi; al punto che le attività sul campo possono essere condotte oggi anche da personale privo di qualifiche specifiche. In ambito montano, l'abbandono ha portato alla perdita completa della produzione tradizionale, e alla progressiva sostituzione del bosco coltivato con il bosco spontaneo. Anche in questo caso, si tratta di un processo di banalizzazione dei paesaggi che ha portato a una riduzione della biodiversità,¹¹ e dei servizi ecosistemici che questi possono offrire, quali la tutela dal dissesto idrogeologico, o la capacità di stoccaggio della CO₂ nei suoli.

¹⁰ questa immagine e la seguente sono tratte da: Luca Filippi, *Agroforestry Urbanism*, tesi del Master EMU (European Master in Urbanism), 2014; la tesi è consultabile online a questo link: <https://lucafilippiblog.wordpress.com/2016/05/13/agroforestry-urbanism/>

¹¹ Mauro Agnoletti, "Il paesaggio agrario nelle politiche nazionali ed europee: aspetti di ricerca e ricadute operative", lezione tenuta alla Summer School Emilio Sereni - VI Edizione, 2014.



Fig. 5, 6 - la trasformazione recente del paesaggio agrario italiano: agricoltura intensiva in val Padana, e l'abbandono dei boschi di castagno nei versanti Appenninici.

Abbandono da un lato e sfruttamento intensivo dall'altro non sono dunque due fenomeni opposti: sono i due lati della stessa medaglia, e comportano lo stesso livello di perdita in termini di esternalità positive per la società. Simili considerazioni hanno spinto a formulare una **ecologia territoriale**, finalizzata a comprendere le interazioni socio-ecologiche che avvengono in una determinata area geografica, studiando il flusso di materiali e energia scambiato tra la società umana e la biosfera; in essa, la ricchezza territoriale viene vista come il prodotto delle risorse naturali disponibili nell'ambiente e delle risorse costruite dal sapere individuale e collettivo di una società.¹²

Questi nuovi punti di vista hanno portato all'abbandono del modello lineare, in favore di un modello circolare capace di "chiudere il cerchio" tra input e output energetici, minimizzando l'impatto ambientale degli organismi urbani.¹³

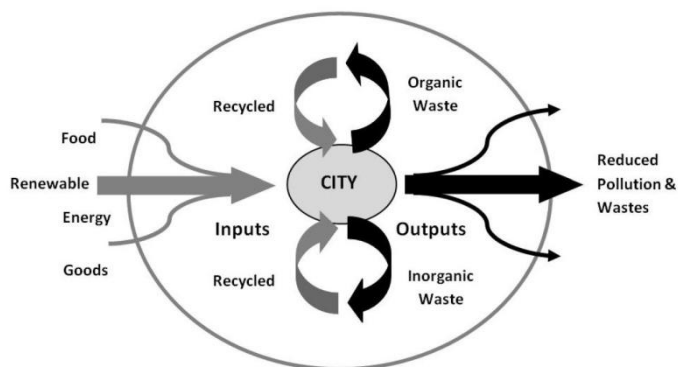


Fig. 7 - modello circolare di MFA del metabolismo urbano

La connessione sistemica tra città e territorio è stata infine riconosciuta dalla New Urban Agenda siglata nell'ambito della conferenza ONU Habitat III, da poco conclusasi a

¹² il termine è stato introdotto per la prima volta da Sabine Barles nel 2010, nell'articolo: *Ecologies urbaine, industrielle et territoriale*, in O. Coutard, J-P.Levy, *Ecologies urbaines*, Economica-Anthropos. Lo spunto riportato è invece tratto da J. Cerceau, M. Debuissou, R. Metereau, P. Pech, M. Maillfert, M. Talandier, N. Buclet, in: *Territorial ecology: economic dynamics of territories through socioecological interactions, application to a French mountain village*. Atti della 11th International Conference of the European Society for Ecological Economics (ESEE), 2015

¹³ questo modello ha trovato un puntuale riscontro nelle politiche varate di recente dell'Unione Europea, con particolare riferimento al documento approvato alla fine del 2015 relativo alla *circular economy*. https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en

Quito.¹⁴ In un paese come l'Italia, che oltre alle sue cento città può contare sulle mille cittadine e i diecimila borghi, fieri custodi di un legame storico con il proprio territorio, il tema del depauperamento delle aree interne è particolarmente sensibile. L'abbandono di vaste superfici in favore di una concentrazione di persone e attività nelle principali aree urbane, se certo risponde a criteri di efficientamento industriale, costituisce altresì una grave perdita per la capacità di sfruttare al meglio la risorsa solare, egualmente distribuita su ogni metro quadro del territorio. In questo quadro si colloca la nozione di **urbanismo agroforestale** introdotta da Luca Filippi, riguardante un possibile processo di decentramento insediativo verso l'Appennino, basato su un nuovo paesaggio rurale policolturale e multifunzionale.

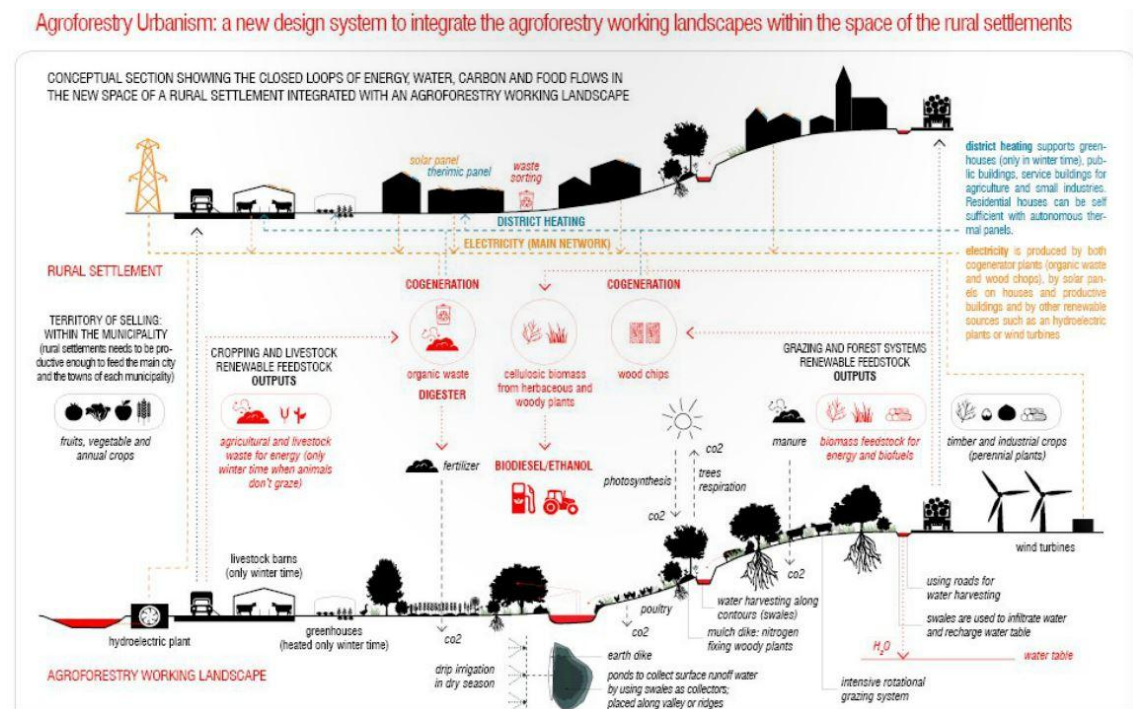


Fig. 8 - sistema agroforestale integrato per il sostentamento circolare degli ecosistemi antropici

Questa prospettiva si basa sul recupero dell'idea che le uniche risorse veramente sostenibili siano quelle derivanti dalla luce del sole; in particolare, lo studio si fonda sulle esperienze storiche di gestione efficiente del territorio, innestandole sui filoni più recenti dello sviluppo tecnologico e della scienza agraria. Ne risulta un modello circolare olistico, basato sull'uso delle fonti rinnovabili localmente disponibili, e su una coltivazione rigenerativa dei terreni, in grado nel suo insieme di fornire un contributo fondamentale al conseguimento degli obiettivi del dopo-Kyoto. È un modello che conduce verso un approccio cooperativo e mutualistico alla gestione del territorio, e che rende le persone, si potrebbe dire, "coltivatori del sole" in tutte le sue manifestazioni.¹⁵

¹⁴ Quito, 17-20 October 2016; in particolare, al primo *commitment* dell'Agenda si legge (punto 15.a): *recognizing sustainable urban and territorial development as essential to the achievement of sustainable development and prosperity for all.*

¹⁵ sono stato personalmente testimone della felice riscoperta di un metodo dimenticato. Daniele Valcavi è un giovane allevatore di vacche da latte, che ha scommesso sulla formula del pascolo rotativo, in un

Questi nuovi approcci capaci di coniugare saperi antichi e artigianali, nuova mentalità imprenditoriale e competenze avanzate, potranno disegnare in futuro un paesaggio diverso da quello attuale; un esempio viene dalla fattoria rigenerativa sperimentale di New Forest Farm in Wisconsin, nella quale la precedente monocoltura a mais, che aveva portato al degrado del terreno, è stata sostituita da una produzione multifunzionale stabile, a basso consumo energetico, e con caratteristiche ecosistemiche superiori.



Fig. 9 - New Forest Farm, esempio di agricoltura rigenerativa

2. Le strutture urbane: dove va, questa città?

Le prossime immagini mostrano tessuti insediativi di alcune città italiane realizzati in diverse epoche, nelle quali sono messi in evidenza alcuni elementi strutturali: la maglia connettiva (in azzurro), gli spazi verdi, pubblici o privati (in verde), altri spazi pubblici (in blu), e le polarità costruite (in rosso).¹⁶ Questi elementi consentono di tratteggiare una analisi comparata, seppur di tipo speditivo e intuitivo, della "fisiologia" di questi sistemi, ponendo per ogni immagine la medesima domanda: come funziona, questo organismo? Dove va, che relazione stabilisce con il proprio contesto?

Nella prima immagine si vedono due centri storici (Siena e Napoli); sono insediamenti sorti nell'età energetica del sole, costruiti nei secoli. La prima caratteristica di rilievo è che si tratta di nuclei ad elevata densità, dove anche un piccolo varco, o l'arretramento di un fronte, genera uno spazio interessante, vitale. La compattezza e l'elevato grado di ombreggiamento permettono di mitigare il caldo estivo, e di trattenere parte del calore dissipato dagli edifici nel periodo invernale.

contesto in cui il pascolo è stato dismesso da decenni in favore della stabulazione permanente, con conseguente trasformazione dei prati pascoli tradizionali in foraggere gestite secondo il modello industriale. Era ritenuto impossibile dai tecnici che le razze bovine contemporanee potessero pascolare su terreno acclive senza rovinarlo; la sperimentazione sul campo ha invece dimostrato che una rotazione accorta non solo non danneggia, ma rinforza nel tempo il cotico erbaceo, stimolando una ricrescita più rapida del manto erboso; quasi che tra erba e mandria si celasse una simbiosi nascosta. Il risultato è stato il mantenimento di una resa elevata di produzione di latte, di qualità superiore, e una notevole riduzione degli input (energetici, finanziari, lavorativi). Alcune recenti ricerche scientifiche confermano questo risultato: uno studio comparato delle Università di Pisa e Firenze, relativo a monocolture condotte rispettivamente secondo l'approccio intensivo e quello biologico, ha mostrato nel secondo caso una efficienza energetica specifica maggiore di quasi il 50% rispetto al primo, a fronte di una riduzione della produzione totale di circa il 20%.

¹⁶ le immagini di questi insediamenti sono riportate, per favorirne il confronto, alla medesima scala.



Figg. 10, 11 - analisi di tessuti storici di Siena e Napoli

Gli elementi analizzati mostrano una distribuzione piuttosto omogenea: sono organismi urbani integrati al loro interno, con un elevato livello di autosufficienza, e dove tutto è disponibile a breve distanza; appaiono ben radicati, anche visivamente, nel loro contesto, la campagna circostante in un caso, e nell'altro, verosimilmente, anche il porto.

L'immagine successiva riguarda due quartieri realizzati nel periodo post-unitario (Milano e Bari); sono i quartieri sorti nell'età energetica del carbone, e realizzati in pochi decenni. Sono il frutto di una razionalizzazione dello sviluppo urbano, condotta secondo i dettami dei regolamenti di igiene e dei piani regolatori.



Figg. 12, 13 - analisi di tessuti post-unitari di Milano e Bari

Questi insediamenti chiaramente si protendono verso altre situazioni urbane al loro intorno: sono fatti per entrare e uscire, per spostarsi, e la scala delle relazioni interne che vi si stabiliscono è di livello molto più ampio che nei casi precedenti. Compaiono meno polarità, proprio perché queste sono distribuite su di un'area urbana più vasta. Si tratta ancora di un sistema integrato, dove i piani terra hanno fronti commerciali nei quali può prendere vita un certo dinamismo urbano.

L'immagine seguente mostra due periferie sorte nel dopoguerra in area emiliana (Reggio Emilia e Modena); sono i quartieri dell'epoca del petrolio e della mobilità meccanizzata, realizzati con lo scopo di massimizzare l'apporto di luce alle singole unità abitative, e sorti nel giro di pochi anni.



Figg. 14, 15 - analisi di tessuti periferici di Reggio Emilia e Modena

La tendenza alla divaricazione tra "residenza" e "permanenza", già evidenziata nell'immagine precedente, qui raggiunge il suo livello più alto. L'intera estensione è dedicata a una monofunzione residenziale (contraltare urbano alle monoculture agricole), con limitati innesti commerciali; qualunque altro fenomeno vitale che non sia legato alla mera residenza avviene dunque fuori da questo raggio d'azione. Se nel caso precedente era ancora possibile, entro certi limiti, svolgere una "vita di quartiere", in questo modello tale possibilità sembra essere negata a priori.

L'ultima immagine riguarda due eco-quartieri sorti a partire dagli anni '90 (il quartiere Kronsberg a Hannover, e il Vauban a Friburgo); sono i quartieri dell'epoca dell'energia rinnovabile, e della mobilità sostenibile. Per questa ragione, si evidenziano in magenta gli assi ferro-tramviari di connessione al centro cittadino, e nel caso del Vauban, in giallo le celle a traffico limitato.



Figg. 16, 17 - analisi degli eco-quartieri di Hannover e Friburgo

Si ritrova in questi schemi una densità di elementi più simile al caso iniziale, dove gli spazi verdi pubblici o semipubblici costituiscono un elemento fondamentale del progetto urbano. Sono infatti quartieri concepiti come ecosistemi completi per la vita dell'uomo, progettati per massimizzare l'irraggiamento solare e la ventilazione naturale, e per favorire l'aggregazione sociale. Sono insediamenti polifunzionali, dove molte attività si svolgono al loro interno, in maniera integrata; non sono però autosufficienti: denunciano, infatti, la loro appartenenza ad un organismo urbano molto più ampio, dal quale ancora dipendono in gran parte, ad esempio, per quanto riguarda le attività lavorative.

Le connessioni con l'esterno sono agevolate dai sistemi di mobilità dolce, che le facilitano, senza impedire la formazione di un radicamento locale. Anche le interfacce con gli spazi verdi esterni sono molto curate (nel caso del Karlsberg, ad esempio, la campagna circostante è stata oggetto di un progetto paesaggistico, che ha visto innesti eolici e rimodellazione dei terreni, per renderla maggiormente fruibile dagli abitanti).

Non risultano invece sviluppate le interfacce dirette con il contesto urbano adiacente, rispetto al quale tali quartieri sembrano formare isole autonome.

L'utilizzo innovativo del verde in questi eco-quartieri è solo un esempio della maturazione di consapevolezza riguardo al valore di fattori ambientali un tempo scarsamente considerati. Un verde ben progettato svolge infatti un ruolo rilevante ai fini del risparmio energetico: può ridurre i consumi sia nel periodo invernale, contenendo la dispersione termica, che nel periodo estivo, limitando il fenomeno dell'isola di calore, che caratterizza tante periferie moderne, e garantendo un adeguato ombreggiamento. Inoltre, gli alberi svolgono importanti funzioni ambientali assorbendo CO₂, filtrando le polveri sottili e migliorando quindi la qualità dell'aria, e riducendo i picchi di piena delle piogge pesanti. A titolo di esempio, il dipartimento dei parchi di New York ha misurato l'impatto economico favorevole dei suoi alberi stimandolo in 120 milioni di dollari l'anno, a fronte di spese per 22 milioni; una stima che non tiene conto ancora di ulteriori elementi di vantaggio, quali il benessere psicoambientale che deriva dalla loro presenza.

3. La scala del costruito: la città e i suoi mitocondri.

Com'è noto, l'ambiente costruito è responsabile per il 40% dei consumi energetici nazionali, e per un terzo delle emissioni di CO₂; un futuro sostenibile passa dunque per forza di qui, come riconoscono le politiche europee, che attraverso la EPBD (energy performance of buildings directive, 2002), e la *recast* EPBD (2010), hanno imposto normative sempre più stringenti sulle prestazioni energetiche degli edifici, sino a introdurre lo standard nZEB (*nearly zero energy building*), che sarà il riferimento a partire dal 2021 per tutti i nuovi edifici. Questo standard ad elevata efficienza, detto anche standard passivo, è di fatto uno standard solare, nel quale tutta o quasi tutta l'energia necessaria proviene dal sole; le due forme di questo approvvigionamento sono gli apporti diretti dell'irraggiamento sull'edificio attraverso le finestre, e la conversione in energia termica o elettrica tramite pannelli solari o fotovoltaici.

Che il sole possa costituire il motore per il funzionamento di un edificio non è scoperta moderna; già gli Arabi avevano introdotto nelle loro case sistemi come trappole del vento e camini solari che servivano a raffrescare l'aria al loro interno, e avevano studiato una sapiente distribuzione di spazi e cortili per favorire la ventilazione trasversale. Del resto, che quanto più il sole scaldi, tanto più sia semplice ventilare, e quindi, raffrescare, è un concetto intuitivo, che poggia su aspetti di fisica elementare.

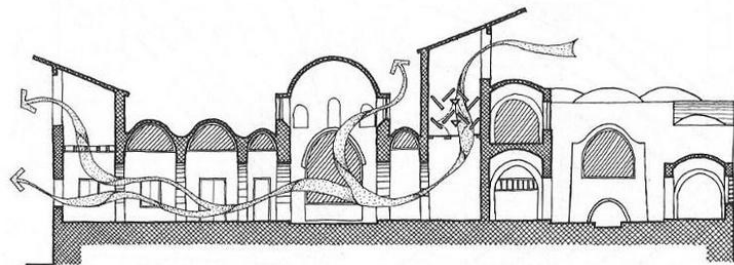


Fig. 18 - schema della ventilazione naturale di una casa tradizionale araba

Più di recente, la bioarchitettura ha sviluppato numerose soluzioni "architettoniche" per massimizzare la captazione passiva dell'energia solare, come le serre solari. Queste

tradizioni non hanno modo di rientrare, attualmente, nello schema tecnico dello standard nZEB; il quale di per sé non è sufficiente a garantire il raggiungimento di uno standard solare integrale, in quanto la sua applicazione può passare anche, e in gran parte spinge verso, l'impiego di materiali direttamente derivati dal petrolio (si pensa soprattutto ai pannelli per l'isolamento). In attesa che maturino i primi studi sull'EROI degli edifici nZEB e sulla loro *sustainability life cycle assessment*, si osserva che le soluzioni passive "architettoniche" possono costituire una valida integrazione dello standard, in grado di supportare un'idea più ampia e ricca di ecosistema abitato. Si pensa soprattutto alla possibilità di prevedere spazi intermedi tra interno ed esterno, spazi verdi in cui poter anche produrre cibo, e in grado di mitigare l'anatema dello standard passivo: "Non aprite quella finestra!" Aprire la finestra, infatti, comporta la dispersione di calore, che poi non si potrebbe più produrre, o l'ingresso di caldo, che poi non si saprebbe come smaltire. Occorre rivedere in questi termini uno dei diritti fondamentali dell'abitante, il *fensterrecht* introdotto da Hundertwasser nel 1958, ovvero il libero accesso a una finestra, aperta su spazi di vita salubri e piacevoli; una esigenza tanto più sentita nei climi mediterranei, nei quali il rapporto tra interno e esterno degli edifici è tradizionalmente forte.¹⁷ Si pone quindi l'esigenza di maturare lo "standard passivo" verso uno "standard solare" basato su elementi oggi poco considerati; per questa stessa ragione, gli edifici da soli non possono costituire le "cellule minime" dell'organismo insediativo: essi saranno semmai i suoi *mitochondri*, i propulsori energetici all'interno di membrane cellulari allargate a includere uno spazio più ampio di quello racchiuso dall'involucro edilizio.

4. Conclusioni.

Negli anni '70 Giovanni Francia, pioniere del solare a concentrazione, presentò il progetto per una città solare da 100.000 abitanti, nella quale tutte le esigenze energetiche, dal riscaldamento all'illuminazione, erano soddisfatte dall'energia fornita dal sole.

Cosa possiamo apprendere, oggi, da quella esperienza?

Innanzitutto, vale la pena richiamare un ordine di grandezza: un rapido calcolo mostra che l'energia che il sole irradia ogni anno sulla superficie del nostro paese è superiore di oltre 200 volte ai suoi consumi energetici totali (elettrici, termici, trasporti).¹⁸ I margini di sfruttamento di questa risorsa sono quindi ancora enormi: l'energia solare si presenta come un ottimo candidato per contribuire al superamento del "paradigma fossile", basato su una disponibilità quasi illimitata delle risorse in input, verso un nuovo paradigma.

Questo articolo ha cercato di descrivere la cornice di questo nuovo "paradigma solare", intendendolo come un paradigma olistico, nel quale tutti i livelli che compongono l'ecosistema antropico dovranno trovare un equilibrio con il più ampio ecosistema del mondo che ci ospita. Sono livelli che, come si è visto, non riguardano solo la questione energetica propriamente intesa, ma attingono anche a valenze ambientali, socio-economiche, culturali, psicologiche e anche politiche, le quali insieme contribuiscono a formare il senso dell'urbano, e più in generale, si può dire, dell'umano. Aver trascurato le interconnessioni tra queste dimensioni costituisce il maggior fardello lasciato in eredità dalla città fossile.

¹⁷ F. Hundertwasser, *Verschimmelungsmanifest*, 1958.

¹⁸ cfr. La situazione energetica nazionale nel 2014. Ministero dello Sviluppo Economico, luglio 2015.

Nell'epoca dell'energia rinnovabile e del minimo consumo di suolo, pensare la città solare significa quindi accettare la sfida di un ripensamento complessivo delle strutture urbane insediative a nostra disposizione. L'immagine successiva mostra le città di Hannover e Friburgo, in cui sono evidenziate le aree dei due eco-quartieri di Karlsberg e Vauban;¹⁹ si realizza in un colpo d'occhio la dimensione dell'impresa da compiere per la conversione della città fossile in "città solare", rispetto alla quale queste esperienze prototipali, per quanto significative, sono ancora insufficienti.



Fig. 19, 20 - rapporti di scala tra gli eco-quartieri Kronsberg e Vauban, e il resto delle rispettive città.

I tessuti consolidati costituiranno così il canovaccio nel quale, per dirla con Vinaccia, *nei prossimi secoli* si dovrà esercitare un duro e paziente lavoro fatto di trasformazioni lente, di sostituzioni e intuizioni; proprio come il Medioevo ha cesellato il paesaggio delle rovine romane, e il Rinascimento il paesaggio medievale.

Si tratta di mettere mano a una vera e propria "rigenerazione solare", volta a raggiungere una piena integrazione organica tra l'uomo e il suo contesto vitale; un percorso che non può essere lasciato alle singole contingenze, ma che necessita, per essere veramente efficace, di una visione comune, basata su di una adeguata capacità di pre-visione delle ricadute che le scelte strategiche avranno nel medio e lungo periodo, su ognuno dei livelli che compongono questo nuovo paradigma. Come in tutti i processi rigenerativi, anche questo riguarda il cammino di una comunità; per questo richiede un sentiero; una meta.

Bibliografia

[1] S. Bancheva, *Integrating the concept of urban metabolism into planning of sustainable cities: Analysis of the Eco² Cities Initiative*. DPU working paper no. 168, The Bartlett - University College London, 2014.

[2] J. Cerceau, M. Debuisson, R. Metereau, P. Pech, M. Maillefert, M. Talandier, N. Buclet: *Territorial ecology: economic dynamics of territories through socioecological interactions, application to a French mountain village*. Atti della 11th International Conference of the European Society for Ecological Economics (ESEE), 2015.

[3] R. Clift, A. Druckman, I. Christie, C. Kennedy e James Keirstead: *Urban metabolism: a review in the UK context*. Future of cities: working paper. Foresight, Government Office for Science, 2015.

¹⁹ in questo caso le due immagini sono a scala diversa.

- [4] P. Ferrão, J. E. Fernández: *Sustainable Urban Metabolism*. MIT press, 2013.
- [5] L. Filippi, *Agroforestry Urbanism*. Tesi del Master EMU (European Master in Urbanism), 2014. Consultabile online a questo link:
<https://lucafilippiblog.wordpress.com/2016/05/13/agroforestry-urbanism/>
- [6] HABITAT III - UN Conference on housing and sustainable urban development: *New Urban Agenda. Draft outcome document for adoption in Quito, October 2016*.
- [7] C. Hall, J. Lambert, S. Balogh: *EROI of different fuels and the implications for society*, Energy Policy 64 (2014) 141–152.
- [8] F. Hundertwasser: *Verschimmelungsmanifest*, 1958.
- [9] C. Kennedy, J. Cuddihy, K. Engel-Yan: *The changing metabolism of cities*, Journal of Industrial Ecology, Vol. 11(2), pp. 43-59, 2007.
- [10] GSES e CONASES (a cura di): *Città solari e Giovanni Francia*. Video, parti I e II, 2011. I due video possono essere guardati ai seguenti link:
<https://www.youtube.com/watch?v=9bSpCttrRs>
<https://www.youtube.com/watch?v=mt67hve2GjU>