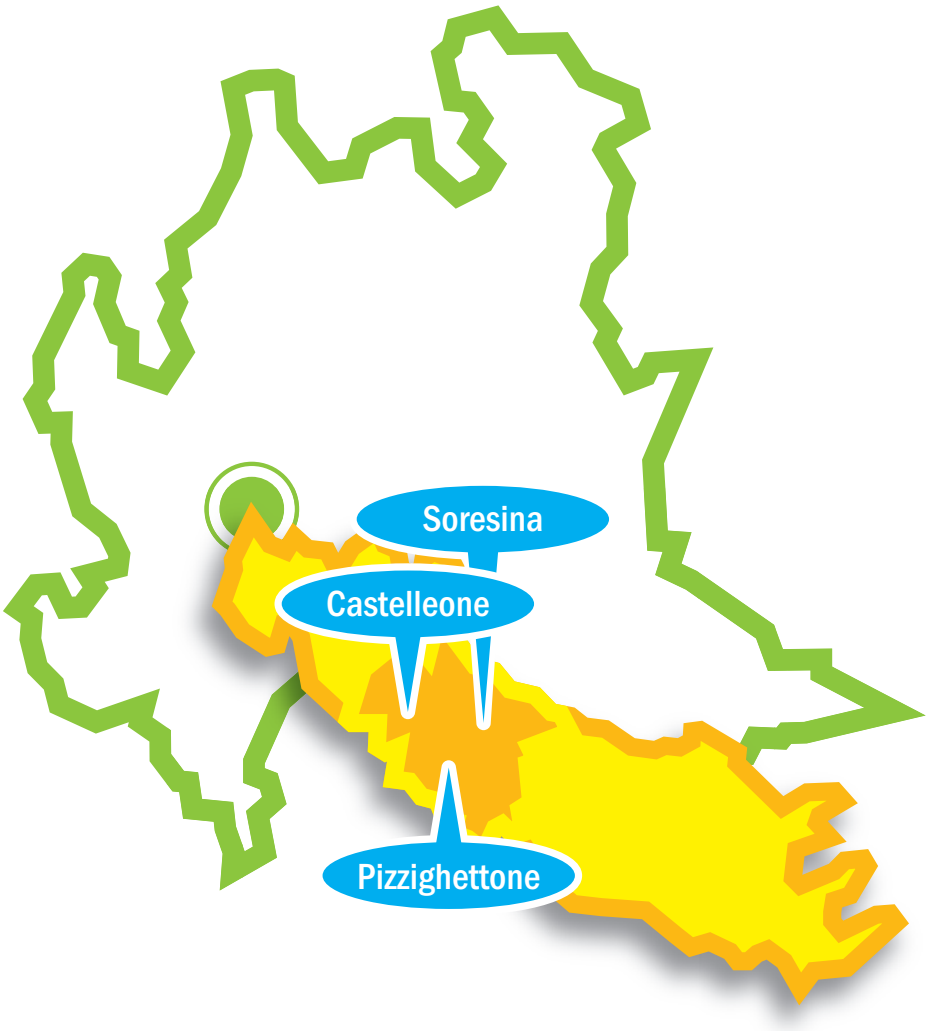
i quaderni



Obiettivo Carbon Zero
Un progetto per le Terre di Mezzo

Idee, proposte e buone pratiche per ridurre l'inquinamento

Obiettivo Carbon Zero
Un progetto per le Terre di Mezzo

Idee, proposte e buone pratiche per ridurre l'inquinamento

Sommario

Un progetto pilota da estendere al territorio lombardo 1

La farfalla e il terremoto 3

Invertire la rotta: il rammendo del territorio 11

Nuove linee guida per un futuro sostenibile 15

Un approccio coordinato e integrato per tutelare l'ambiente 17

Gli incentivi motore della riqualificazione energetica e strutturale degli immobili 19

Progettare la simbiosi tra ambiente naturale e costruito 23

L'analisi dell'Impronta di Carbonio nelle Terre di Mezzo 83

Servizio a chiamata con autobus elettrici
Un progetto per l'area di Pizzighettone 113

Cinque casi studio nelle Terre di Mezzo 119

Conclusioni 149

Un progetto pilota da estendere al territorio lombardo

di Enrico Brambilla

La riduzione delle emissioni climalteranti è un obiettivo di lungo periodo per chi, come il Partito Democratico, crede nella tutela dell'ambiente e dei suoi abitanti, ma è una sfida che non ammette ulteriori ritardi. Il gruppo regionale lombardo in questi anni ha dovuto spesso combattere contro la mentalità prevalente nel centrodestra nostrano che ha permesso che la Lombardia fosse la Regione italiana a più alto consumo di suolo e tra quelle più inquinate. Ricordiamo che fu sotto la spinta dell'allora centrosinistra e del suo intenso contributo che venne approvata nel 2006 la legge per la qualità dell'aria.
Lo stesso vale per la legge sul Consumo di suolo, approvata dal Consiglio regionale nel 2014, con un esito purtroppo molto diverso da quello da noi auspicato. Tuttavia anche le migliori leggi non bastano – e queste non lo sono – se non sono accompagnate da una forte volontà politica di incidere veramente in una certa direzione. E infatti il piano regionale per le infrastrutture contiene ancora moltissimi progetti stradali e autostradali, lasciando al trasporto ferroviario un ruolo minore.
La legge sul consumo di suolo non è attuata per i ritardi della giunta regionale, che da oltre due anni non mette i comuni in condizioni di fermare la cementifi-

cazione, mentre la lotta alle emissioni, anche in caso di criticità elevata, è lasciata alla buona volontà delle singole amministrazioni comunali.
Il lavoro qui presentato vuole essere una sperimentazione, l'avanguardia di una politica convintamente volta alla tutela dell'ambiente e della salute dei cittadini, calata nella concretezza di un territorio e della sua realtà. Con l'approccio giusto, che genera un progetto non di carattere parziale ed episodico ma 'di sistema'. Grazie ad Agostino Alloni per avere avuto l'idea e per aver condotto un lavoro molto interessante.

Enrico Brambilla è nato a Vimercate il 25 dicembre 1954. Laureato in Lettere Moderne all'Università Statale di Milano, è dirigente di Confartigianato dal 1975. Capogruppo del Partito Democratico dal 2014, dal 1997 al 2006 è stato sindaco di Vimercate, la sua città.



La farfalla e il terremoto

di Agostino Alloni

La Terra e i ladri

Si può valutare in qualunque modo, anche al di là delle evidenze scientifiche, il tema del cambiamento climatico posto sempre più insistentemente all'ordine del giorno. Ciò che difficilmente si può contestare è che l'umanità consuma ormai in poco più di sei mesi tutte le risorse naturali che la Terra è in grado di rigenerare in un intero anno. Una parte enorme di tale consumo avviene nella parte del mondo cosiddetta sviluppata, la cui ricchezza attrae fra l'altro fenomeni migratori di massa che impoveriscono ulteriormente i territori non sviluppati e creano tensioni nelle aree di arrivo, così aumentando ancora di più, direttamente e indirettamente, l'erosione delle risorse che la Terra ci mette a disposizione e che tutti ormai abbiamo capito non essere inesauribili.

Gran parte delle risorse che "usurpiamo" alla Terra serve per produrre energia. Paradossalmente, però, nonostante le conoscenze scientifiche e tecnologiche, non utilizziamo, o lo facciamo troppo poco, le risorse a più elevata durabilità, come la luce e il calore del sole, il vento, il movimento delle acque, lo scambio termico eccetera, senza contare le tecnologie, ormai mature, che consentono non solo di ottimizzare la produzione di energia da tali risorse, ma soprattutto di

ottimizzare il consumo stesso dell'energia, in ossequio al principio che il primo guadagno è non spendere, cioè l'energia migliore è quella che non si consuma.
Gran parte delle fonti energetiche che utilizziamo è di origine fossile. La loro combustione, è vero, "fa muovere il mondo". Il problema è verso dove. Perché oltre a consumare se stesse, queste fonti nel loro processo di generazione di energia consumano l'aria che respiriamo, l'acqua che beviamo, l'ambiente in cui viviamo. Consumano cioè, inquinandoli e riducendone la disponibilità, gli elementi che ci permettono di sopravvivere sul pianeta Terra. Si tratta di tematiche enormi, di carattere esistenziale, ma anche di grandi temi politici, in quanto riguardano direttamente la vita degli uomini e delle comunità. Anche se la politica, a quasi tutti i livelli, sembra occuparsene poco e distrattamente.

Ci riguarda, perciò è politica
L'ho presa apparentemente troppo da lontano e mi sembra di sentire già le fatidiche domande: "ma che cosa c'entra tutto questo con il tuo far politica, con la nostra politica? Se la grande politica, quella che governa i destini del mondo, non può o non vuole o non ha gli strumenti per affrontare quei problemi, che cosa mai potremmo fare noi, piccolo paese, oltretutto squattrinato, e più giù che cosa potremmo fare noi nei nostri piccoli territori, periferici perfino rispetto alla Regione Lombardia? Che strumenti potremmo mettere in campo?
È vero che problemi di tali dimensioni hanno bisogno di strumenti adeguati di analisi e di intervento, che noi non possiamo quasi nemmeno immaginare. Eppure quegli stessi problemi sono tutte questioni che ci interrogano direttamente: l'inquinamento progressivo e apparentemente inarrestabile, il degrado ambientale, la distruzione di interi ecosistemi, la biodiversità sempre più a rischio, l'urbanizzazione e l'antropizzazione sempre più spinte, la riduzione delle disponibilità di acqua dolce utilizzabile, la desertificazione, il cambiamento climatico ormai evidente, la ricchezza finanziaria che distrugge la ricchezza naturale, impattano sulla nostra vita quotidiana, qui e ora, impoverendola e rendendola più difficile.

Un futuro da immaginare
E allora, se riguarda tanto da vicino noi e i nostri figli e nipoti, dobbiamo trovare gli strumenti adeguati per poter intervenire, per poter dimostrare che qualcosa è possibile fare, e soprattutto per fare qualcosa. È un compito della politica, ma prima ancora è compito dei cittadini chiamare la politica e i politici a una visione e a un'azione di lungo respiro.
Nella mia attività politica e istituzionale, e soprattutto negli ultimi anni, come consigliere regionale, ho promosso diverse pubblicazioni su problemi territoriali. Avevano tutte un denominatore comune: si trattava di problemi sistemici, quindi di "visione" (dalle infrastrutture alla mobilità sostenibile, dall'agricoltura

alla pianificazione di “aree vaste” ma omogenee…) ma trattati su contenuti fortemente territoriali, e sempre basati su studi, scientifici o tecnici, che fornissero prima di tutto i dati, le informazioni affinché i problemi potessero essere analizzati e dalle analisi potessero scaturire le soluzioni possibili. Ho sempre pensato che una buona politica non può prescindere dallo studio, dallo sforzo intellettuale, dalla comprensione dei problemi senza alcun paraocchi propagandistico o rivolto al consenso immediato. Ho sempre pensato che la buona politica dovrebbe pensare alle prossime generazioni più che alle prossime elezioni.
Questo libro è l’ultima pubblicazione che promuoverò come consigliere regionale e grazie al sostegno del gruppo regionale del PD. Anzi, quando uscirà e potrete leggere queste parole sicuramente io non avrò più quel ruolo perché le elezioni saranno già avvenute.
Per questo alle caratteristiche, al metodo delle precedenti pubblicazioni, che sono stati mantenuti, ho voluto aggiungere un allargamento della visione. Ecco le ragioni di una partenza tanto da lontano.
Nessuno pensi però a una sorta di “testamento politico” da parte mia: intanto perché di fronte a un tale pensiero mi verrebbe da ridere, e poi perché, seppure senza alcun ruolo come ho deciso e promesso da tempo, e quindi in forme diverse, non potrò interrompere il mio impegno di una vita per costruire, passo



Casa di riposo Villa Sacro Cuore di Casalmorano

passo, un mondo migliore, più uguale nelle opportunità per tutte le diversità che lo abitano. Torniamo però alla visione e a questo libro.

Obiettivo Carbon Zero

Dunque ridurre l'utilizzo (non solo lo spreco, che pure sarebbe già un risultato) delle fonti di energia "dannose" o pericolose significa sostanzialmente ridurre l'utilizzo di fonti fossili (e anche di alcune "alternative" che comportano comunque combustione e dunque inquinamento, ma questa è un'altra storia).

Dal livello mondiale e giù, a cascata, si susseguono e… si sprecano programmi, appelli, impegni: Conferenze internazionali sul clima, programma 202020 dell'Unione Europea, Agenda 21, Conferenza sul Clima-COP21, sono solo alcuni esempi di impegni solenni. I risultati, però, tardano a venire, e anche quelli raggiunti rischiano di essere insufficienti e di arrivare fuori tempo. Perché anche il tempo sembra non essere più infinito.

L'Italia, come per molti altri temi, vede risultati apparentemente ancora più incerti, e soffre del suo storico strabismo fra leggi buone e talvolta all'avanguardia e comportamenti politici, collettivi e individuali che troppo spesso vanno in direzione opposta. Bisogna dire che l'obiettivo di un mondo "Carbon Zero", che cioè faccia a meno dei combustibili fossili, non solo è ancora lontano, ma non sembra



Centro storico di Pizzighettone

nemmeno essere universalmente condiviso. E bisogna anche dire che comunque dei risultati, anche importanti, nella riduzione del consumo di energia da fonti fossili sono stati raggiunti, in Italia, in Europa e oltre.
Si tratta però, quasi sempre, di risultati "puntuali", che riguardano singoli aspetti – l'edilizia, l'agricoltura, la produzione energetica, l'automobile eccetera – e/o singoli luoghi o episodi: un singolo edificio o un gruppo di edifici collegati, una singola azienda agricola o una piccola filiera locale, una singola linea di trasporto… e si fermano, in gran parte, all'efficientamento della produzione energetica dalle fonti tradizionali.
Non che questo non sia positivo. Oggi, però, non possiamo più accontentarci del "meglio che niente". È indispensabile cambiare paradigma. Oggi, non in un domani indefinito e sempre procrastinato.

Una sfida "di sistema" nelle "Terre di Mezzo"
Ecco allora la ragione di queste pagine. Con questa pubblicazione vogliamo lanciare un'idea, una sfida: quella di mettere a fattor comune le conoscenze, le esperienze esistenti, farne tesoro e realizzare in un territorio definito un sistema di organizzazione delle infrastrutture, della produzione, dell'agricoltura, della mobilità, dell'urbanistica e dell'edilizia che si ponga l'obiettivo di diventare un territorio "Carbon Zero".
Un progetto da mettere in campo qui e ora, anche se naturalmente l'obiettivo finale avrà bisogno di tempo.
Le pagine che seguono dimostrano che si tratta di un'idea ambiziosa, certo, che avrà bisogno di tanto lavoro e di tanta determinazione, politica e non solo. Ma non si tratta di qualcosa di irraggiungibile nei tempi umani.
Fra i territori della Provincia di Cremona abbiamo individuato le Terre di Mezzo, quella striscia che taglia trasversalmente il territorio provinciale separando il Cremasco dal Cremonese, raccolto sostanzialmente attorno ai tre centri di Soresina, Castelleone e Pizzighettone.
Perché questa scelta? Per le dimensioni compatte del territorio, per l'omogeneità della sua antropizzazione, per la convivenza di un'agricoltura sviluppata, di industrie di trasformazione, di industrie anche energivore, di un polo logistico apprezzabile, di un'infrastruttura di mobilità che comprende, oltre a una rete viaria oggetto in anni abbastanza recenti di interventi di modernizzazione, di due linee ferroviarie, del terminale del canale navigabile, di un servizio di trasporto pubblico su gomma, cosiddetto "a chiamata", a tutt'oggi innovativo nella sua formula, di servizi ai cittadini, in particolare nel settore socio sanitario, attrattivi di utenza anche esterna.
Da qui il gruppo di esperti che leggerete, e che ringrazio uno ad uno per l'impegno, la competenza e la passione, ha iniziato ad acquisire dati, a studiare la

situazione esistente per capire come sarebbe possibile muoversi già da oggi, quali potrebbero essere i primi passi verso la strada della riduzione con tendenza a zero dell'utilizzo di energia prodotta da fonti fossili.
Si è arrivati a calcolare la produzione complessiva di anidride carbonica per ciascuno dei comuni delle Terre di Mezzo. E questa è la prima volta che avviene in modo così puntuale e su un'area definita omogenea.
Sono state analizzate le esperienze di case di riposo del territorio sia dal punto di vista del traffico generato che per quanto riguarda la possibilità di ridurre o eliminare la dipendenza dal petrolio per la gestione energetica.
Sono state studiate esperienze anche estere che potessero illuminare il cammino.
È stato fatto un vero e proprio business plan riguardo al costo energetico e manutentivo delle abitazioni, private e pubbliche (Aler), che supera di gran lunga il costo di costruzione e quindi a quanto si potrebbe risparmiare, pur scontando un possibile incremento del costo iniziale, se l'abitazione, o l'edificio in genere, fosse costruito con criteri di risparmio energetico passivo e attivo utilizzando fonti totalmente rinnovabili e puntando sulla totale autosufficienza energetica.
E se, nell'analisi del servizio di trasporto Stradibus, sembra facile la risposta sull'utilizzo di bus elettrici come soluzione, non è invece così banale capire che si tratta di una strada percorribile per un servizio extraurbano.
Insomma, sono stati studiati diversi aspetti del problema, e già sono state individuate alcune risposte che possono avvicinare all'obiettivo posto. E si tratta, badate bene, di tecnologie, prodotti e servizi già oggi disponibili e ormai a costi competitivi con le tecnologie e i prodotti tradizionali. L'obiettivo, naturalmente, è tutt'altro che raggiunto o raggiungibile. Bisognerà affrontare molti altri aspetti, anche molto complessi, come il tema dell'urbanistica, che non significa solo la divisione fra aree edificabili e non, ma una vera e propria organizzazione del territorio che al suo interno e nelle relazioni con l'esterno si ponga obiettivi di risparmio e di profitto energetici. E ancora si dovrà ragionare sul sistema agricolo, su quello industriale. E sarà anche necessario un grande processo di crescita della coscienza collettiva dei cittadini che dovranno misurarsi con stili di vita diversi, ma non per questo peggiori. Il "nostro" progetto riguarda un piccolo territorio, anche se omogeneo, come appunto quello delle "Terre di Mezzo" ma è un'idea esportabile all'ennesima potenza. Così facendo noi pensiamo si possa estendere alla Lombardia e, man mano, a tutto il territorio nazionale. Per arrivare, noi crediamo, ad uno sviluppo davvero sostenibile che passi attraverso un consumo energetico ridotto e senza l'uso delle materie prime fossili.

Diversi ma uniti: così si vince
Saprà la politica non solo supportare, ma guidare un processo tanto complesso e ambizioso? Perché una cosa è certa: senza una forte azione politica una tale

sfida non è nemmeno pensabile che possa essere vinta. La politica potrà essere protagonista se saprà tornare ad essere, da elemento di divisione quale è ormai da troppo tempo, elemento unificante del territorio, raccogliendo anche in se stessa la sfida della diversità che sa costruire percorsi comuni.
Una sfida che dovrà partire dai Municipi, che dovranno trovare ragioni di cooperazione più numerose e forti delle ragioni di concorrenza, e costruire insieme una visione comune e unica del territorio, da lanciare fino alla Regione Lombardia, che nel suo ruolo di ente regolatore e programmatore dello sviluppo dei territori dovrà assumere la visione delle Terre di Mezzo, sostenerla e rilanciarla.
Perché se la sfida può smuovere l'orgoglio di un territorio che da periferico potrebbe diventare modello centrale, forse il primo che coinvolge tutto un sistema territoriale, su cui studiare e formulare le politiche future di uno sviluppo davvero sostenibile, non di meno potrebbe inorgoglire la Regione Lombardia, che potrebbe diventare anche su questo fronte un motore dell'Europa futura.
E poi anche perché questa sfida potrebbe avere ricadute economiche positive di tutto rispetto.
Se è vero, come è vero, che il mondo ormai è tanto interconnesso e interdipendente che un battito d'ali di farfalla a Milano può provocare un terremoto in Argentina, la mia speranza è che questa sfida venga raccolta, portata avanti fino in fondo, e che diventi quel battito d'ali capace di provocare un terremoto, ma un terremoto che costruisce anziché distruggere.

Un progetto concreto. Da realizzare
Il progetto che qui riassumiamo lo vogliamo consegnare alla futura Giunta regionale e a tutti i Sindaci delle Terre di Mezzo con l'idea che possa prendere forma attraverso un vero e proprio accordo di programma. Servirà naturalmente un approfondimento, una sorta di progetto esecutivo che coinvolga, insieme alla Regione e ai Sindaci, anche la Provincia, la Camera di Commercio e tutti i portatori di interesse socio-economici del territorio. Un progetto di sviluppo sostenibile con l'obiettivo di ridurre l'inquinamento e, proprio per questo, candidare lo stesso progetto dentro un percorso di servizio ecosistemico. Mi spiego meglio. La legge n. 221 del 28 dicembre 2015, meglio conosciuta come "Collegato ambientale", ha finalmente introdotto il principio della remunerazione dei "servizi ecosistemici". All'interno di un percorso innovativo che considera basilare lo sviluppo di una "economia circolare", viene promosso l'approccio alla premialità in materia ambientale. Si tratta di un nuovo concetto che cambia completamente il modo di affrontare le questioni ambientali, passando dalla logica delle norme di tutela ambientale viste come ostacolo allo sviluppo, a politiche ambientali come elemento determinante per stimolare una ripresa economica incardinata su basi solide e durature.

Tradotto: se attraverso progetti specifici tu mi riduci l'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo, io soggetto pubblico (Stato, Regione…) ti riconosco un premio, cioè un sostegno economico.
I progetti possono essere presentati sia da soggetti privati che pubblici. La mia idea, e quella del Gruppo Consiliare regionale del Partito Democratico, che consegno con lo studio realizzato da diversi esperti e qui riassunto nel libro, è quella che i Comuni delle "Terre di Mezzo" si facciano promotori della definizione di uno specifico progetto di sviluppo sostenibile che possa essere candidato per ottenere un congruo sostegno economico. L'obiettivo? Ridurre l'inquinamento migliorando la nostra qualità della vita e in particolare quella dei nostri figli e nipoti.

Agostino Alloni è nato a Pianengo (CR) il 7 giugno 1995, nel febbraio 2013 per la seconda volta è stato eletto consigliere regionale con la lista del Partito Democratico. In passato ha ricoperto gli incarichi di vicepresidente della Provincia di Cremona e assessore all'urbanistica del Comune di Crema. Prima ancora, a soli 22 anni, è stato sindaco di Pianengo.



Invertire la rotta: il rammendo del territorio

di Marco Ermentini

È inutile nascondercelo, viviamo nei grandi sprechi che le generazioni future pagheranno. Questo fatto è vero anche per la Lombardia che ha un grande territorio urbanizzato, ma possiede anche grandi risorse naturali.
Forse è giunto il tempo di invertire la rotta, di cambiare punto di vista, di aguzzare l'ingenio per cercare di contrastare la deriva che ha segnato il nostro recente passato. Forse conviene cercare di imparare dai fallimenti della pianificazione del nostro territorio per reagire di fronte ai grandi problemi che ci affliggono.
Negli ultimi anni in Lombardia sono stati consumati moltissimi ettari, ma la quantità che fa davvero impressione sono quelle aree agricole e che nei prossimi anni (salvo il protrarsi della crisi) potrebbero essere urbanizzati e in base ai piani urbanistici già in vigore. Così abbiamo sotto gli occhi un'urbanistica fallita, basata su dati quantitativi, su metri cubi, una specie di "metrocubismo" che non è una corrente pittorica degli inizi del '900, purtroppo è molto peggiore. Un'urbanistica incapace di stare a contatto con le cose e con le persone: angusta, che semplifica il complesso, che crea separazioni tra teoria e pratica, frutto di calcoli puramente virtuali. Quindi è necessario cambiare registro, serve un grande cambiamento verso un progetto ispirato al principio del risparmio del suolo e della

rigenerazione. Questo non vuole dire non fare più niente bensì fare in modo più intelligente. Serve un nuovo inizio, una piccola rivoluzione. Mi spiego.
Renzo Piano quando è stato nominato senatore a vita con il suo gruppo G124 ha proposto una parola chiave particolare: il rammendo.
La vecchia pratica artigianale del rammendo può essere adottata con successo nell'intervento sul costruito e nel territorio. Essa può riguardare dai più piccoli oggetti alle periferie delle nostre città. Così forse è giunto il tempo di riscoprire preziosi saperi dimenticati: adattare, rattoppare, riusare, mantenere. Tutte operazioni attente a non sprecare e a utilizzare con parsimonia, senza ricorrere a comode semplificazioni, senza produrre rifiuti. Vuole dire costruire sul costruito senza sprecare nuovo suolo, vuole dire far crescere gli insediamenti umani per implosione e non per esplosione. Vuole dire basta con la crescita insostenibile a macchia d'olio. Vuole dire trasformare i brownfield in greenfield e non l'opposto come si è fatto fino ad oggi.
Ma c'è di più, se siamo in grado di rammendare qualcosa saremo in grado di riparare anche i rapporti umani. È una necessità terapeutica per ricucire, allo stesso modo la ricucitura delle parti del nostro territorio vuole dire connettere le parti separate, non solo quelle fisiche, ma anche eliminare le separazioni che danneggiano.



Marco Ermentini e il gruppo G124 di Renzo Piano

Le separazioni tra le discipline: gli architetti debbono dialogare con gli economisti, i sociologi, gli ambientalisti. Le separazioni tra teoria e pratica che hanno provocato gravi danni al nostro territorio. Le separazioni tra gli enti che decidono il governo del territorio e che si contrappongono provocando disfunzioni e paradossi. Le separazioni fra le parti del territorio che costruendo muri fra i luoghi hanno favorito la segregazione. Le separazioni tra i vecchi e i giovani: nessuno è più interessato a essere l'anello di congiunzione tra le generazioni e a sentirsi parte di un passato condiviso. Le separazioni tra le funzioni: da una parte la produzione e dall'altra la residenza. Le separazioni tra gli abitanti di diversa origine etnica e condizione sociale. Le separazioni tra l'uomo e la natura come se non ci si accorgesse di farne parte, Insomma, ricucire le separazioni vuole dire recuperare il significato delle cose a partire dalla loro connessione.
Certo serve un grande sforzo nel cambiare il nostro modo di concepire l'intervento umano sul territorio ma non abbiamo scelta, il tempo sta scadendo e dobbiamo incamminarci verso un futuro di alleanza con la terra, un futuro di equilibrio con le risorse disponibili, un futuro in cui la natura non sia più un deposito potenziale di materiali per il "mercato", un futuro di riconversione ecologica dell'economia, un futuro in cui dimenticare finalmente la nostra superbia. Questo pensiero non è un'astratta utopia, basta pensare che a giugno la quota di



Le casematte della cinta muraria di Pizzighettone

produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia ha superato quella proveniente da fonti fossili. Ciò vuole dire che, anche se non ce ne siamo accorti, la rivoluzione energetica è in corso con risultati impensabili solo dieci anni fa.
Così, anche in questi tempi difficili, sperare di migliorare le nostre città, le nostre periferie, il nostro territorio, il nostro ambiente, cercare di conservare il nostro patrimonio in maniera non museale e mummificato ma al servizio dell'uomo sono azioni e propositi realmente raggiungibili, sono attese concrete alla nostra portata.
Salutiamo quindi con molto interesse lo studio "Carbon Zero" che riguarda le "Terre di Mezzo" un importante pezzo di territorio della provincia di Cremona. Una best pratice che ci potrà dare risposte utili, da allargare il più possibile nel resto della Lombardia.

Marco Ermentini è nato a Crema l'11 giugno 1956. Architetto, fondatore della Shy Architecture Association che raggruppa il movimento internazionale per l'architettura timida, ha vinto nel 1995 il Premio Assisi per il miglior restauro eseguito in Italia e nel 2013 la menzione speciale del Premio Internazionale Domus restauro. Lavora nello studio di architettura "Ermentini Architetti".



Nuove linee guida per un futuro sostenibile

di Chris Luebkeman

I vantaggi dei recenti interventi degli esseri umani sull'ambiente contribuiscono notevolmente alla nostra qualità della vita. Autostrade, aeroporti e sistemi ferroviari ci consentono una facile mobilità, innovazioni in progettazione, materiali e tecniche di costruzione hanno reso possibile la realizzazione su vasta scala di alloggi a prezzi accessibili mentre le sempre crescenti risorse di scuole, biblioteche e musei ci danno accesso a informazioni come mai prima.
Ma l'ambiente costruito moderno non ci ha portato solo benefici perché contribuisce ad emettere una minaccia molto grave: i gas che creano l'effetto serra.
Se l'ambiente costruito dall'uomo può essere considerato uno dei maggiori responsabili per l'aumento dei gas serra nella nostra atmosfera, le stesse città e le relative infrastrutture che stanno causando il problema possono essere determinanti anche nel fornire la soluzione. Dobbiamo dunque gestire le nostre creazioni con la stessa intelligenza e determinazione che abbiamo usato per realizzarle. Se le nostre città continueranno a consumare risorse ed emettere gas pericolosi al ritmo odierno, noi tutti dovremo affrontare gravi conseguenze. Se vogliamo continuare a beneficiare dei doni della città moderna, questa deve consumare ed emettere meno. O meglio, deve emettere di gran lunga molto meno, idealmente zero.

Per diventare "Carbon Zero" un paese deve ridurre drasticamente le emissioni e compensare le emissioni residue con attività che mitighino i danni che tali emissioni possono causare. L'ONU e l'Unione Europea hanno adottato standard che possono servire come guida affidabile per guidare un paese ad una gestione responsabile e sostenibile dei gas serra. Prima però di poter pensare a come migliorare i risultati, è necessario calcolare la quantità di emissioni. Successivamente, per arrivare a migliorare la nostra situazione, dobbiamo incentivare e promuovere attività come piantare alberi, creare spazi pubblici e giardini oltre a adottare misure per ridurre la dipendenza delle persone dalle automobili private. Ogni istituzione, pubblica o privata, con potere sufficiente per indurre un cambiamento al modo con cui ci relazioniamo al tema delle emissioni, deve guidare lo sforzo di ridurre i gas serra. I governi regionali e comunali, per esempio, dovrebbero intraprendere azioni come adottare innovative linee guida per i regolamenti edilizi, promuovere l'efficienza energetica con benefici fiscali e stimolare la realizzazione di edifici attivi "energy-plus" (edifici che producono più energia di quanta ne consumano n.d.r.), consentire aumenti di volumetria o sviluppare strategie alternative per incoraggiare la nascita di una comunità "Carbon Zero". È necessario ripensare tutti i sistemi a disposizione in modo che ci sia la maggior diffusione possibile in tutti i settori. Le emissioni incontrollate sono un problema molto serio, ma non insormontabile. Per risolverlo sarà necessario usare un po' della nostra intelligenza e fors'anche causare alcuni lievi disturbi allo status quo, al cosiddetto modello "business as usual". Possiamo gestire tali cambiamenti in modo efficace. Se invece adottassimo un comodo atteggiamento di apatia renderemmo quasi irraggiungibile l'obiettivo di avere un futuro sostenibile. Dobbiamo cercare di essere i migliori antenati possibili. È con questo spirito che io sostengo l'adozione di linee guida che stabiliscano un chiaro percorso verso un futuro sostenibile. È con questo spirito che dobbiamo, ad esempio, aggiornare i nostri regolamenti alla luce dei dati dei più recenti cambiamenti climatici, evitando di continuare a utilizzare i vecchi dati.

Chris Luebkeman è nato 57 anni fa negli Stati Uniti. Direttore di Ricerca e Innovazione di Arup ha studiato ingegneria strutturale e architettura. Ha insegnato architettura allo Swiss Federal Institute of Technology di Zurigo, all'Università dell'oregon, al Massachusetts Institute of Technology di Boston e alla Chinese University di Hong Kong.



Un approccio coordinato e integrato per tutelare l'ambiente

di Ricardo Jordan

C'è consenso nella comunità scientifica sul fatto che dobbiamo ridurre radicalmente il nostro attuale livello di emissioni di gas serra da circa 40 miliardi di tonnellate all'anno, pari a 7 tonnellate procapite, ad una media di 2 tonnellate procapite entro il 2050. Stime accurate stabiliscono che sin ad oggi abbiamo già accumulato emissioni totali di CO_2 per circa 2.000 miliardi di tonnellate, il che ci lascia con un "budget" di "soli" 1.000 miliardi di tonnellate di gas a serra da emettere prima che venga superata la soglia del riscaldamento globale di 2 ° C. È dunque necessaria un'azione urgente ad ogni scala per ridurre le emissioni di gas serra e quindi ogni potenziale sviluppo insostenibile. Mentre da un lato le attività umane e l'ambiente costruito contribuiscono notevolmente ad aumentare la presenza di gas serra nell'atmosfera, dall'altro posseggono i requisiti e il potenziale per cambiare l'attuale modello di sviluppo e quindi per minimizzarne gli impatti ambientali associati. Oggi dobbiamo proporre un nuovo modello di sviluppo urbano, per influenzare positivamente il futuro. Abbiamo le conoscenze e gli strumenti per portare avanti un reale cambiamento, per plasmare l'urbanizzazione in un modo che possa continuare a creare benefici sociali ed economici senza però danneggiare l'ambiente. Nelle Americhe, come in Europa ed in parti-

colare in Lombardia, le nostre città e nei centri urbani devono affrontare un gran numero di sfide, in particolare quelle relative alle conseguenze dei problemi ambientali a scala globale, come i cambiamenti climatici accompagnati da modelli di consumo insostenibili. L'inevitabile e costante crescita urbana ha creato pressioni ambientali sulle città e sull'equilibrio del loro contesto ecologico, generando criticità e vulnerabilità distribuite purtroppo in modo diseguale in ogni regione. Per ciò che riguarda queste sfide ambientali, le Nazioni Unite riconoscono che non è più accettabile una politica che programmi meramente la riduzione delle emissioni. È necessario un nuovo paradigma, che consideri crescita, uguaglianza ed efficienza energetica come azioni complementari di una crescita "verde" che riduca nell'immediato ogni danno ambientale senza posporne la soluzione ad un ipotetico futuro. L'ONU sta sviluppando tale nuovo paradigma, secondo il quale le istituzioni e le politiche pubbliche debbono promuovere un "*big environmental push*" ovvero una "grande spinta ambientale": un cambiamento radicale che trasformi la struttura produttiva e rafforzi la diffusione del progresso tecnico in maniera equa e sostenibile. Tale cambiamento, nel ricercare la tutela dell'ambiente, intende dissociare la crescita economica dalle emissioni serra (per promuovere efficienza ambientale). Come promotrici di tale politica, le Nazioni Unite sostengono lo sviluppo di nuovi percorsi di crescita "low carbon", ovvero a basse emissioni, facilitando il ri-orientamento di investimenti finanziari mirati. Lo sforzo di passare ad un nuovo modello di crescita "low carbon" richiede infatti un approccio integrato e coordinato: per esempio, non può essere creato un nuovo sistema di trasporto senza che venga promossa l'espansione simultanea delle necessarie infrastrutture. Inoltre, i consumi e i modelli di produzione non cambieranno sino a che la composizione dei costi e dei prezzi non penalizzi processi e prodotti inquinanti. Pertanto noi appoggiamo la proposta di adottare una legislazione innovativa "Carbon Zero", con linee guida che promuovano l'attuazione di politiche a "energia, emissioni e rifiuti zero" in Regione Lombardia. È necessaria un'azione urgente per ridurre le emissioni di gas serra e per modificare gli attuali modelli insostenibili di sviluppo.

Ricardo Jordan è nato l'11 ottobre 1955 a Santiago del Cile. Direttore dell'Unità di Insediamenti Umani delle Nazioni Unite, è specializzato in Gestione urbana sostenibile e economia urbana e insegna Pianificazione urbana regionale alla Pontificia Università di Santiago del Cile.



Gli incentivi motore della riqualificazione energetica e strutturale degli immobili

di Tommaso Dal Bosco

In tutte le epoche – e nella (post) modernità ancora più frequentemente – è avvenuto che alcune parole abbiano fatto improvvisamente irruzione nel discorso pubblico finendo per dominarlo per periodi più o meno lunghi. La durata di questi periodi è direttamente proporzionale all'efficacia con cui questi termini sono stati in grado di esemplificare il peso, l'importanza del tema che intendevano rappresentare. E, tuttavia, non si può fare a meno di sottolineare che l'uso reiterato e, spesso, inappropriato di questi termini genera assuefazione in chi lo ascolta e finisce per svuotarne il significato autentico, più profondo minandone, in definitiva, l'efficacia.
È certamente il caso di "sostenibilità", la parola che, piano piano, abbiamo finito, tutti, per considerare la più appropriata ed efficace per rappresentare un concetto (che riguarda gli equilibri ambientali, sociali ed economici) su cui, in linea di principio, tutti erano d'accordo. Tranne uno: Groucho Marx! Il grande comico disse infatti con la consueta verve dissacrante e provocatoria: "perché mai dovrei preoccuparmi delle generazioni future? Cosa hanno fatto loro per me?". Lo ha recentemente ricordato ad un convegno l'ex Ministro Enrico Giovannini che si occupa molto, e molto seriamente, di questo tema.

Nell'abuso di questo termine ci sta anche l'ansia definitoria e classificatoria di chi lo utilizza in mille diverse accezioni e declinazioni e io avrei voluto fare a meno di riproporla ma, incuriosito dal fatto di non essere mai stato smentito, provo a ripetere qui, per la prima volta per iscritto, la mia personale definizione: *sostenibile è, sempre, ciò che si fa, qui e ora, come risultato del bilanciamento di interessi economici, sociali e ambientali.*

Sono ben consapevole della astrattezza di questa definizione ma l'ho concepita e adottata, provocatoriamente, proprio per tornare a riflettere sul contenuto autentico del termine sostenibilità e contrastare la sciatteria con cui viene, ormai troppo spesso, evocato senza più riuscire credibilmente a stimolare la consapevole partecipazione di chi lo ascolta.

Il problema è, semplicemente, che i rapporti di forza tra le categorie di interessi che ho richiamato, si sono nel tempo gradualmente modificati.

Nel secondo dopoguerra chi poteva immaginare per l'Italia un futuro di terra per il turismo e il leasure? Chi si sognava di contestare l'idea di investire nell'industria manifatturiera pesante al Sud per dare lavoro e contenere l'esodo delle masse che lasciavano i campi per trasferirsi nelle periferie del Nord? Chi poteva immaginare che questi investimenti sarebbero difficilmente stati riconvertibili in un'ottica di cambiamento delle strategie generali di sviluppo?

Certo, alla luce di quanto è successo dopo si può dire che abbiamo imboccato strade non proprio allineate con la vocazione del nostro Paese ma, in quel momento, l'equilibrio tra le forze che ritenevano prioritario lo sviluppo economico e sociale, l'ambiente veniva, con il generalizzato consenso di (quasi) tutti, sacrificato.

Oggi, che il benessere è più diffuso e i bisogni primari ampiamente soddisfatti, ci possiamo permettere (è l'espressione giusta?) di occuparci anche di una questione i cui impatti sono un po' più differiti nel tempo: quella ambientale. E, oltretutto, dobbiamo prendere atto del fatto che lo sviluppo economico non ha più risvolti sociali così univocamente positivi come ci si aspettava perché, nel frattempo, ha generato perdita di identità e confusione di valori che, a loro volta, producono spaesamento e tensioni. In pratica, altri squilibri.

Insomma la ricerca dell'equilibrio si è fatta via via sempre più complicata come conseguenza sia dell'aumento, verticale e orizzontale, di istruzione, cultura, scienza, della conoscenza di soluzioni tecnologiche, sia del fatto di aver sperimentato direttamente (la nostra generazione), con l'esponenziale aumento della velocità dei processi, l'impatto delle loro esternalità negative. E questo ha fatto definitivamente cadere l'obiezione di Groucho perché, a questo punto, ci siamo accorti che la ricerca della sostenibilità non è più una necessità che riguarda solo la tutela degli interessi delle generazioni future ma anche quelli della nostra stessa.

A questa oggettiva complicazione si sono aggiunte la burocratizzazione della democrazia rappresentativa e delle sue procedure.
Insomma, i bisogni molto più sofisticati ai cui stimoli rispondiamo noi oggi, richiedono soluzioni altrettanto sofisticate, non si accontentano di opzioni rozze come quelle a cui una volta, quando i bisogni erano più basici, eravamo abituati e, la ricerca di queste soluzioni, nella dialettica tra le forze in campo, essendo evidentemente più facile interdire che fare, ha spesso determinato afasia, immobilismo.
Siamo al paradosso: l'equilibrio, inteso letteralmente come l'incapacità delle forze in gioco di trovare una soluzione costruttiva, non è più equilibrio. Anzi genera squilibri: prima di tutto economici e sociali. Inutile dilungarsi sui costi del non fare: impedire la crescita, il miglioramento della qualità della vita, lo sviluppo, il progresso.
Nello specifico poi, delle questioni connesse alla riqualificazione energetica e strutturale del patrimonio immobiliare, questa contraddizione emerge in maniera ancora più prepotente e vistosa: manufatti degradati e inefficienti che consumano risorse economiche, energetiche e ambientali, deprimendo le condizioni di vita di chi le abita; economia (notoriamente quella con il più alto moltiplicatore) legata al mondo della progettazione, delle costruzioni, delle tecnologie impiantistiche e dei prodotti ad alta efficienza che non cresce; peggioramento degli standard di vita per tutti.
Uscire da questo circolo vizioso è oggi un imperativo.
La proposta di legge regionale in esame si pone questo problema e cerca, attraverso un percorso partecipativo, la costruzione di un sistema di incentivi intelligente per il recupero di questo equilibrio.
È un percorso non banale.
I soldi pubblici sono pochi. E questa non è una condizione estemporanea, congiunturale. Con essa dovremo fare i conti per molto tempo. Certamente per più di una generazione. Per questo è necessario usarli selettivamente, assicurando la massima efficacia di impiego possibile. L'investimento pubblico non può più realizzarsi con il banale rimborso a piè di lista dei progetti più belli (valutati da chi?) o, peggio, dei primi 10, 100 o 1000 che sono arrivati.
L'investimento pubblico è, appunto, un investimento. E come tale deve puntare al massimo rendimento possibile. Valutabile anche in termini di benefici sociali, se si vuole, ma misurabile e, comunque, il massimo possibile.
Le nostre amministrazioni, salvo qualche raro virtuoso caso, nella media non sono abituate a ragionare in questi termini. Devono iniziare a farlo. Devono essere modellizzate e diffuse le buone pratiche che esistono in tal senso, deve evolvere la cultura degli amministratori e dei funzionari, ma l'autorità centrale (Regione o Stato che sia) ha il dovere di progettare e applicare meccanismi incentivanti

sofisticati (ricordate la mia premessa sulle soluzioni facili?) coerenti con questa prospettiva altrimenti questa evoluzione sarà sempre rinviata e, il suo ritardo, ci condurrà inevitabilmente al declino economico e tecnologico.
Per intervenire sulla riqualificazione energetica e strutturale degli immobili, pubblici o privati che siano, le leve economiche e tecnologiche ci sono. Per azionarle in modo efficace è necessario un nuovo patto tra attori responsabili: da un lato le autorità centrali dovranno fare uno sforzo aggiuntivo per sviluppare modelli che permettano di valorizzare, e integrare nei piani economico finanziari, quante più esternalità possibile per recuperare risorse da investire, metterle in gioco con meccanismi virtuosi e seri indicatori di performance, dall'altra i beneficiari pubblici o privati dovranno specularmente dimostrare di saperle utilizzare con il massimo dell'efficienza possibile.
La stagione della competizione, senza esclusione di colpi, per la conquista di risorse pubbliche come trofeo da esibire in casa propria e riprodurre a cascata logiche distributive (peraltro, ormai, straccione) è, fortunatamente, finita.
È ora di dimostrare con i fatti che, la sostenibilità, non è un espediente retorico per tornare a fare spesa ma un obiettivo concreto e misurabile su cui non ci giudicheranno solo le generazioni future. Anche quelle presenti.

Tommaso Dal Bosco, 51 anni, è responsabile dell'Area Sviluppo urbano e territoriale di Ifel, l'Istituto per la Finanza e l'Economia Locale di Anci. Ha fatto parte di numerose commissioni tecniche presso il Cnel. È membro designato dall'ANCI all'interno della Cabina di Regia istituita dal Ministero delle Infrastrutture per la realizzazione del Piano Nazionale per le Città.



Progettare la simbiosi tra ambiente naturale e costruito

di Gian Carlo Magnoli

Questa pubblicazione intende analizzare come sia possibile rendere gli interventi degli esseri umani sostenibili e compatibili con le esigenze degli ecosistemi. Nello specifico si intende calcolare le emissioni serra di un dato territorio (il cosiddetto delle "Terre di Mezzo", in provincia di Cremona) al fine di proporre come compensarle con attività collaterali, con un taglio applicativo, ovvero con analisi di casi di studio concreti, e una metodologia scientifica.
L'obiettivo principale del lavoro sta nel cercare di verificare quanto sia possibile ridurre i comportamenti inquinanti e gli impatti negativi causati dagli esseri umani sull'intorno naturale. Valutare con attenzione le conseguenze "nascoste" di una politica di contenimento dei costi porta necessariamente a valutare l'intero ciclo di vita di una attività o di un manufatto, nell'ottica del miglior rapporto tra produttività e sostenibilità. Come determinare gli impatti negativi nel lungo periodo? Quali sono i costi "nascosti" nell'intero ciclo di vita di un edificio?
Nelle pagine di questa pubblicazione si cercherà dunque di dare risposta ad una serie di interrogativi, generati dalle necessità di chi opera nel contesto produttivo edile nell'intento di verificare quanto sia possibile industrializzare i processi operativi nel settore.

Lo studio che segue si pone una serie di interrogativi, che possiamo riassumere per amore di sintesi come segue:
- è possibile calcolare le emissioni nocive nel nostro territorio?
- è possibile perseguire un approccio improntato al soddisfacimento contemporaneo delle necessità di sostenibilità economica, sociale e ambientale?
- come implementare questo nuovo modello di sviluppo?

Il lavoro è suddiviso in capitoli: inizialmente si definisce la tesi che propone un approccio simbiotico tra ambiente costruito dall'uomo e ambiente naturale, successivamente si definisce come acquisire i dati utili, dopo di che si prosegue valutando come sia possibile produrre un azzeramento delle emissioni nocive mantenendo o meglio ancora aumentando i bilanci economici e sociali di un territorio dato, descrivendo il contesto di riferimento (norme, direttive, e strategie in atto per la sostenibilità), ed elencando una serie di casi di studio e le conseguenti conclusioni corredate di linee guida per le amministrazioni locali.

Edilizia e sostenibilità

Il settore delle costruzioni, a livello globale (diverso è il discorso in ambito locale), non sembra mostrare segnali di crisi.

Il mondo, sia nelle zone sviluppate sia nelle zone in via di sviluppo, sta confrontandosi con una continua urbanizzazione. L'ambiente naturale viene gradatamente occupato da un nuovo ambiente, costruito ed edificato dall'uomo.

Ogni mese, secondo dati pubblicati dall'ONU nel 2006, sulla terra si inurbano circa otto milioni di persone, ovvero ogni quattro settimane viene costruita una "nuova città" delle dimensioni di Londra. Per portare questi dati su scala italiana ciò significa che al mondo viene costruita una nuova Milano ogni settimana.

Parimenti sorprendente è costatare che, sempre su scala globale, la pur generosa offerta di nuovi fabbricati non riesce a soddisfare pienamente la domanda. La popolazione mondiale tende a crescere ed a inurbarsi sempre più, sostenendo la domanda di nuove costruzioni. Continuiamo e continueremo a costruire edifici per il lavoro e la residenza.

Questa sensazionale crescita urbana offre certamente opportunità di sviluppo e promette miglior qualità di vita, ma crea anche alcune asimmetrie ambientali, economiche e sociali. Le pagine che seguono intendono rispettare il taglio tecnico di questa pubblicazione: pur accennando in questo primo capitolo ad esternalità ambientali e sociali che determinano la necessità di un nuovo rapporto tra edilizia e sostenibilità dello sviluppo, i capitoli a seguire si occuperanno principalmente di analizzare problematiche legate alla necessità di industrializzare il settore edile per garantire innovazione di processo e di prodotto, concentrandosi

sul aspetti principalmente tecnici come la certificazione di qualità in edilizia all'interno del rapporto tra costi e benefici.
Quali sono le responsabilità del settore edile, riconosciute anche a livello istituzionale dall'Unione Europea? Purtroppo il proliferare di costruzioni di bassa qualità, che consumano e inquinano, genera alcune *esternalità negative*, ovvero conseguenze con effetti negativi non programmati, tra cui sul piano meramente tecnico:
• un notevole consumo di risorse e di materie prime;
• un contino aumento della domanda di energia.

La progressiva e crescente *inurbazione*, con conseguente predominio dell'ambiente costruito dall'uomo sull'ambiente naturale è una caratteristica peculiare delle zone emergenti del pianeta – si pensi ad esempio alla Cina, all'India o ad alcune zone dell'Africa. Ma il mondo considerato sviluppato non è esente dal fenomeno.

La situazione in Italia
L'Italia non è dunque aliena a questo *trend*, e conosce una – sia pur rallentata - crescita continua nel settore delle costruzioni.
Non c'è dunque alternativa al modello urbano, e il settore delle costruzioni continua a crescere, generando nuovi immobili per le nostre città. Le nostre città, nate per ospitare la civiltà, oggi offrono spesso una bassa qualità di vita, divenendo a volte contesti insostenibili di "non-civiltà". Il messaggio è dunque potenzialmente contraddittorio: se non c'è alternativa reale alle città, come possiamo renderle "sostenibili"? Ma quali sono i problemi da affrontare? Quali sono le esternalità da includere nel budget del bilancio sociale?

Un modello di sviluppo insostenibile
La metà dell'energia consumata ogni anno nel mondo è imputabile agli edifici. Il mondo si sviluppa e la domanda di energia aumenta, con conseguenze estremamente onerose – a volte addirittura economicamente insostenibili - per l'intera società. Tra il 2001 e il 2003 il nostro pianeta ha sofferto una dozzina di blackout che hanno coinvolto milioni di persone (tra questi è importante ricordare: California gennaio 2001, Nigeria giugno 2001, Brasile gennaio 2002, Filippine gennaio 2002, Colombia marzo 2002, Filippine maggio 2002, Argentina novembre 2002, Algeria febbraio 2003, U.S.A. agosto 2003, Gran Bretagna agosto 2003, Danimarca settembre 2003, Italia settembre 2003).
In precedenza fatti del genere succedevano molto raramente: l'ultimo memorabile era stato il blackout del 1965 a New York. Questi pochi dati sono probabilmente sufficienti a spiegare come questo modello di sviluppo urbano sia

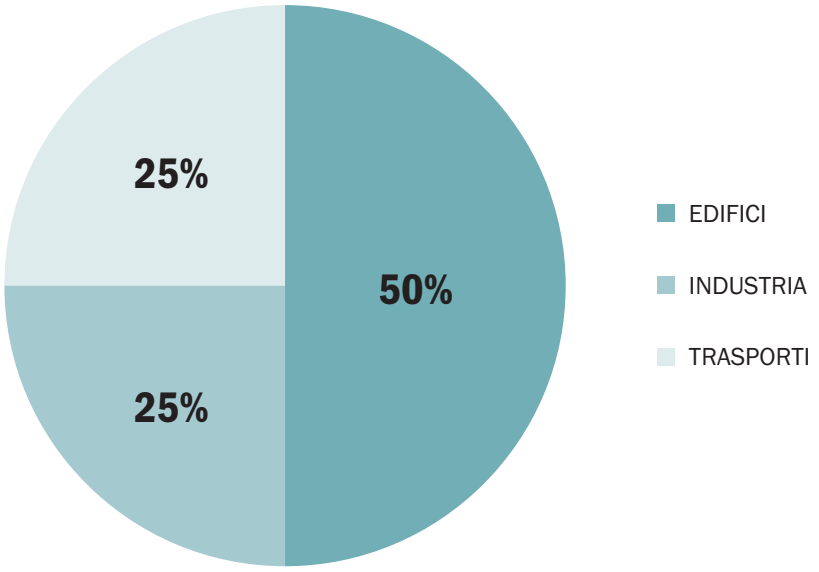
considerato insostenibile da tutte le maggiori istituzioni del pianeta. Lo sviluppo sostenibile è necessario per garantire a noi e alle future generazioni pari risorse e qualità di vita.

Edilizia e sviluppo insostenibile

Secondo i dati pubblicati dalle Nazioni Unite nel 2006 l'edilizia nel mondo è responsabile di circa il 50% dei consumi di energia, mentre il restante 50% è suddiviso in parti uguali tra: + 25 % industria e + 25% trasporti. E tale consumo è destinato a crescere: se è certo che il mondo si stia urbanizzando, è certo anche l'aumento esponenziale della domanda di energia. Secondo quanto descritto in precedenza con una metafora efficace, se è vero che ogni settimana viene costruita un'area grande come Milano, quindi ogni mese infatti viene urbanizzata un'area grande come Londra, possiamo immaginare quanto la domanda di energia sia destinata a crescere? Due sono le risposte possibili: aumentare la produzione di energia e risparmiare energia.

In Italia, paese tra i più industrializzati al mondo, l'industria necessita di un maggior apporto energetico rispetto alla media mondiale. Gli edifici italiani consumano quasi il 40% dell'energia necessaria al Paese su base annua. Tale energia è prodotta principalmente con combustibili di origine fossile, per cui ad alti

CONSUMO DI ENERGIA IN EUROPA (DATI 2005)



Fonte: Dati forniti nel 2006 dalla Commissione Europea, Direttorato Generale per l'Energia e i Trasporti

consumi corrispondono alti livelli di emissioni di CO_2 e di sostanze inquinanti. Se il territorio italiano continuasse a svilupparsi secondo il modello utilizzato nell'ultimo secolo presto arriveremmo ad una situazione insostenibile con alti tassi di inquinamento in inverno e continui rischi di black-out in estate.

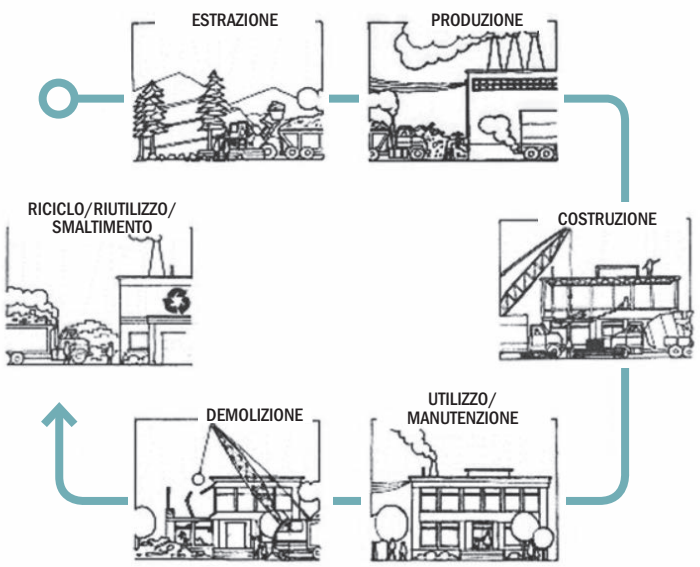
Gli impatti ambientali del settore delle costruzioni

A livello globale il solo settore edile impiega dal 30% al 40% di tutte le risorse naturali ed energetiche usate nei paesi post-industriali. Questa stima intende per edilizia non solo l'attività edificatoria, ma anche le fasi di produzione dei materiali da costruzione, utilizzo del territorio, costruzione, gestione ed uso degli edifici.

Secondo uno studio pubblicato dall'Università di Siena, gli edifici rappresentano:

- il 16-17% del consumo mondiale di acqua potabile (con problematiche legate al suo utilizzo ed alla sua corretta gestione in ambiente urbano, alle acque meteoriche, al recupero delle acque grigie e all'uso di sistemi naturali di depurazione);
- il 20% del legno da foreste;
- il 40% dei flussi totali di materia ed energia;
- il 25% delle emissioni di cloro-fluoro-carburi (CFC);

IL CICLO DI VITA DEI MATERIALI EDILI



Fonte: LCA – Governo degli Stati Uniti

- il 40% della CO_2 rilasciata in atmosfera;
- il 50% dei materiali estratti dalla crosta terrestre;
- il 20% di tutti i rifiuti prodotti (450 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e da demolizione).

La costruzione di nuovi edifici e di relative infrastrutture, le attività estrattive, gli stabilimenti per la lavorazione e trasformazione e lo smaltimento dei rifiuti edili consumano sempre più nuove fasce di territorio.
Prescindendo da costi e problemi politici, costruire nuove centrali per aumentare la quantità di energia erogabile ha un significato programmatico ma non offrirebbe risultati immediati. In edilizia manca una adeguata cultura energetica, che si sta costruendo un po' traumaticamente in tempi recenti. Centinaia di migliaia di edifici vengono costruiti o ristrutturati ogni anno: c'è dunque la possibilità - nel medio termine - di realizzare edilizia a basso consumo di energia e risorse, o sostenibile. Come operatori del mondo edile dobbiamo occuparci del nostro possibile contributo: possiamo ridurre la crescita della domanda energetica abbattendo drasticamente i consumi imputabili agli edifici
Il settore civile è responsabile in Italia, come in Europa e negli USA, di circa il 40% dei consumi energetici (collocandosi, per questi aspetti, dopo i trasporti e addirittura prima del settore industriale). Ciò significa che un terzo dei consumi energetici dell'Italia sono impiegati per riscaldamento, condizionamento, illuminazione, elettrodomestici di ambienti costruiti.
Attualmente l'Italia è costretta a importare dall'estero circa il 17% dei consumi dell'energia elettrica totale ed è facile osservare come il pareggio del bilancio produzione–consumi potrebbe essere raggiunto attivando politiche rivolte al contenimento dei consumi energetici del settore civile, principalmente nel campo della edilizia residenziale. Le tecniche di Edilizia Sostenibile, applicate al settore edile, alle edificazioni *ex novo* ma anche all'edilizia esistente, permetterebbero di operare risparmi dei consumi energetici ed idrici fino al 50% dei quantitativi attualmente assorbiti e quindi, nell'ipotesi di una diffusione su scala nazionale, ridurre di circa il 17 % le emissioni di CO_2 equivalente.
È necessario un cambiamento, ed è parimenti necessario che tale cambiamento sia graduale, affinché sia assimilabile dall'intera industria delle costruzioni. Questo cambiamento è proposto anche da un nuovo contesto normativo, che richiederà agli edifici del prossimo futuro certificazioni di qualità e garanzie prestazionale.

Gli impatti sociali del settore delle costruzioni
L'industria edile realizza edifici residenziali, industriali, per il terziario e infrastrutture – offrendo così un contributo vitale allo sviluppo sociale ed economico di ogni paese. Il settore delle costruzioni gioca anche un ruolo di primaria im-

portanza perché è il braccio operativo deputato a realizzare gli obiettivi di molte politiche pubbliche e sociali che mirano a migliorare e modernizzare l'ambiente costruito, con ad esempio scuole, ospedali, edilizia convenzionata, infrastrutture, aree pubbliche o sistemi di difesa ambientali. In Europa la gente tende a spendere oltre il 90% del proprio tempo in edifici, per cui il "prodotto" dell'edilizia inevitabilmente arriva ad influenzare lo stile di vita degli europei. Gli edifici tendono quindi a "dare forma" alla qualità della vita dei cittadini – riguardo sia gli aspetti positivi (tra cui il comfort, la sicurezza) sia gli aspetti negativi (tra cui l'esclusione domestica, l'isolamento e la mancanza di comfort).
Gli edifici rappresentano anche la società che li concepisce e realizza: divengono quindi una delle espressioni della comunità allargata. La maggioranza dei cittadini europei vive in aree urbanizzate ed ogni anno milioni di euro vengono spesi per progettare e costruire nuovi edifici. Le città infatti si confermano motore principale di qualsiasi cambiamento socio-economico, atteso che i dati più aggiornati vedono la popolazione mondiale vivere per metà in aree urbane, mentre l'altra metà sembra essere sempre più dipendente dalle città per ciò che concerne lo sviluppo economico, politico e sociale. Le nostre città, dunque, si confermano generatrici di impiego e culla di politiche sociali, oltre che destinazione preferita di turismo culturale, da qui la necessità continua di rafforzare strutture e infrastrutture esistenti con nuovi progetti.
Un altro importante aspetto sociale implicito alla costruzione di un edificio è l'effetto dell'edificio stesso sulla salute degli utenti e sulla produttività, con notevole impatto sulla qualità dell'ambiente di lavoro, e dunque su morale, turnover, presenzialismo/assenteismo, e sulla salute delle cosiddette risorse umane, senz'altro le risorse più costose per una impresa.
Un ultimo aspetto fondamentale dimostra come il settore edile debba monitorare con attenzione le conseguenze sociali di ogni attività. Il settore delle costruzioni in Europa è l'industria con il maggior numero di dipendenti e – unito al ramo immobiliare – diviene uno tra i più potenti attori sul mercato finanziario, confermando dunque che gli impatti e gli aspetti sociali sono un tema di particolare importanza per l'intero sistema edile.

Gli impatti sistemici del settore delle costruzioni
Un tema fondamentale per lo sviluppo sostenibile è dunque l'influenza, oggi principalmente negativa, che gli insediamenti umani esercitano sulle risorse naturali e sul territorio. Secondo il UN-HABITAT's State of the World's Cities Report 2006/2007 è ormai evidente e riconosciuto che anche nel "mondo sviluppato" la odierna costante urbanizzazione è al contempo causa e sintomo di uno sviluppo insostenibile. Ciò conferma il trend negativo descritto nel 2001 dalle Nazioni Unite; ed è anche particolarmente vero per il territorio lombardo.

Nella storia dell'uomo la relazione tra "Ambiente Costruito" e "Ambiente Naturale" è sempre stata di mutuo interesse: il "costruito" può essere uno strumento per arricchire il territorio.
Oggi non è così: cosa è cambiato? Il paradosso è evidente: gli esseri umani "costruiscono" un ambiente urbano che "consuma" l'ambiente naturale, da cui l'uomo dipende. È certo infatti che le recenti ininterrotte urbanizzazioni stiano danneggiando l'ambiente naturale e la qualità della stessa vita umana.
Quando tale disfunzione inibisce lo sviluppo di attività sociali, culturali e frena il turismo, genera chiaramente un danno anche di natura economica per l'intero sistema territoriale. Per queste ragioni l'Unione Europea sta cercando di modificare la natura dei corpi normativi nei singoli stati europei con direttive mirate al miglioramento delle prestazioni del settore edile, introducendo il concetto di sostenibilità.
È certamente difficile decifrare e classificare gli impatti negativi su società e ambiente generati dai prodotti attuali del settore edile. Nel novero delle disfunzioni imputabili al "costruito" andrebbero calcolate infinite variabili tra cui, ad esempio, anche la riduzione di opportunità di beneficiare di buona salute a causa dell'inquinamento, e il triste contributo ai disastri naturali.

Un esempio pratico di politiche possibili per la sostenibilità dell'ambiente costruito

Per comprendere rapidamente e con un esempio pratico di grande attualità le conseguenze potenziali che l'ambiente costruito può generare, in positivo o in negativo, verrà di seguito analizzato il comportamento "tecnico" dei nostri edifici e delle nostre città nella gestione di "esternalità" – o effetti imprevisti – imputabili a semplici eventi naturali come la pioggia.
L'effetto delle recenti piogge, alluvioni e frane in Europa e nel mondo non è stato attenuato e contenuto dalle opere costruite dall'uomo.
Purtroppo pare certo il contrario: la devastazione è stata amplificata dal disboscamento sistematico e dalla presenza di aree urbanizzate dal suolo non permeabile, quindi non in grado di drenare i volumi d'acqua in eccesso. L'urbanizzazione di vallate e pianure impedisce infatti che l'acqua piovana venga drenata *in situ* dal terreno su cui cade, e concentra la raccolta delle acque in pochi punti di scarico che, se congestionati, non sono in grado di sfogare acqua in eccesso.
In caso di pioggia, tutti i tetti degli edifici e tutte le superfici urbane non permeabili scaricano contemporaneamente la pioggia, raccolta da superfici enormi, in pochi luoghi, che in caso di eventi eccezionali presto si sovraccaricano. Le urbanizzazioni tendono a trasformarsi in grandi piscine all'aperto, dove gli effetti di piogge particolarmente intense vengono aumentati in termini di disagi e danni, oltre ad essere allungati nel tempo.

Un ambiente costruito sostenibile potrebbe e dovrebbe cercare di ridurre i disagi e gli impatti con l'ambiente che si traducono in costi per la società - mirando a implementare la ***sostenibilità sociale***.
Nello specifico del rapporto tra ambiente costruito e gestione delle acque in edilizia – per concludere l'esempio - le direttive europee mirano a incentivare la costruzione di edifici in grado di accumulare acqua piovana per ridurre la quantità d'acqua immessa negli scarichi nei momenti di forte pioggia.
In termini di ***sostenibilità ambientale*** tali edifici, con cisterne che accumulano l'acqua piovana, svolgono anche una importante funzione di risparmio idrico, offrendo un servizio importante nella gestione di quella che sarà una preziosa risorsa del futuro perché la riutilizzano per annaffiare giardini, scaricare le acque nere dei bagni, lavare automobili, ecc.
Esiste una ***sostenibilità economica*** in tutto ciò: infatti il costo aggiuntivo di una cisterna durante la costruzione di un nuovo edificio è minimo (inferiore al 1% del costo di costruzione), ed è ammortizzabile nel tempo in termini di risparmio di metri cubi d'acqua. Va anche segnalato che l'acqua potabile in Italia ha un costo risibile se comparato al costo in altri stati membri della Unione, che tendono ad includere nel prezzo dell'acqua potabile il costo di esternalità negative che normalmente pesano sulla comunità. Sembra certo anche in Italia un futuro aumento sostanziale dei costi, il che renderebbe sempre più economicamente conveniente la realizzazione dei sopraccitati impianti idraulici più complessi della norma. La progettazione, pur complessa, di edifici sostenibili in grado di "includere" ogni esternalità è oggi la soluzione praticabile per ottemperare a quanto verrà sempre più richiesto dal futuro contesto normativo e conseguentemente dal futuro mercato.
"Creare città 'amiche dell'ambiente' è una sfida che riconosciamo essere grande, ma esistono già le tecnologie e l'esperienza di cui abbisogniamo. Trasporti non inquinanti, edifici energicamente efficienti, fognature sicure e un uso razionale dell'acqua sono possibili anche oggi, non solo in futuro, e spesso in una maniera che tutti possono permettersi."
(Messaggio del Segretario Generale delle Nazioni Unite, Kofi Annan, in occasione della Giornata Mondiale per l'Ambiente 2005).

Quale strada per la sostenibilità?
L'esigenza di un futuro sostenibile impone dunque di riformulare la relazione tra natura e interventi umani. La "necrosi" che l'ambiente costruito dall'uomo sviluppa nell'ambiente naturale è tra i maggiori problemi potenziali che potrebbero emergere nel territorio lombardo: è quanto mai necessario preparare gli strumenti necessari perché non degeneri. Traffico, inquinamento, drastica riduzione della quantità di risorse territoriali stanno pregiudicando la relazione tra uomo e

natura, mettendo così potenzialmente in discussione il futuro stesso del contesto locale, le cui tradizioni economiche, culturali e sociali dipendono da una relazione equilibrata, "simbiotica", tra attività umane e risorse naturali.
È dunque plausibile ipotizzare un approccio innovativo, che non si limiti ad arginare i disastri ambientali e a correggere ex post i limiti dello sviluppo odierno.

Il contributo dell'edilizia alla sostenibilità ambientale

L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha pubblicato, nel Report 2005 "State and Outlook Report on the European Environment", dati interessanti che verranno di seguito analizzati circa l'apporto attuale dell'industria delle costruzioni all'insostenibilità del modello di sviluppo.
Oggi gli edifici consumano ogni anno in media 200 kWh per metro quadro, mentre è già stato dimostrato che l'edilizia potrebbe contribuire sostanzialmente alla sostenibilità dello sviluppo realizzando edifici a basso consumo e a basso inquinamento: si possono infatti costruire edifici dal consumo annuale di 20 kWh per metro quadro, riducendo a un decimo consumi e emissioni. Questo cambiamento è sospinto anche da un nuovo contesto normativo, che richiederà agli edifici del prossimo futuro certificazioni di qualità e garanzie prestazionali.
Il settore edile è dunque indirizzato ad una progressiva industrializzazione. Ma può farlo? Come può innovare senza limitare la forza della tradizione e senza mutare la propria natura? È necessario un cambiamento radicale, e se un grande contributo dell'innovazione al settore edile è possibile, come renderlo attuabile?

Cosa significa "edilizia sostenibile"?

Un edificio risponde alla necessità di soddisfare requisiti per prestazioni specifiche e mantenerle stazionarie nel tempo rispetto alle condizioni variabili dell'ecosistema in cui si inserisce o, in un'ottica di sostenibilità globale, alle dinamiche della biosfera. Qualsiasi forma di indagine o programmazione nel settore deve tener conto della stretta interazione tra l'edificio, un involucro inerte, e il vivente. Questa trama dinamica di relazioni può essere immaginata in forma di flussi di energia e materia, di persone e beni, di informazione e risorse e diventa l'oggetto della ricerca. La relazione tra sistema costruito artificiale e ecosistema naturale è il fattore non trascurabile per capire le componenti evolutive del sistema-edificio. La qualità abitativa deve essere assicurata attraverso l'interazione con fenomeni naturali dinamici e nel rispetto delle risorse ambientali, delle esigenze sociali, della storia e della qualità dei luoghi.
Un edificio corretto dal punto di vista della ecosostenibilità è un edificio che:

- sfrutta in maniera efficiente le risorse energetiche;
- supporta parte della sua richiesta energetica attraverso processi naturali (irraggiamento solare, ventilazione naturale, masse termiche, ecc.);

- usa materiali tendenzialmente rinnovabili e possibilmente di provenienza locale;
- incide in minima parte sul ciclo delle acque;
- limita le emissioni, in particolare gas serra e rifiuti;
- è inserito nell'ambiente e nel contesto paesaggistico-storico-sociale.

L'edilizia sostenibile nasce dunque come reazione alla crisi ambientale in atto e il suo obiettivo, in generale, è quello di mitigare gli impatti ambientali imputabili direttamente o indirettamente al settore edile rispetto ad alcuni temi rilevanti:
- inquinamento atmosferico relativo alle emissioni di CO_2 e altri gas serra;
- esaurimento delle risorse naturali non rigenerabili (petrolio, gas naturale, materiali);
- inquinamento delle acque e del suolo e crescenti consumi di acqua potabile;
- diminuzione della biodiversità.

Il contesto normativo in fieri: nuovi oneri per le costruzioni?

Negli ultimi anni si è assistito ad un rinnovo delle politiche ambientali tradizionali attraverso la definizione di programmi legislativi fondati su concetti di più ampio respiro e obiettivi a lungo termine. I temi dello sviluppo sostenibile coinvolgono direttamente il settore delle costruzioni con un chiaro intento di mantenere un'elevata qualità dell'ambiente costruito riducendo al contempo il consumo e lo spreco di risorse e i carichi sull'ambiente (ovvero rifiuti, emissioni inquinanti, ecc.).

Le nuove indicazioni legislative europee mirano a creare un mercato del futuro compatibile con le esigenze dello sviluppo sostenibile, quindi a modificare la natura della domanda di mercato, nell'intento di aiutare il consumatore a richiedere precise prestazioni "sostenibili", ovvero ambientali, energetiche, acustiche e di sicurezza per ogni prodotto in commercio.

Le nuove direttive comunitarie prevedono che ogni progetto, sia esso di sviluppo industriale, di sviluppo urbano, di edificio o di prodotto, debba certificare a priori la sostenibilità delle proprie prestazioni, ovvero sia in grado di dichiarare "sulla carta" il soddisfacimento di determinati requisiti prestazionali legati alla sostenibilità ed alla eco-compatibilità.

L'Unione Europea ha inteso in primo luogo rivolgersi ai progettisti, che sono chiamati a responsabilizzarsi circa le conseguenze negative dei loro progetti. Ogni nuovo prodotto dovrà essere progettato e disegnato secondo principi guida di sostenibilità identificati da una direttiva che stimola l'utilizzo di una nuova metodologia progettuale, chiamata ECODESIGN.

Ulteriori direttive si sono concentrate sui produttori, ovvero sull'industria tradizionale, e nello specifico sull'industria delle costruzioni. In campo edile in

concreto nel prossimo futuro ogni progetto dovrà dichiarare – e certificare – le proprie prestazioni in ogni campo (acustiche, energetiche, sismiche, ambientali, ecc.) prima ancora di essere realizzato.
Quale è la logica? Quando acquistiamo un'automobile vogliamo sempre essere informati circa i consumi, la silenziosità e la sicurezza e richiediamo la garanzia che il veicolo soddisfi i parametri europei obbligatori circa le emissioni nocive. Ciò accade raramente se acquistiamo un prodotto generico, quasi mai nel caso di un edificio.
Come è noto le direttive europee vengono gradatamente recepite a livello locale dagli stati membri, e trasformate in nuove normative. L'aggiornamento costante del quadro legislativo sta rendendo anche in Italia la progettazione e la realizzazione di prodotti sostenibili un requisito obbligatorio, imprescindibile nella progettazione tout court in ogni campo, dall'industria all'edilizia, dagli ambienti pubblici alla viabilità urbana.
Precedentemente gli standard da soddisfare erano meramente "prescrittivi", ovvero per ottemperare alle prescrizioni di legge era semplicemente necessario soddisfare prescrizioni costruttive precise, che non obbligavano a monitoraggi successivi circa le effettive prestazioni ottenute. Il nuovo contesto normativo vede dunque cambiare gli standard da prescrittivi a prestazionali, ovvero in grado di garantire anche il risultato – la effettiva prestazione richiesta – e non semplicemente il processo.
La sostenibilità, la sua progettazione e soprattutto la sua certificazione divengono quindi un passaggio obbligato per l'intero settore produttivo. Ma quali sono i principali vincoli legislativi per l'edilizia?

Un esempio in dettaglio: obbligo di certificare il rendimento energetico di un edificio

La Direttiva Europea 2002/91/CE, nel promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici, propone come strumento efficace per avviare un mercato di edilizia di qualità, la certificazione energetica. In attuazione della direttiva europea è stato emanato il D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 192, che pone come obiettivi fondamentali:

- il contenimento dei consumi di energia negli edifici, attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche degli involucri edilizi e degli impianti termici;
- la riduzione dei consumi di energia di origine fossile attraverso lo sviluppo di fonti rinnovabili di energia.

In particolare, all'art. 4, pone come strumento di misura del raggiungimento degli obiettivi la certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione e per quelli oggetto di ristrutturazione.

La Regione Lombardia con Legge n° 20 del 12 dicembre 2003 ha stabilito tra le funzioni dei Comuni anche quella di "rilasciare la certificazione energetica degli edifici di cui all'art. 30 della Legge 10/91".
In base a queste premesse alcuni comuni della Lombardia hanno adottato regolamenti edilizi che subordinano il rilascio del certificato di agibilità all'ottenimento della certificazione energetica, che in questi casi serve a:

- evidenziare la qualità energetica degli edifici realizzati dopo l'entrata in vigore del nuovo regolamento edilizio;
- definire degli indicatori prestazionali per erogare incentivi agli edifici di alta qualità energetica.

Precedenti nel campo della certificazione energetica

Uno dei più avanzati progetti in Italia per promuovere la certificazione energetica degli edifici è il progetto "CasaClima" della Provincia di Bolzano.
La Provincia di Bolzano ha istituito un ufficio denominato "CasaClima" ideato per ridurre i consumi, aumentare il comfort termico e dare un contributo all'ambiente; che a tutti gli effetti solleva i Comuni da questo incarico.
Il certificato "CasaClima" promuove metodi di costruzione edile che soddisfano il principio del risparmio energetico e della tutela dell'ambiente. Inoltre la certificazione offre al consumatore informazioni facilmente comprensibili riguardanti le caratteristiche energetiche dell'edificio, scopo non ultimo è quello di rendere più trasparenti i costi (spese condominiali e di riscaldamento) e pertanto essere d'aiuto nell'acquisto o nell'affitto di un'abitazione.
Ogni committente e proprietario di un edificio, deve richiedere il certificato "CasaClima" presso l'ufficio provinciale. La determinazione dell'indice termico viene eseguita seguendo un metodo di calcolo standardizzato messo a disposizione dall'ufficio stesso.
Gli edifici che si contraddistinguono per un consumo particolarmente basso di energia, oltre al certificato, ricevono la targhetta "CasaClima".
Gli edifici che presentano un indice termico inferiore a 50 kWh/m^2 annuo ottengono la targhetta "CasaClima B", se invece l'indice termico è inferiore a 30 kWh/m^2 all'anno, allo stesso viene assegnata la classificazione "CasaClima A".
La targhetta di "CasaClima Gold" viene concessa agli edifici con indice termico inferiore a 10 kWh/m^2.
La costruzione ottiene il riconoscimento di "CasaClimapiù" se per la realizzazione dell'edificio vengono utilizzati materiali di costruzione ecologici e se per il riscaldamento vengono utilizzate fonti energetiche rinnovabili.
Inoltre in Provincia di Bolzano, ai sensi della Direttiva Europea 2003/87/CE che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra nella Comunità Europea, ne ha tratto consistenti benefici economici.

Come realizzare edifici a basso costo ambientale, economico e sociale?
Può il settore edile proporsi come ideatore di soluzioni, anziché essere percepito come causa di problemi?
Abbiamo visto che la "razza umana" sembra divenire sempre più una "specie" urbana, dando così continuità alla domanda di nuove costruzioni. Sappiamo che il modo con cui costruiamo le nostre città va migliorato, perché il modello produttivo corrente sembra essere insostenibile.
I dati analizzati in precedenza in questo primo capitolo dimostrano che i flussi di risorse necessari per garantire e sostenere la continua crescita dell'ambiente costruito dall'uomo sono chiaramente una tra le cause principali della insostenibilità ecologica che affligge il globo.
Uso di eccessive quantità di risorse e smodata produzione di rifiuti sono caratteristiche intrinseche di ogni processo industriale, anche della industria delle costruzioni ad ogni livello, sia esso locale o globale.

Verso una edilizia sostenibile: indicatori e certificazioni
Come descritto nel paragrafo precedente il futuro quadro normativo sta spingendo l'intero sistema edile verso la sostenibilità. Abbiamo visto che una delle caratteristiche più richieste dalle istituzioni e dal mercato per lo sviluppo sostenibile dell'edilizia è il risparmio energetico: nei prossimi anni dovremo infatti cambiare mentalità circa gli edifici, che ad oggi consumano e inquinano troppo.
Riassumendo: le direttive europee - destinate ad essere recepite e attuate dai governi nazionali - mirano ad incentivare il potenziale contributo degli edifici allo sviluppo sostenibile. Il parametro di giudizio sarà prestazionale: le effettive prestazioni degli edifici dovranno essere certificate e monitorate. I regolamenti edilizi del prossimo futuro dovranno incentivare le costruzioni dalla sostenibilità certificata. L'applicazione di tecniche di contabilità ambientale attraverso un bilancio ecologico al settore edile è rivolta alla valutazione di tecniche costruttive e materiali e alla determinazione dei criteri per orientare il processo costruttivo e la scelta di materiali.
Il bilancio ecologico valuta tutte le fasi del ciclo di vita dei prodotti, gli edifici, dall'estrazione delle materie prime all'uso-gestione durante il tempo di vita, fino allo smaltimento-riciclaggio. L'analisi dei flussi di energia e materia connessi alla costruzione-uso dell'edificio è direttamente legata al tema del sovrasfruttamento delle risorse ambientali e indirettamente al tema delle emissioni e dell'effetto serra.
Agire ecologicamente significa utilizzare e gestire le risorse naturali considerando, non solo la loro disponibilità sul mercato e il loro prezzo, ma il loro reale "valore ambientale" che dipende dalla disponibilità, dai tempi di rigenerazione della risorsa e di assorbimento delle emissioni, e dai limiti imposti dalla natura.

CERTIFICATO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

Dati generali (obbligatori)		
Tipologia architettonica		
Indirizzo:		
Proprietario:		
Anno di costruzione (edificio):		
Anno di costruzione (Impianto termico):		
Numero di unità abitattive (UA):		
Superficie abitabile riscaldata (m^2):		
Foto dell'edificio:		
Certificazione secondo:	☐ Metodo A:	☐ Metodo B:

Valutazione complessiva (obbligatorio)									
Questo edificio appartiene alla classe di efficienza energetica (barrare):	Classe								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Firma del proprietario:	Firma del certificatore:								

Valutazione	molto basse	basse	medie	alte	molto alte
Perdite di calore per trasmissione attraverso l'involucro edilizio					
Perdite di energia dovute all'impianto:					
Emissioni di CO_2					

Fabbisogno di energia finale
(riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria e per il funzionamento degli impianti)

Fonte energetica	Riscaldamento dei local	Produzione di acqua calda sanitaria	Impianti*	Fabbisogno energetico annuale	Indice del fabbisogno energetico a
Gasolio	●			litri/anno	kWh/(m^2 anno)
Gas naturale	●			m^3/anno	kWh/(m^2 anno)
Elettricità		●	●	kWh/anno	kWh/(m^2 anno)

*pompe, regolazione, ventilatori, ecc...

Bozza di certificazione energetica di un edificio: presto saranno necessarie nuove figure professionali in grado di certificare le prestazioni degli immobili.

La valutazione attraverso tecniche e indicatori applicati al settore edile
Nella letteratura scientifica, l'analisi degli edifici è condotta principalmente seguendo tre direttrici:
- impatto sugli ecosistemi e sulle loro funzioni;
- spesa energetica e correlato impatto ambientale;
- impatto sulla salute umana: potenziale di emissioni indoor.

All'interno di ciascuno di questi ambiti sono stati sviluppati strumenti e indicatori. Alcuni recenti progetti europei sono finalizzati alla definizione di strumenti per la valutazione della sostenibilità ambientale delle costruzioni. Si citano ad esempio:
- BEQUEST (Building Environmental Quality for Sustainability through Time) finalizzato alla strutturazione di uno schema per interventi di sviluppo urbano sostenibile;
- CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) il cui obiettivo principale è quello di creare un gruppo dinamico di lavoro che si occupa di indicatori di sostenibilità relativi al settore delle costruzioni;
- PRESCO (Practical Recommendations for Sustainable Construction), finalizzato a definire un database di raccomandazioni pratiche classificate in funzione di una serie di criteri caratteristici del settore delle costruzioni;
- HQE2R (Sustainable Renovation of Building for Sustainable Neighbourhood), per determinare e diffondere nuove metodologie e strumenti per un rinnovo sostenibile del contesto urbano a livello di singolo edificio e di quartiere;
- SUREURO (Sustainable Refurbishment in Europe), per definire linee guida applicative dei principi della sostenibilità alle ristrutturazioni.

Con il termine 'indicatore' si identifica uno strumento in grado di fornire informazioni sintetiche di un fenomeno più complesso e con significato più ampio.
Il calcolo di indicatori segue criteri e obiettivi diversi. In questo report vengono distinte due famiglie di indicatori: a) di stato e pressione dell'ambiente, b) di sostenibilità.
Questa ripartizione è in linea con la definizione del documento "Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia" del Ministero dell'Ambiente (anno 2002).

Indicatori di stato e pressione dell'ambiente
Indicatori pressione-stato-risposta
Il Modello Pressione-Stato-Risposta (PSR) si basa sull'assunzione che le attività umane esercitano pressioni sull'ambiente agendo sulla qualità e sulla quantità delle risorse (lo stato dell'ambiente).

La risposta della società a tali cambiamenti avviene attraverso politiche ambientali, economiche e settoriali.
Le risposte alle pressioni rilevate formano un ciclo retroattivo determinando così altre attività umane e quindi altri impatti sull'ambiente.
Più in generale queste fasi fanno parte di un ciclo che include la percezione dei problemi, la formulazione delle politiche, il monitoraggio e la valutazione dell'efficacia delle politiche. Il modello PSR ha il vantaggio di mettere in luce questi collegamenti e allo stesso tempo suggerisce relazioni lineari nell'interazione fra attività umane e ambiente, senza poter tuttavia garantire una visione di relazioni più complesse negli ecosistemi e nelle interazioni fra economia e ambiente.
All'interno del modello PSR si possono distinguere tre tipi di indicatori:

- indicatori di pressione ambientale: descrivono le pressioni esercitate dalle attività umane sull'ambiente, vale a dire sulla qualità e sulla quantità delle risorse naturali. Si possono distinguere all'interno di questa categoria gli indicatori di pressione immediata (pressioni direttamente esercitate sull'ambiente, normalmente espresse in termini di emissioni o consumo di risorse naturali) e indicatori di pressione indiretta (indicatori di background che rappresentano quelle attività umane che conducono indirettamente a pressioni ambientali);
- indicatori delle condizioni ambientali: relazionano la qualità dell'ambiente alla quantità e alla qualità delle risorse naturali. Gli indicatori delle condizioni ambientali sono definiti in modo tale da fornire una visione della situazione (lo stato) ambientale e del suo sviluppo nel tempo;
- indicatori di risposta sociale: sono misure che rappresentano il livello di reattività delle strutture sociali allo sviluppo e ai mutamenti delle condizioni ambientali. Le risposte della società si riferiscono ad azioni individuali o collettive messe in atto per mitigare, adattare o impedire impatti negativi indotti dall'uomo sull'ambiente e fermare o invertire il danno già inflitto. Le risposte della società comprendono azioni per la preservazione e la conservazione dell'ambiente e delle risorse naturali.

Check list di indicatori
Sono tecniche note e con una diffusa riconoscibilità internazionale anche se, per lo più, sviluppate in ambiti nazionali. Esempi sono: il Building Research Environmental Assessment Method (BREEAM), la Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, negli USA), la Green Building Tool. Questi metodi di valutazione di edifici sono standardizzati e operano tramite confronti con riferimenti e punteggi, non direttamente collegati con gli impatti ambientali.
Simili procedure sono sviluppate a partire da check-list di fattori naturali (Cambiamento netto Positivo, Wilderness-based Checklist, IBS e IES, Carrying Capacity, Efficienza energetica, Embodied Energy).

Questa lista di indicatori è basata su valori oggettivi e pone l'attenzione sulla capacità portante dell'ambiente a partire dalla definizione dei limiti entro i quali una specifica attività (quella edilizia) può svilupparsi in maniera sostenibile.

Breve descrizione delle metodologie consolidate

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): è un sistema di valutazione per gli edifici, realizzato dalla Fondazione legata allo U.S. Green Building Council, che posiziona i vari edifici in una graduatoria sulla base di punteggi.
Questi punteggi vengono assegnati per mezzo di analisi effettuate da tecnici della Fondazione tramite sopralluoghi e compilazione di check-list inerenti: sostenibilità del sito, efficienza idrica, energia ed atmosfera, materiali e risorse, qualità dell'ambiente indoor, innovazione e manutenzione.
La struttura del LEED rimane più o meno invariata per i diversi tipi di edificio (residenziale o commerciale, ex-novo o esistente); nella tabella si riporta la struttura del Rating System per edifici già esistenti, articolata in sei ambiti, ognuno dei quali prevede la presenza e la valutazione di certi specifici parametri.
Ad ogni parametro è associato un punteggio, sulla base del semplice rilievo di un dato o del soddisfacimento di requisiti richiesti. Parametri e requisiti sono determinati dalle normative.
Environmental Rating for Homes (BREEAM): della Building Research Establishment Ltd., UK, è usata in Gran Bretagna per l'analisi di abitazioni, appartamenti, rinnovi ed edifici ex novo. La check-list riportata di seguito è divisa per settori di pertinenza: energia, trasporti, inquinamento, materiali, uso del terreno, salute. Anche in questo caso vengono stabiliti dei punteggi in base alle quantità di emissioni ed ai responsi delle check-list o di certi parametri.
Green Building Tool: realizzata dal network internazionale GBC (Green Building Challenge), è uno strumento per la valutazione degli edifici che prevede l'assegnazione di un punteggio qualitativo globale sulla base delle caratteristiche tecnologiche e costruttive dell'edificio (pesate in funzione dell'importanza attribuita ai vari parametri) e del contesto. Prevede anche il calcolo di una serie di altri indicatori come l'environmental suitability index (ESI).
Environmental Suitability Index (ESI): è la somma di tre fattori: Embodied Energy (materiali grezzi, trasporto e raffinazione, costruzione), Life Cycle Cost (Payback, Net Present Value, Internal Rate of Return), Ricusabilità, ognuno calcolato per ogni materiale edile, assegnando in realtà il valore percentuale più basso rispetto alla media di quelli trovati sul mercato o in letteratura (Emmanuel, 2004).
Index of Building Sustainability (IBS): rappresenta la frazione di Carrying Capacity annuale della terra su cui si è costruito l'edificio e che viene consumata dall'edificio stesso nella sua attività.

Index of Efficiency in Sustainability (IES): rappresenta la quantità di terra produttiva richiesta per incontrare un IBS del valore di 1; meno terra è richiesta affinché ciò avvenga, più l'edificio è ecologicamente efficiente (Olgyay et al., 2004).

I servizi della natura possono così essere definiti in relazione agli impatti:

$$\text{Servizi Ecosistemici Consumati} = \frac{\text{Quantità di Materiale} * \text{Embodied Energy}}{\text{Produttività Ecosistema}}$$

In questa prospettiva, quindi, il fine ultimo dell'applicazione agli edifici di questi indici di compatibilità è quello di ricercare e selezionare edifici che "producano" più energia di quella che assorbono, o comunque che ripaghino in qualche modo gli ecosistemi e i servizi danneggiati, tramite un aumento dell'efficienza, una minore dimensione e un minor impatto, ed attraverso l'utilizzo di materiali velocemente rinnovabili (con una bassa Embodied Energy).

Indicatori di sostenibilità

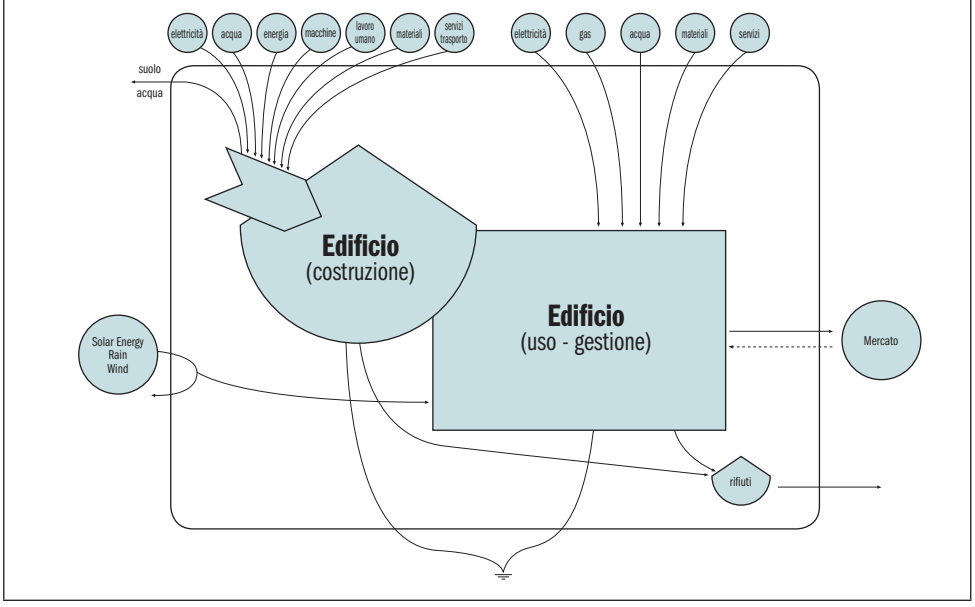
Gli indicatori di sostenibilità (globale) vengono calcolati elaborando dati riferiti a parametri di diversa natura (per esempio espressi in unità di massa o unità d'energia), attraverso algoritmi su basi termodinamiche, e permettono di sintetizzare, in un unico bilancio, più considerazioni e misurazioni.
Esempi sono: Emergia (emergy synthesis), Impronta Ecologica (Ecological Footprint), Exergia.
Queste metodiche si caratterizzano soprattutto per esprimere una relazione tra un sistema complesso, l'ecosistema, e le grandezze biofisiche con cui il settore delle costruzioni è fortemente interrelato; sviluppano un approccio olistico (il tutto è più della somma delle parti) raccogliendo diverse informazioni che derivano da fenomeni diversi per la valutazione di sostenibilità di un edificio.

Emergy Synthesis – case study

L'applicazione dell'*analisi emergetica* ad un edificio è stata effettuata dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche dell'Università di Siena ed è riportata di seguito.
In letteratura esistono ancora pochi esempi di questo tipo: (Brown, Buranakarn 2003), (Meillaud, Gay, Brown 2005) e (Buranakarn 1998).
L'analisi emergetica viene applicata ad un edificio ed estesa alle due fasi di costruzione del manufatto e di uso-gestione del tempo di vita. Il diagramma riportato di seguito è uno schema realizzato attraverso gli *energy system symbols* elaborato dall'ecologo Odum, e rappresenta sia il processo nelle due fasi sia i flussi di energia e materia che lo alimentano.

La fase successiva dell'analisi prevede l'inventario di tutti gli input che alimentano il processo nelle due fasi di costruzione e uso-gestione dell'edificio.
I dati sono stati raccolti in una tabella costruita sulla base di un *computo metrico* di un edificio residenziale esistente le cui caratteristiche rispecchiano, in buona misura, quelle dell'edilizia residenziale tradizionale contemporanea in Italia realizzata con tecniche costruttive standard.
Attraverso l'analisi emergetica, che è un consolidato metodo di contabilità ambientale, si è provveduto alla redazione di un *computo metrico estimativo* (di tipo ambientale e non economico) accorpando le singole voci in categorie riconoscibili e associando ad ognuna una *transformity*.
La stima è rivolta a quantificare i flussi di emergia, cioè le quantità di materiali ed energia usate per la costruzione dell'edificio nelle varie fasi, espresse in *solar emergy joule*.
Il vantaggio dell'analisi emergetica consiste nella possibilità di usare la stessa unità di misura, calcolata su basi termodinamiche, applicando coefficienti di trasformazione specifici (transformity), per voci di varia natura, originariamente espresse in unità di massa o di energia. In una fase successiva dell'analisi si potranno calcolare transformity specifiche per materiali edili sulla base delle effettive caratteristiche tecniche. Si cercherà per esempio di assegnare transformity diverse ad un cemento trattato per ottenere una maggiore resistenza rispetto ad un comune

DIAGRAMMA ENERGETICO DELL'EDIFICIO



cemento Portland. Per il momento, si è applicata una transformity media ai materiali impiegati per la costruzione senza evidenziare, in dettaglio, differenze nei processi di produzione dei materiali. Pertanto, il livello di accuratezza dell'analisi può essere migliorato attraverso il calcolo di emergie specifiche per materiali edili. Sulla base di un compumetrico l'energia emergetica di un edificio residenziale tradizionale di circa 10.000 mc (di cui 7.500 fuori terra) e circa 2.700 mq distribuiti in nove appartamenti + ambulatori e uffici: un piano terra - 3+1 piani rialzati – un piano interrato, si può stimare l'impatto ambientale (in termini di consumo di risorse), di specifiche parti costruttive e degli elementi costruttivi in dettaglio. Si osserva che, in termini di risorse di capitale naturale:

- le parti strutturali (fondazioni e strutture in elevazione) equivalgono a circa il 48% di tutto l'investimento per la costruzione dell'edificio (in termini di risorse di capitale naturale);
- i solai sono responsabili del 34 % dell'investimento;
- l'involucro, che include i tamponamenti esterni e la copertura, interessa circa il 12 % delle risorse impiegate nella costruzione;
- le opere interne, gli impianti, gli infissi e rivestimenti, rifiniture e altre opere minori incidono in minima parte sul bilancio complessivo.

A partire da una dettagliata descrizione emergetica del processo costruttivo si potrà valutare l'impiego di singoli elementi costruttivi e materiali e orientare le scelte a partire dal progetto esecutivo e messa in opera delle parti dell'edificio. Questa analisi permette di costruire possibili scenari prevedendo la sostituzione di parti costruttive o elementi o materiali per una verifica immediata rispetto ai criteri della sostenibilità ambientale. Sono state confrontate le due fasi di costruzione e uso-gestione dell'edificio e sono stati ottenuti questi valori:

- il flusso totale di emergia per la fase costruttiva è $1{,}11 \times 10^{19}$ sej ed è tutto l'investimento emergetico necessario a costruire materialmente l'edificio;
- il flusso totale di emergia per uso-gestione in un anno è pari a $5{,}22 \times 10^{16}$ sej/anno.

In un arco di vita stimato intorno ai 50 anni questo flusso equivale a $2{,}61 \times 10^{18}$ sej. Alcune scelte progettuali permettono di ridurre questo flusso in entrata e l'analisi emergetica potrebbe operare una stima e verificare l'effettivo risparmio energetico rispetto all'investimento iniziale. L'applicazione di parti o elementi costruttivi che permettono di risparmiare energia durante l'arco di vita dell'edificio può essere valutata stimando i costi, in termini di emergia investita, nelle fasi di costruzione, e i risparmi nella fase d'uso.
Un edificio assume dunque un nuovo significato. Flussi di energia e materia, di varia natura, vengono spesi nella fase costruttiva (estrazione dei materiali, produ-

EDIFICIO RESIDENZIALE: FLUSSI DI EMERGIA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE			
	INTENSITÀ ENERGETICHE		
EMERGIA PER MATERIALE	(SEJ/KG)	EMERGIA (SEJ)	%
Totale emergia cemento	2,37E+12	6,87E+18	60,11
Totale emergia laterizi	2,19E+12	1,68E+18	14,73
Totale emergia coibentazioni	5,27E+12	1,41E+18	12,36
Totale emergia intonaci	1,96E+12	2,25E+17	1,97
Totale emergia materiali lapidei	2,44E+12	4,14E+17	3,62
Totale emergia malte e collanti	1,97E+12	2,05E+17	1,80
Totale emergia vernice per interni	1,52E+13	1,73E+17	1,51
Totale emergia legno (controtelaio)	9,03E+10	4,38E+14	0,004
Totale emergia alluminio anodizzato	1,27E+13	1,84E+16	0,16
Totale emergia acciaio	4,15E+12	3,80E+17	3,32
Totale emergia rame	1,27E+13	1,12E+16	0,10
Totale emergia PVC	5,87E+12	3,40E+16	0,30
Totale emergia vetri per infissi	2,16E+12	1,54E+15	0,01

zione di materiali e elementi costruttivi, assemblaggio e messa in opera) e l'emergia contenuta nel manufatto è una memoria delle risorse di derivazione ambientale usate in tutte le fasi del processo costruttivo. L'edificio è uno stock di emergia destinato a durare nel tempo. Le scelte progettuali incidono poi sulla fase successiva di uso e gestione dell'edificio che deve essere continuamente alimentato con flussi di energia e materia. Questi flussi vengono stimati costanti per tutto l'arco di vita dell'edificio e rappresentano un consumo costante di risorse. Attraverso l'analisi emergetica si potrà stimare quanto può valere, in termini di capitale naturale investito, una scelta progettuale (di un elemento costruttivo per esempio) o quanto possa incidere in termini di risparmio di energia nella fase d'uso dell'edificio.
Dalla tabella di sintesi riportata in precedenza è indicato il valore relativo al '*peso emergetico*' dei vari materiali del processo costruttivo con riferimento alle loro transformity e quindi alle loro origini, processi di estrazione e lavorazione, produzione e posa in opera. Attraverso l'emergia si potrebbe costruire un manuale che rivela la rilevanza ambientale dei vari materiali da costruzione in termini di flusso di emergia equivalente.

Dunque, l'analisi emergetica di un edificio permette di:
- stimare l'emergia (la memoria di tutta l'energia solare equivalente usata direttamente o indirettamente per ottenere un prodotto), la quantità equivalente di

solar emergy joule (sej), di ciascuna voce del capitolato che sia espressa in unità di massa o di energia;
- valutare l'incidenza di ciascuna voce (elementi costruttivi e materiali) in termini di consumo di capitale naturale (o consumo di risorse di derivazione ambientale) rispetto al bilancio ambientale complessivo dell'edificio;
- confrontare tra loro le singole voci (elementi costruttivi e materiali) presenti nel capitolato e le parti costruttive (fondazioni, strutture in elevazione, solai, tamponamenti esterni, copertura, tramezzi, infissi, rivestimenti, ecc.) stilando una graduatoria sulla base dell'impatto sull'ambiente, in termini di consumo di risorse;
- verificare quanto le due fasi principali, quella del processo di costruzione e quella di uso-gestione di un edificio, incidano sul bilancio energetico complessivo (per esempio si può valutare il guadagno in eco-efficienza di un elemento costruttivo, stimando l'emergia spesa nella fase di costruzione e l'emergia risparmiata migliorando le prestazioni energetiche nella fase di gestione dell'edificio – tempo di vita);
- confrontare diversi scenari sostituendo elementi costruttivi e materiali (per esempio impiegati per i tamponamenti esterni, per i tramezzi, per i rivestimenti, per gli infissi, ecc.) prevedendo varie combinazioni e quantificando spese e risparmi emergetici nelle due fasi di costruzione e gestione dell'edificio;
- verificare l'incidenza del trasporto dei materiali sul bilancio complessivo confrontando scenari che prevedono l'uso di materiali prodotti in loco con altri che prevedono l'uso di materiali prodotti altrove e trasportati in cantiere;
- misurare, attraverso una procedura di calcolo rigorosa, su basi termodinamiche, il guadagno, in termini di riduzione dell'impatto ambientale, ottenuto dall'impiego di un materiale o di una tecnica innovativa finalizzata al risparmio di risorse;
- formalizzare le scelte progettuali orientate all'eco-efficienza dell'edificio attraverso misure su rigorose basi scientifiche e valutazioni non arbitrarie.

Questo studio di sostenibilità applicato al settore edile e basato sull'*emergy synthesis* è in una fase sperimentale e alcune modifiche sulla struttura dell'analisi e verifiche sulle potenzialità d'impiego saranno apportate in corso d'opera.
Allo stato attuale, i primi risultati possono fornire informazioni sulle principali criticità e permettere di formalizzare alcune scelte rivolte, per esempio, allo sviluppo di tecniche costruttive sostenibili o alla sostituzione, riciclo e smaltimento dei materiali edili. Si potrà quantificare l'eco-efficienza di materiali e elementi costruttivi, valicare le pratiche di sostituzione con sostituti rinnovabili, quantificare l'entità dei consumi energetici e dello sfruttamento delle risorse naturali nello specifico del settore.

Impronta Ecologica - case study

L'Impronta Ecologica è comunemente utilizzata per lo studio dei sistemi territoriali e solo recentemente la sua applicazione è stata indirizzata verso lo studio di sistemi processo-prodotto, per valutare la richiesta di Capitale Naturale, l'efficienza nell'uso delle risorse naturali e quindi la pressione ambientale dei vari processi produttivi.

In particolare, in questo studio è stato posto l'accento sulla stima della pressione ambientale determinata dalla costruzione degli edifici, sulla base dalle varie tecniche edilizie e dell'energia incorporata nei numerosi materiali da costruzione. La crescita dei consumi e la tendenza della popolazione mondiale a convergere verso le grandi aree urbane metropolitane, determina un rilevante aumento dell'impatto ambientale, imputabile, tra gli altri, anche al settore edile, e la necessità di indirizzare la produzione edilizia verso una strategia di contenimento dei consumi e delle emissioni. Uno degli obiettivi di questo studio è proprio quello di proporre un primo calcolo dell'Impronta Ecologica derivante dalla costruzione e dal mantenimento (riscaldamento, riparazioni, ecc.) di un edificio tipico dell'edilizia italiana, tentando quindi di evidenziare, come la scelta di materiali più o meno "energivori" nella costruzione delle abitazioni e di fonti energetiche rinnovabili o non rinnovabili possa contribuire ad una riduzione dell'impatto dell'uomo sull'ambiente.

Il calcolo dell'Impronta Ecologica di un edificio permette di quantificare la quota di Capitale Naturale direttamente ed indirettamente richiesta per la sua costruzione ed il suo mantenimento. Questa metodologia permette di stimare l'area di ecosistemi biologicamente produttivi richiesta dalla costruzione di un edificio, sulla base delle seguenti assunzioni:

- è possibile determinare le quantità e le tipologie di materiali utilizzati per la messa in opera di un edificio;
- è possibile stimare l'energia incorporata in ciascuno dei suddetti materiali, attraverso specifici coefficienti (*embodied energy coefficients*) che tengano conto dei flussi energetici necessari alla lavorazione ed al trasporto dei materiali ed all'assemblaggio dei materiali stessi;
- l'utilizzo di combustibili ed energia elettrica per la costruzione ed il trasporto dei materiali edili determina un aumento delle emissioni di CO_2 in ambiente;
- l'energia incorporata nei materiali edili può essere convertita, attraverso l'utilizzo di opportuni fattori di conversione, nell'area bioproduttiva necessaria all'assorbimento della CO_2 emessa.

Se da un lato è facilmente calcolabile l'appropriazione diretta di capitale naturale, intesa come occupazione fisica di suolo in relazione alle dimensioni ed alla tipologia degli edifici ed al numero degli abitanti, diverso e più significativo è

il contributo dei vari materiali da costruzione, dell'energia in essi incorporata e della loro rinnovabilità.
Occorre ricordare brevemente che l'unità di misura dell'Impronta Ecologica è l'ettaro (o il metro quadro) globale (dall'inglese *global hectar*, *gha* o *global square meter, gm*^{2}) il quale indica un ettaro di terreno con una produttività pari alla produttività media mondiale. Non tutte le categorie di territorio sono caratterizzate dalla stessa capacità di fornire risorse e servizi utili per l'uomo, pertanto, l'utilizzo di questa particolare unità di misura, calcolata attraverso specifici fattori di equivalenza, riesce a tener conto delle diverse produttività, normalizzando i valori e permettendo così di aggregare i risultati in un unico valore finale.
L'appropriazione indiretta di terreno per l'energia, ovvero del terreno necessario ad assorbire la CO_2 prodotta a partire dal consumo di fonti energetiche connesse alla costruzione di un edificio, rappresenta uno degli aspetti fondamentali dell'applicazione dell'analisi dell'Impronta Ecologica ad un qualsiasi sistema produttivo ed in particolare, al settore edilizio. Essa è infatti capace di tradurre in un unico valore, espresso in ettari o metri quadri globali, ed indicativo della richiesta di risorse e servizi naturali, tutti i contributi energetici legati al ciclo di vita dell'edificio o di un qualsiasi altro generico prodotto.
L'energia incorporata nei materiali può essere suddivisa in tre categorie principali che considerano l'energia consumata nella produzione dei materiali da costruzione; l'energia richiesta per il trasporto dei materiali edili dalla zona di produzione al cantiere e, l'energia richiesta per la messa in opera dei vari materiali, ovvero, per la costruzione dell'edificio stesso.
La finalità di questa analisi disaggregata dell'energia in gioco, è quella di valutare il livello dei consumi e l'efficienza delle varie fasi connesse con la costruzione di un edificio, tentando quindi di valutare i fattori maggiormente "energivori", responsabili della maggior richiesta di superficie biologicamente produttiva e che contribuiscono all'impronta ecologica totale dell'unità abitativa.
Lo studio dell'impatto ambientale legato ai materiali e alle tecniche edilizie tipicamente utilizzate o di quelle alternative è un prerequisito fondamentale per ridurre i costi energetici dell'edilizia, le emissioni di CO_2 e di conseguenza l'impronta ecologica degli edifici e si pone pertanto come una delle conoscenze di base della nuova progettazione eco-compatibile.
Di seguito viene riportato un primo sommario calcolo dell'impronta ecologica applicata all'edilizia. Il case study qui proposto è rappresentato da un edificio tipico dell'edilizia italiana: si tratta di un edificio in cemento armato, posto su due piani, con pianta rettangolare di 160 m^2 circa.
Partendo dai materiali aggregati per parti costruttive *embodied energy coefficients* è stato possibile calcolare l'appropriazione di terreno bioproduttivo derivante dalla costruzione dell'edificio.

La realizzazione dell'edificio campione, comporta una notevole richiesta ed appropriazione di terreno ecologicamente produttivo, pari a circa 37.000 gm^2. Al fine di comprendere più a fondo i fattori maggiormente responsabili di questa appropriazione di *carrying capacity* da parte della costruzione edilizia, si è deciso di aggregare i risultati ottenuti sia in base alle varie parti strutturali che alle tipologie di materiali utilizzati.
Gran parte dell'Impronta Ecologica dell'edificio deriva essenzialmente dalle opere per il sottofondo, necessarie per limitare eventuali cedimenti differenziati che potrebbero indurre lesioni alla struttura in elevazione, e per le fondazioni dell'edificio stesso.
Una cospicua quota dell'Impronta è inoltre da attribuirsi a tutte quelle opere connesse con le finiture interne ed esterne. È il caso relativo all'utilizzo di alluminio, un materiale caratterizzato da una fase di produzione estremamente "energivora". L'elevato valore di questo materiale, utilizzato per la realizzazione del portone esterno e degli infissi interni, spiega quindi la cospicua impronta ecologica della categoria "finiture interne ed esterne". Bisogna sottolineare che nel calcolo si è fatto riferimento all'utilizzo di alluminio vergine e che l'uso di materiale riciclato o di legno per la realizzazione degli infissi potrebbe diminuire l'impronta ecologica complessiva delle finiture.
Inoltre va considerato l'elevato contributo all'impronta ecologica totale dell'edificio, dovuto all'utilizzo di ghiaia (nell'esempio considerato calcolata solamente in base all'energia incorporata nel trasporto), al calcestruzzo ed ai laterizi. Se si considera il valore di impronta per quantitativo di materiale utilizzato, risulta inoltre importante il contributo delle armature metalliche.
Il calcolo dell'impronta ecologica permette di osservare e quantificare l'incidenza del trasporto dei materiali e, di conseguenza, sarà possibile valutare il guadagno ambientale ottenuto dall'uso di materiali estratti e prodotti localmente, rispetto a materiali trasportati da altre sedi.
In definitiva possiamo affermare che la costruzione di un siffatto edificio richiede l'appropriazione diretta, in termini di impronta ecologica, di soli 350 gm^2 circa di superficie degradata (o edificata).
Ben più elevato è però il valore dell'Impronta Ecologica relativa all'appropriazione indiretta di terreni ecologicamente produttivi necessari a produrre le materie prime (ad esempio il legno) e ad assorbire la CO_2 emessa durante la messa in opera dell'edificio.
Per una superficie fisica pari a circa 160 m^2 esiste una superficie fantasma di circa 37.000 gm^2 che grava sull'area urbana e contribuisce a creare pressione sull'ecosistema naturale e ad impoverirlo (vedi tabella nella pagina seguente).
Se consideriamo infine che l'edificio è composto da due appartamenti capaci di ospitare ciascuno un nucleo familiare di 4 persone, possiamo calcolare l'Impron-

SCHEMA RIASSUNTIVO DELL'IMPRONTA ECOLOGICA DELL'EDIFICIO ANALIZZATO	
Superficie fisica occupata dall'edificio	160 m^2
Impronta Ecologica dell'edificio	36.446 gm^2
Rapporto sup. biol. produttiva/sup. fisica	228 gm^2/m^2
N. abitanti edificio	8 ab.
EF edificio per abitante	4.556 gm^2/ab.
Quota legittima di territorio	19.000 gm^2/ab.
% territorio richiesto per l'edificio/quota disponibile	24% circa

ta Ecologica pro-capite degli abitanti di questo edificio, che risulta essere pari a circa 4,5 *gm^2/ab.* all'anno.
È infine interessante paragonare questa appropriazione di risorse e servizi naturali da parte dell'abitante "tipo" di questo edificio con la biocapacità media mondiale, ovvero, la legittima quota di territorio di cui ciascun abitante della terra potrebbe disporre in base ad un'equa ridistribuzione delle risorse naturali e pari a circa 1,90 *gha* (*ettaro globale,* Fonte: Livinig Planet Report, 2002). Possiamo vedere come, solo per la costruzione ed il fatto di poter usufruire di un'abitazione, ognuno di noi richieda ben il 24% delle risorse e dei servizi naturali messi a nostra disposizione dalla Biosfera. La quota d'impronta dovuta al consumo di combustibili fossili e energia per l'uso-gestione dell'edificio non è ancora inclusa nei risultati finora riportati e riferiti alla sola fase di costruzione dell'edificio.
Risulta quindi urgente e di estrema importanza una programmazione urbana ed edilizia che tenga conto dei limiti fisici imposti dai cicli biogeochimici globali e dai tempi biologici di rigenerazione delle risorse, molto più lenti rispetto ai tempi storici di consumo imposti dall'economia.
Nelle pagine che seguono viene analizzata la necessità di gestire la sostenibilità attraverso l'ipotesi di un programma per l'applicazione di indicatori e metodi di contabilità ambientale nel settore edile:
Obiettivi: incentivare la ricerca di tecniche per la contabilità ambientale e indicatori di sostenibilità nel settore edile per acquistare una maggiore consapevolezza dell'eco-efficienza di materiali e tecniche costruttive. Ridurre in massima parte l'impatto dovuto al settore edile rispetto ai problemi globali dell'esaurimento delle risorse e dell'effetto serra. Ridefinire le pratiche costruttive più sostenibili e formalizzare le scelte di progettisti e imprese attraverso bilanci complessivi costruiti sulla base di dati e valutazioni scientificamente rigorose e attendibili. Sostenere la necessità di una visione olistica sui processi che tenga conto dei limiti fisici imposti dalla natura all'economia e alla crescita.

È bene inteso che: "*la sopravvivenza dell'umanità dipenderà dal nostro grado di competenza ecologica, dalla nostra capacità di comprendere i principi dell'ecologia e di vivere in conformità con essi*" (Fritjof Capra, *La rete della vita*, 1996).

Metodi e indicatori: l'applicazione di metodi fondati su rigorose basi scientifiche (termodinamiche) è rivolta a costruire valutazioni complessive di processi, materiali e tecniche costruttive. Un indicatore di sostenibilità richiede una visione olistica e sistemica dei processi, rivolta alla verifica delle efficienze rispetto ai problemi globali dell'esaurimento delle risorse e delle emissioni di inquinanti, ed è cosa diversa da un indicatore di compatibilità ambientale o di *pressione-stato-risposta* che risponde a quesiti e problemi specifici e fortemente localizzati.
Nel gruppo di indicatori di sostenibilità potenzialmente applicabili al settore edile sono stati selezionati:

- *analisi emergetica:* misura le quantità di energia e materia (espresse in una unità di misura comune, il solar emergy joule) che alimentano l'edificio nelle fasi di costruzione e uso-gestione in un bilancio complessivo.
- *impronta ecologica:* misura l'impatto dell'edificio sulla base dei consumi rilevati nelle fasi di costruzione e uso-gestione in termini di *ettari equivalenti* di terreno ecologicamente produttivo necessario a rendere disponibili le risorse e ad assorbire emissioni e scarti.

Competenze necessarie: questa relazione programmatica cerca di delineare le basi necessarie per una interpretazione corretta e rigorosa del concetto di sostenibilità che viene spesso frainteso o utilizzato impropriamente. Con riferimento al tema dello sfruttamento delle risorse ambientali (capitale naturale), le competenze richieste riguardano:

- concetto di sostenibilità: definizione e principi generali; definizione di economia ecologica (ecological economics); limiti e leggi fondamentali di Herma Daly;
- basi scientifiche termodinamiche della sostenibilità: secondo principio della termodinamica; concetto di entropia; nuovo paradigma scientifico; fisica evolutiva; termodinamica dei sistemi lontani dall'equilibrio; il modello di Morowitz; le strutture dissipative di Prigogine; complessità e autorganizzazione; città e strutture dissipative; nuovo paradigma urbano;
- indicatori di sostenibilità: definizione; emergia; impronta ecologica; life cycle analysis; bilancio dei gas serra; case studies e applicazioni alla scala vasta; applicazioni a processi produttivi;
- indicatori di sostenibilità nel settore edile: rilevanza delle politiche ambientali nel settore edile; scopo degli indicatori nel settore edile; stato dell'arte nella ricerca di metodi di contabilità ambientale nel settore edile; gruppi di indicato-

ri: indicatori di stato dell'ambiente o di pressione (compatibilità ambientale); indicatori di sostenibilità (globale);
- case study: analisi energetica di un edificio residenziale; valutazione di sostenibilità di parti costruttive, materiali e elementi costruttivi; impatto ambientale nelle due fasi di costruzione e di uso-gestione dell'edificio; valutazione di scenari con applicazioni di materiali e tecniche innovative; misura dell'eco-efficienza degli edifici;
- case study: impronta ecologica di edifici con diverse tipologie costruttive; stima dei consumi di energia e delle emissioni di CO_2 per effetto della produzione dei materiali edili, del loro trasporto dalla zona di produzione al cantiere e della posa in opera; valutazione del livello dei consumi e dell'efficienza delle varie fasi del processo di costruzione di un edificio; stima della variazione dell'impronta ecologica di un edificio sulla base dei materiali e delle tecniche edilizie utilizzate; valutazione della richiesta di capitale naturale conseguente l'utilizzo di materiali locali o importati, con attenzione alla distanza percorsa ed al mezzo di trasporto utilizzato.

Definizione di "costruire sostenibile"

Per una organizzazione commerciale, "sostenibilità" significa rimanere produttivi, facendo il necessario profitto per soddisfare azionisti, pagare le tasse, ripagare i prestiti bancari ed offrire ai propri dipendenti la prospettiva di un impiego a lungo termine. Nel lungo periodo le attività redditizie possono essere sostenibili solo se il mercato nel quale operano e l'intera comunità che servono sono anch'essi sostenibili, grazie ad una economia locale sostenibile definita da almeno 12 condizioni chiave:
- uso di risorse non rinnovabili;
- rifiuti, emissioni e agenti inquinanti;
- biodiversità e produttività;
- buono stato di salute dei cittadini;
- qualità sociali, partecipazione e apprendimento continuato;
- lavoro, creatività e ricreazione;
- governo e giustizia affidabili ed accessibili;
- mutuo rispetto e comprensione reciproca;
- promozione delle istituzioni e supporto allo sviluppo sostenibile;
- ambienti di lavoro sicuri e incentivanti;
- efficienza di risorse e processi;
- risorse finanziarie e sviluppo sostenibile.

Se accettiamo che queste siano di fatto le caratteristiche essenziali di una economia sostenibile, ne consegue che la "licenza di operare" nella società di una or-

ganizzazione deriva non semplicemente dalla soddisfazione degli azionisti grazie all'aumento dei profitti, ma dal contribuire a migliorare la propria prestazione ambientale e sociale. E ciò è nell'interesse dell'impresa stessa.

Quale alternativa per il settore edile?

Abbiamo bisogno di nuovi processi innovativi per rendere sostenibile lo sviluppo del nostro territorio e l'edilizia è chiamata al cambiamento dalle nuove legislazioni e dalle istituzioni pubbliche.

Se un cambiamento in edilizia è obbligatorio (perché imposto per legge) e necessario (perché il mercato chiederà sempre più edifici a basso consumo e basso inquinamento): come renderlo possibile, ovvero economicamente sostenibile?

Ma come assicurare che il contributo richiesto non venga percepito alla stregua di un "tributo" dal settore produttivo?

Per ottenere prestazioni sulla carta senza aumentare i costi di realizzazione l'unica alternativa plausibile sembra essere una maggiore e progressiva "industrializzazione" dei processi costruttivi di edifici che garantiscano:

- una riduzione dei costi di produzione;
- la certificazione sulla carta delle prestazioni richieste da norme e mercato *(tra cui ad esempio sostenibilità, prestazioni energetiche, acustiche, sismiche, ecc.)* garantendo così la sostenibilità generale, anche economica, dell'intervento.

Costruzioni a zero emissioni economicamente sostenibili

In edilizia non è facile associare con certezza costi contenuti ad un prodotto di qualità. Nella accezione comune del consumatore medio le costruzioni a basso costo sono edifici a costo di acquisto ridotto. Generalmente chi acquista edifici a basso costo non ha grandi aspettative riguardo la qualità di materiali, impianti e finiture. I bassi costi di costruzione tendono, con il passare del tempo, a creare conseguenze negative sulla qualità generale degli edifici e a generare costi emergenti. È possibile costruire edifici a costi contenuti ma al contempo di qualità certificata? Per rispondere a questa domanda, occorre che ci si interroghi sia sul significato di costo sia sulla importanza della qualità.

Costi e qualità in edilizia

Chi compra un edificio o un immobile viene oggi guidato da pochi indicatori certi, tra cui costi, finiture e "location" – o ubicazione. Non esistono altri parametri oggettivi, legati ad esempio ai costi di gestione di un edificio, alla qualità e alla sicurezza delle strutture, ai consumi degli impianti, alla praticabilità di apportare modifiche non onerose. Non esiste ancora nemmeno un "libretto di istruzioni" razionalmente riconosciuto o una certificazione di qualità delle effettive prestazioni dell'immobile, al contrario di quanto avviene per ogni prodotto industriale.

Atteso che la qualità è un concetto di difficile definizione, mentre – sia pur in ultima analisi - i costi sono sempre certi e godono di indicatori incontestabili, nel mercato del mondo edile sembra rimangano ancora aleatorie:

- la metodologia con cui vengono individuati i costi (davvero a chi compra non interessano i costi di gestione?);
- la determinazione degli indicatori di qualità (e se in futuro i rogiti notarili fossero nulli senza certificazione di qualità dell'immobile?).

Quanto consuma l'edificio che sto per comprare? È sicuro? Quale è il livello di comfort? Chi lo certifica? Queste domande, comuni per l'acquisto di automobili o elettrodomestici, non sono invece usuali in una transazione per l'acquisto o l'affitto di un appartamento.
Il secondo aspetto della presente pubblicazione intende dunque analizzare *se* e *come* sia possibile ridefinire gli effettivi costi di progettazione, costruzione e gestione di un edificio "certificato", prescindendo dalla ubicazione dello stesso, ovvero dal costo del terreno, troppo variabile e spesso di gran lunga superiore allo stesso costo di costruzione.

Il rapporto qualità-prezzo in edilizia

Costruire un edificio rientra tra le attività più costose che una comunità possa affrontare per cui la storia dell'edilizia da sempre si confronta con la necessità di ridurre i costi. Per quanto il rapporto "*qualità prezzo*" in edilizia sia di difficile definizione, certamente anche nel settore delle costruzioni il contenimento *tout court* dei costi può pregiudicare la qualità del prodotto. Ad oggi il rapporto *qualità-prezzo* nelle costruzioni è espresso meramente dalla relazione tra costo di acquisto e prezzo di mercato: conviene acquisire un immobile se il prezzo di acquisto è inferiore al costo di mercato. Lo stesso vale per edifici esistenti, al netto dei costi stimati per ristrutturare, cioè consolidare strutture, aggiornare impianti, finiture e serramenti. Si avverte però la necessità di strumenti di valutazione più raffinati, in grado di cogliere meglio i maggiori aspetti che influenzano costi e prezzi nel lungo periodo. Non esiste ad esempio in edilizia la possibilità di equiparare in maniera oggettiva e certa due immobili e valutarne le qualità – come è al momento impensabile la possibilità di valutare tutti i costi di un edificio nel suo complessivo "ciclo di vita". Mentre l'industria tradizionale ha da tempo creato "certificazioni di qualità" al fine di garantire all'acquirente il soddisfacimento di requisisti minimi, l'industria edile non ha ancora affrontato tali problematiche, e si trova impreparata a gestire il cambiamento voluto dalle nuove normative europee, che hanno introdotto il concetto di "certificazione prestazionale" di un edificio in ogni campo, sia essa energetica, acustica, sismica, o di sostenibilità.

Verso un settore edile maggiormente industrializzato?
Ma industrializzare significa "pre-fabbricare" e la prefabbricazione non ha mai trovato un mercato nell'edilizia residenziale di qualità: è infatti sinonimo di bassa qualità, standardizzazione, poca capacità di personalizzazione dell'offerta.
La prefabbricazione tradizionale non ha oggi mercato nell'edilizia residenziale perché non consente all'utente finale di scegliere e caratterizzare il prodotto: si è sempre avvalsa di processi di produzione "di massa", ovvero offre pezzi simili tra loro e per questo a basso costo.
La ***"rivoluzione industriale"*** ha consentito di abbattere i costi dei prodotti artigianali, divenendo così strumento di sviluppo perché una maggior percentuale di cittadini poteva ambire a possedere prodotti di ogni genere, più o meno sofisticati, sempre a basso costo grazie alla standardizzazione e alla "produzione di massa" – o ***mass production*** - Le prime automobili prodotte dall'industria del settore erano standardizzate, in primis tutte uguali, addirittura tutte dello stesso colore. In poche parole, ad un basso costo corrisponde una bassa possibilità di varietà.
Negli ultimi anni una nuova "rivoluzione", la cosiddetta ***"rivoluzione digitale"***, sta mutando i processi produttivi dell'industria tradizionale perché consente mantenere bassi i costi offrendo la possibilità di personalizzare e differenziare i prodotti con un processo fortemente industrializzato "a catena di montaggio" di prodotti su misura chiamato ***mass customization.***
La mass customization, letteralmente "personalizzazione di massa", consente di produrre su misura, ovvero di personalizzare, su scala industriale a prezzi di produzione di massa. Ad un basso costo corrisponde una alta possibilità di varietà.
Recenti tecnologie digitali stanno dunque permettendo di "rivoluzionare" il concetto di prefabbricazione tradizionale. La produzione digitale consente infatti di "stampare" in tre dimensioni un file digitale, ovvero di produrre un pezzo speciale a costo di produzione di massa. L'applicazione del mondo digitale in edilizia sembra plausibile perché consentirebbe di iniziare un processo industrializzante senza perdere mercato: consentirebbe infatti di trattenere i vantaggi della "Mass Production", ovvero i bassi costi, sbarazzandosi dei difetti, ovvero dell'obbligo "finanziario" di fabbricare prodotti tutti uguali per mantenere bassi i costi: residenze tutte uguali in edifici tutti uguali non avrebbero futuro in edilizia, mentre residenze personalizzabili a basso costo sarebbero appetibili dal mercato odierno.
La "Mass customization", o personalizzazione del prodotto a costi di produzione di massa, è dunque una strada possibile per aiutare il settore edile a acquisire maggiori processi industrializzanti.

Esempio pratico di mercati possibili per l'industrializzazione dell'edilizia
Grazie alle nuove tecnologie produttive e alla progressiva industrializzazione di processo nel settore delle costruzioni è recentemente nato il mercato dell'involu-

cro edilizio, che sta assorbendo i fatturati di serramenti, impianti e arredamenti interni. Tale mercato, sostenuto dalla costruzione di grattacieli nel mondo, ha visto nascere grandi fabbriche di "involucri", alcune anche in Italia.
Ciò avverrà anche nel campo dell'edilizia residenziale? Le Macchine a Controllo Numerico (CNC) consentono però già oggi in edilizia residenziale, grazie alla tecnologia digitale, di superare i limiti della prefabbricazione tradizionale perché permettono di produrre su richiesta componenti e strutture speciali per le costruzioni. Tali nuovi processi produttivi aiutano a fabbricare, a costi industriali, ovvero di produzione di massa, sempre più elementi complessi, facciate interattive, impianti su misura per edifici, con forme e materiali personalizzabili.
Da poco più di un decennio nella "filiera produttiva" edile è iniziata la produzione industriale di pezzi speciali – ovvero è iniziata l'industrializzazione di processo. Marmisti, fabbri e serramentisti offrono già sul mercato edile residenziale la possibilità di produrre un pezzo speciale, con materiali a scelta e forme su richiesta, ma a basso costo, da assemblare in cantiere. Una volta inteso che l'industrializzazione è possibile, è necessario definire le problematiche che al momento spingono il settore edile ad un rinnovamento dei processi produttivi.

Sostenibilità economica dell'industrializzazione edile
Per poter rendere plausibili dal punto di vista economico le innovazioni proposte è necessario che il costo di tali innovazioni non vada a gravare sul prezzo di mercato dell'immobile prodotto con tale processo innovativo.
Una ricerca svolta nel mercato immobiliare lombardo circa l'incidenza dei costi di mano d'opera e materiali sul prezzo complessivo dell'immobile ha portato ad identificare nel contesto lombardo una preponderanza dell'incidenza dei costi legati alla mano d'opera, sino a quattro volte più grandi del costo sostenuto per i materiali. Chi costruisce un edificio spende più del 70% del capitale per pagare lavoro e mano d'opera, Quindi spende solo il 30% per pagare i materiali.
Un maggior contributo della prefabbricazione consentirebbe di ridurre il lavoro in cantiere, quindi costo della mano d'opera necessaria, riducendo così anche i tempi di costruzione e limitando la quantità di azioni pericolose.
Per consentire una maggiore industrializzazione dell'edilizia, senza caricare il settore di costi non riconosciuti dal mercato, si tratterebbe - in termini puramente teorici - di rovesciare il rapporto percentuale dei costi dagli attuali: 80% per il lavoro e 20% per materiali a 20% per il lavoro e 80% per i materiali.
In estrema sintesi, per cercare di condensare il concetto espresso, si tratta di traghettare l'industria delle costruzioni dalle attuali economie di costruzione e gestione a nuove logiche imprenditoriali: dalla "rivoluzione industriale" alla "rivoluzione digitale".

L'analisi del ciclo dei costi di un edificio

Quanto ci costa un edificio nel lungo periodo?

Oltre al costo di acquisto, quanto consuma un immobile? Quanto costa in manutenzione? Quali sono i costi che dobbiamo affrontare – e progettare - per tutto il ciclo di vita di un edificio? Come includere nel bilancio le esternalità nascoste, ovvero i costi di gestione e manutenzione?

Per poter proporre una plausibile ottimizzazione delle economie di scala in edilizia è importante studiare l'intero ciclo di vita di un edificio. L'analisi del ciclo dei costi di un edificio permette di capire che quelli di gestione sono molto superiori a quelli di costruzione e consente di ipotizzare innovazioni di processo finalizzate al contenimento dei costi generali. Abbiamo visto nel paragrafo precedente che ad oggi quasi l'80 per cento del costo di costruzione di una casa è dovuto alla mano d'opera mentre poco più del 20 per cento è impiegato per i materiali. Questa analisi suggerisce anche ad un profano nel campo che un processo in grado di abbattere la quantità di mano d'opera renderebbe molto appetibile un investimento nel settore edile. Grandi compagnie di software o di assemblaggio (come l'IKEA ad esempio) stanno già mettendo gli occhi sul mondo delle costruzioni, con l'intenzione di trasformarlo in qualcosa di molto simile al mercato dell'automobile. Ma con un enorme vantaggio: la produzione "in serie", quindi a basso costo, di elementi "su misura", ovvero personalizzabili e di alta qualità.

L'analisi del ciclo dei costi (**Life Cycle Cost analysis - LCC**) è una disciplina largamente utilizzata nel settore industriale che calcola i costi di un sistema o di un prodotto in tutto il suo intero ciclo di vita, dalla ideazione alla "discarica".

L'analisi di un sistema normalmente include i costi di ideazione, ricerca, produzione, gestione e manutenzione, oltre ai costi di eventuali pezzi di ricambio e ai costi di smaltimento o di riciclo dei materiali alla fine del ciclo di vita.

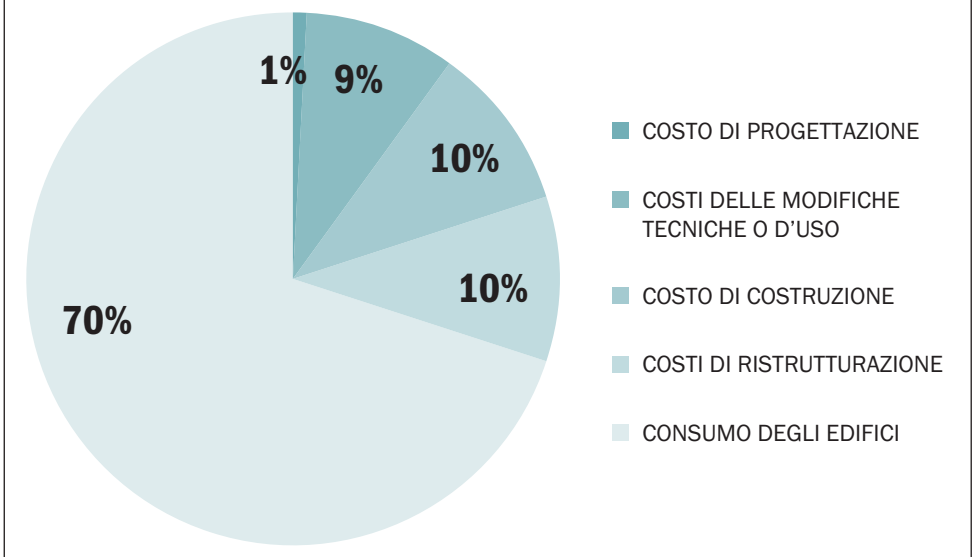
L'analisi del ciclo dei costi in edilizia è raramente praticata, pur essendo molto importante dal punto di vista amministrativo. In caso si decida di fabbricare un prodotto, acquistare un immobile o costruire un edificio, la visualizzazione grafica delle necessità economiche del progetto durante tutto il ciclo di vita aiuta a comprendere gli effettivi sforzi economici necessari e a valutarne la fattibilità.

I benefici più visibili ed importanti sono tre:

- tutti i costi associati all'edificio divengono evidenti, specialmente i costi a monte (tra cui Ricerca e Sviluppo) e a valle (tra cui consumi e manutenzioni) dell'intero progetto;
- consente una analisi delle potenziali interrelazioni tra le varie fasi: Ad esempio ridurre le spese in Ricerca & Sviluppo può portare a maggiori costi del servizio di assistenza ai clienti;
- aiuta nel discernere quali spese iniziali siano da privilegiare, consentendo ai *manager* di sviluppare strategie appropriate.

Non esistono dati raccolti sistematicamente ed in maniera scientifica su larga scala, ma disponiamo di alcuni esempi puntuali, raccolti nei bilanci degli uffici amministrativi di governi locali o di grandi industrie. Gli uffici amministrativi del Governo del Colorado, nel tentativo di capire quali costi influissero maggiormente sul bilancio del patrimonio immobiliare statale, hanno tentato un bilancio di lungo periodo, utilizzando la metodologia LCC, trasferendone l'uso dall'industria al settore immobiliare. Si tratta di uno dei primi tentativi nel campo, ed i dati pubblicati sono sorprendenti: in Colorado, nei 40 anni di vita di un edificio i costi di gestione, ovvero i costi affrontati per pagare i consumi, risultano essere quattro volte superiori ai costi edili, di costruzione e ristrutturazione. I costi iniziali di progettazione e costruzione sono dunque minimi se comparati ai costi di gestione e manutenzione nell'intero ciclo di vita di un immobile. In dettaglio lo studio pubblicato dal Governo del Colorado illustra anche la statistica della distribuzione dei costi che un proprietario locale si trova a affrontare in 40 anni di possesso di un edificio. Tali valori sono una media statistica dei dati raccolti analizzando i costi di tutti gli edifici di proprietà dello stato del Colorado, utilizzando i bilanci pubblicati e le banche dati disponibili. Se, secondo il diagramma, il costo di costruzione corrisponde al 10% del costo totale, gli edifici del patrimonio immobiliare dello stato americano consumano sette volte

I COSTI DEL CICLO DI VITA DI UN IMMOBILE



Fonte: dati pubblicati dall'ufficio del Governatore, Stato del Colorado (U.S.A.) nel 2005

di più, ovvero il consumo degli edifici si appropria del 70% del budget totale. In quaranta anni i costi di ristrutturazione equivalgono al costo di costruzione, ovvero al 10%, mentre il costo di progettazione equivale solo ad un centesimo del costo totale.
Altri dati derivano da un altro audit di carattere privato e meramente gestionale, pubblicato ad uso interno da AT&T, industria statunitense di telecomunicazioni. Le percentuali della ripartizione dei costi sostenuti per costruire e mantenere gli edifici di AT&T dal 1950 al 2000 mostrano che nel ciclo di vita di 40 anni il costo dell'edificio medio è così ripartito nei bilanci aziendali:
- 11% costi di costruzione iniziali;
- 14% costo del capitale impiegato (mutui, ecc.);
- 25% costi di ristrutturazione;
- 50% costi gestionali.

Normalmente, nel mercato odierno, gli sforzi progettuali sono concentrati sulla riduzione del costo di costruzione iniziale, ma l'analisi dei costi sui quaranta anni di vita di un edificio sopra riportato ha portato il management di AT&T a capire che, se pure tali studi avessero portato ad un risparmio del 5% sul costo di realizzazione, tale risparmio avrebbe corrisposto ad un solo 0,5% del costo totale. Tale concetto si comprende bene grazie all'ausilio di un esempio: gli impianti di riscaldamento e condizionamento hanno una vita media inferiore a quella degli edifici, per cui nei 40 anni di vita media di un immobile gli impianti verranno cambiati almeno una volta, atteso che la loro vita media è di circa 30 anni. Ciò porta il mercato a tentare di risparmiare sul costo di acquisto, prescindendo dal costo di gestione. Ma il LCC aiuta a comprendere che finanziariamente è più conveniente il contrario.
Il costo degli impianti generalmente corrisponde al 30% del costo di costruzione, per cui, come si evince dal grafico seguente, è finanziariamente molto più sensato intervenire sulla progettazione dei consumi e spendere un 10% in più per impianti a basso consumo piuttosto che cercare di ridurre il costo di acquisto prescindendo dai consumi.
Nei 30 anni di vita di un impianto tradizionale il costo delle "bollette" supera abbondantemente infatti il costo pagato per l'acquisto e l'istallazione.
La LCC aiuta a comprendere il panorama totale dei costi, ed a discernere quali spese iniziali siano da considerarsi prioritarie. Secondo recenti ricerche l'efficienza economica dell'opera ed i costi di uso e gestione sono determinati per l'80 per cento in fase di progettazione.
Un maggiore investimento nella fase della progettazione è dunque ammissibile economicamente e necessario finanziariamente se tale progettazione è finalizzata alla riduzione dei consumi e dei costi di gestione.

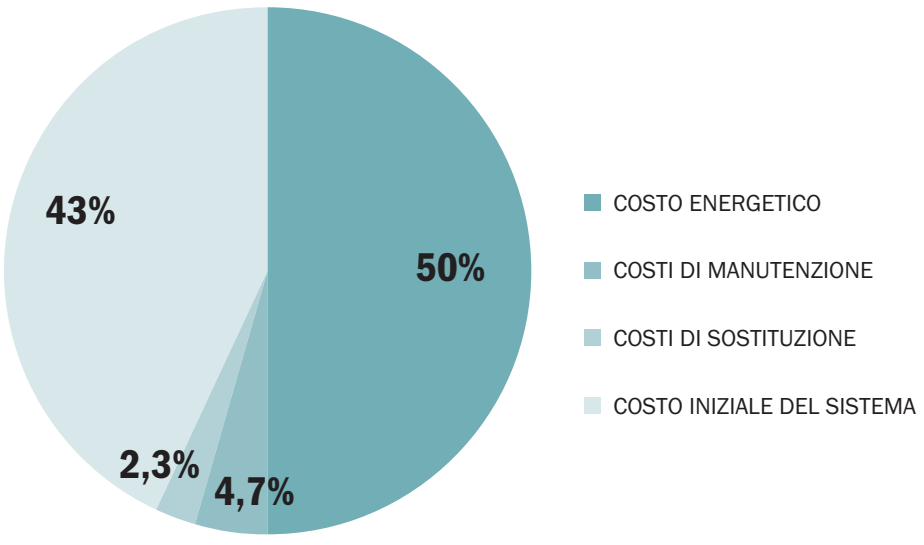
In linea con queste conclusioni lo Stato del Colorado ha commissionato la realizzazione di una serie di edifici pubblici a basso consumo, e – dopo la costruzione – ne ha monitorato i consumi, calcolando il risparmio reale. Risulta che una scuola costruita per contenere i costi generali nel ciclo di vita, e quindi progettata in maniera sostenibile con criteri prestazionali e realizzata con elementi edili prefabbricati e certificati, ha consumi quasi dimezzati rispetto ad una scuola delle stesse dimensioni, costruita nel rispetto dei codici prescrittivi dei regolamenti edilizi vigenti. Qualità certificata e costi contenuti in edilizia sembrano dunque poter coesistere. Come si può dunque garantire che il processo di industrializzazione sia accettato e "incorporate" nei processi produttivi del settore delle costruzioni? Quali sono gli strumenti adeguati?

Il contributo del mondo digitale all'industria edile

Come "industrializzare" la produzione di edifici certificati a costi ridotti? Nella seconda parte del capitolo vengono esplorate le opportunità possibili di trasferimento tecnologico dai processi industriali "tradizionali", in particolare dal mondo digitale.

Il mondo digitale gioca già un ruolo fondamentale nella progettazione degli edifici, e sta gradatamente "contaminando" tutte le fasi della vita di un edificio.

COSTI DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E DI CONDIZIONAMENTO



Washington State Department of General Administration (U.S.A.)

Il nuovo modello produttivo proposto viene descritto nelle pagine a seguire, suddiviso in tre fasi principali: 1) la progettazione digitale: da tempo gli studi di progettazione usano sofisticati computer per disegnare in digitale, simulare le prestazioni con prototipi digitali, e spesso i disegni esecutivi vengono scambiati in formato elettronico; 2) la produzione digitale con Macchine a Controllo Numerico (CNC) che consentono già oggi in edilizia di superare i limiti della prefabbricazione tradizionale perché permettono di produrre su richiesta componenti e strutture speciali per le costruzioni, a costi industriali; 3) la gestione digitale che consente un maggior grado di automazione e domotica.
Tali nuove fasi potenzialmente "industrializzanti" aiuterebbero a produrre, a costi industriali, ovvero di produzione di massa, sempre più elementi complessi su misura come strutture, rivestimenti, facciate interattive, impianti, ambienti con forme e materiali personalizzabili.

1) Progettazione digitale
Progettare significa "proiettare" un'idea sulla carta o sullo schermo di un computer, per cercare di "vedere l'idea", affinarla ed anticipare concettualmente le problematiche legate a fattibilità ed esecuzione materiale. La progettazione tradizionale dedica poche attenzioni alla effettiva prestazione degli edifici. I progettisti di edifici usano oggi sistemi di progettazione che non integrano nel progetto architettonico né il progetto strutturale né il progetto impiantistico. Tali sistemi di progettazione non affrontano il tema delle prestazioni complesse e ciò rende difficile – se non impossibile – l'ipotesi di una garanzia rilasciata sulla carta.
Perché è necessaria una innovazione drastica nel campo della progettazione? I risultati di alcuni tra i maggiori progetti di ricerca europei nel campo hanno portato a concludere che la progettazione innovativa in edilizia sarà presto imprescindibile perché il contesto normativo (e quindi presto il nuovo mercato) richiede la progettazione prestazionale degli immobili.
Ma perché dobbiamo pensare di progettare le prestazioni degli edifici?

Progettare le prestazioni
Se, come è certo, il parametro di giudizio delle future normative europee sarà prestazionale, dovremo essere preparati a progettare e certificare le effettive prestazioni energetiche, acustiche, strutturali, di risparmio idrico degli edifici ancor prima di costruirli. Dall'agosto 2005 il D.L. 192/05, ad esempio, impone agli edifici di "dichiarare", con una apposita targa esposta al pubblico, il consumo energetico. E tale prestazione dovrà essere progettata, integrando al tradizionale progetto che accompagna la richiesta di permesso edilizio anche il progetto delle prestazioni energetiche, con relativa certificazione.
Ma è possibile progettare con precisione i consumi energetici di un edificio?

Verso una progressiva industrializzazione dell'edilizia

Come è possibile certificare una prestazione se il progetto non è ancora stato realizzato? È possibile certificare preventivamente un prodotto complesso del sistema edile?

Questo approccio è già in uso in altri settori, e per facilitare la comprensione del problema citiamo ancora una volta il mercato dell'automobile, con cui ognuno di noi ha familiarità.

Chi compra un auto richiede – oltre all'estetica – precise prestazioni. Il mercato delle automobili richiede il soddisfacimento di standard omologati e omogenei, relativi la sicurezza, i consumi, e il comfort. Per cui, quando si progetta un'auto, il mercato e le normative richiedono già oggi che si progettino anche tutte le prestazioni della vettura: lo standard di sicurezza che si vuole raggiungere, il grado di comfort, gli eventuali bassi consumi e gli obbligatori bassi livelli di inquinamento.

Ma ciò costa, quindi come è possibile prevedere più prestazioni, integrate e complesse, in maniera non troppo onerosa? Costruire tanti prototipi dal vero e testarli non sarebbe economicamente sostenibile, per cui la progettazione tradizionale è stata forzatamente accantonata.

Prototipazione digitale

La progettazione prestazionale avviene testando il comportamento di prototipi virtuali grazie a simulazioni digitali realizzate con software che ormai hanno quasi sostituito, ad esempio, l'uso intensivo delle "gallerie del vento".

Testare il funzionamento di un edificio prima di costruirlo è dunque l'obiettivo principale della ricerca nel campo della Progettazione Innovativa.

Un mezzo scientificamente elaborato e validato per farlo è la "Prototipazione Digitale", già in uso nel settore industriale: si costruisce un prototipo virtuale, in digitale al computer, e se ne testano le prestazioni in modo da risolvere il maggior numero di problematiche prima della fase esecutiva in cantiere.

Invece di realizzare costosi prototipi reali, l'industria – non solo automobilistica - si sta dunque orientando sulla cosiddetta "prototipazione digitale". Il prototipo non viene costruito dal vero, impiegando materiali e mano d'opera, ma viene modellato e testato nel computer: la struttura digitale viene sollecitata con simulazioni accurate, i consumi vengono calcolati con grande precisione, la sicurezza viene verificata ripetutamente.

In questo modo si riduce notevolmente il costo di prototipazione in edilizia, ci si assicura che il prodotto sia certificabile e che le certificazioni sulla carta siano plausibili grazie alla precisione esecutiva del processo industriale.

Tutto ciò non avviene in edilizia. Ma ci sono grandi potenzialità: nel mondo delle costruzioni il settore della progettazione è quello che ha recepito maggiormente

la rivoluzione digitale: sino a circa quindici anni fa nelle università italiane non si disegnava al computer e i professionisti non avevano dimestichezza con i programmi di progettazione.
Oggi la progettazione di edifici con supporti digitali è recepita bene: è normale vedere scambiati messaggi di posta elettronica con file di progetto e ciò facilità la programmazione, l'archiviazione e lo scambio dei dati.
È pertanto plausibile ipotizzare che la progettazione innovativa si orienti rapidamente sulla prototipazione digitale, e riesca pertanto a gestire in fase progettuale le effettive prestazioni degli edifici.
Questo paragrafo si propone di esplorare il possibile trasferimento tecnologico da settori in cui la progettazione prestazionale è da tempo utilizzata con successo, con il fine di contribuire a migliorare la qualità certificabile dell'intero settore edile, concludendo che il trasferimento di know-how è possibile e implementabile.

2) La produzione digitale con Macchine a Controllo Numerico (CNC)
I prefabbricati "*on demand*", ovvero i componenti edili su misura dalle prestazioni certificate sono una chiave possibile per introdurre un buon grado di innovazione "industrializzante" necessaria al settore edile. La produzione digitale con Macchine a Controllo Numerico (Computer Numerically Controlled o CNC) consente già oggi in edilizia di superare i limiti della prefabbricazione tradizionale perché permette di produrre su richiesta componenti e strutture speciali per le costruzioni, a costi industriali. Le macchine CNC sono stampanti tridimensionali, che producono a basso costo elementi su richiesta.

3) Gestione digitale o domotica
Il termine Domotica significa "casa automatica" ed è un neologismo coniato in ambito culturale francese (da Domus = casa in latino e Automatique = automatica in francese. In inglese il significato è il medesimo in quanto "Domotica" viene tradotto in "Home Automation".
Un livello base di automazione è già presente negli edifici, ed è stato introdotto agli inzi del '900 con la posa nelle abitazioni di impianto elettrico o idraulico. Tale livello di automazione "primordiale" può essere migliorato e interconnesso, grazie al Trasferimento Tecnologico dall'industria, ad esempio dal settore automobilistico e aeronautico: i nostri veicoli infatti monitorano i consumi, sorvegliano la propria efficienza e garantiscono la nostra sicurezza. Sistemi sofisticati non consentono alcun uso improprio di freni, volante o carburante, e airbag incorporati possono apparire istantaneamente per proteggerci in caso di eventi estremi. I nostri edifici raramente si occupano dell'utente. Potrebbero davvero farlo?

In realtà la disciplina che si occupa di automazioni domestiche ha più di un secolo: i primi impianti elettrici e idraulici possono essere considerati come archetipi di domotica. Come è noto, mentre il settore delle costruzioni è antico quanto l'*homo sapiens*, il mercato degli impianti elettrici e idraulici è molto giovane ed è nato in seguito alla volontà di automatizzare l'uso dell'acqua e dell'energia negli edifici, per migliorarne le prestazioni ed il comfort abitativo.
È statisticamente evidente che queste necessità di comfort, igiene, produttività e sicurezza domestica non sono certamente in discussione e saranno uno degli elementi guida per l'edilizia del futuro.
Se ben concepita, la domotica può dunque giocare un ruolo importante, aprire nuovi mercati e richiedere nuove figure professionali.
La domotica è oggi usata per la gestione di grandi edifici commerciali e consente di monitorare gli accessi delle persone (sicurezza) e di gestire i consumi energetici (risparmio energetico).

Gestione automatica in digitale dei consumi energetici di un grande edificio commerciale
Ma come possiamo pensare di integrare alcune automazioni base negli edifici residenziali per migliorarne le prestazioni?
Il mercato sta richiedendo sempre più automazioni che coinvolgono gli utenti sia in maniera attiva (comfort, interazione, security) sia quelle che coinvolgono gli utenti in forma passiva (gestione del risparmio energetico, sicurezza intesa nel senso inglese di safety). Un primo paradosso, e potenziale fonte di innovazione, ha sottolineato un problema di "hardware": i sistemi automatici non sono integrati nei sistemi costruttivi.
Le automazioni oggi richieste dal mercato non sono ancora recepite dai tradizionali processi costruttivi: per inserire i pur consolidati impianti elettrico e idraulico ancor oggi si demoliscono parti di pavimentazioni e murature – con grave pregiudizio alla gestione del cantiere e alla manutenzione successiva.
L'integrazione tra impianti e sistemi costruttivi, possibile grazie alla prefabbricazione digitalizzata già in uso in quasi tutti i settori industriali, viene ipotizzata come requisito utile ad economie di scala, certificazioni prestazionali, monitoraggi gestionali e manutenzioni.
Questa soluzione – per approfondire l'esempio che ha aperto il paragrafo – è stata già adottata dal settore dell'automobile: quando si acquista un'auto si presta molta attenzione, oltre alla linea e ai consumi, anche alle automazioni integrate, alcune delle quali sono oramai considerate imprescindibili. L'automobile ha l'ABS, ovvero il sistema automatico che impedisce il blocco delle gomme in frenata? Ha gli airbag, che si gonfiano automaticamente in caso di incidente? Sono informato dal computer di bordo dove intervenire in caso di guasto? So-

no informato e posso prevedere i consumi medi effettivi? Se lascio i fari accesi l'auto me lo segnala proteggendo la batteria? Ha il climatizzatore automatico che regola il flusso dell'aria interna a seconda della temperatura esterna? Se piove, i tergicristalli si accendono automaticamente?
Queste domande non possiamo ancora porcele quando acquistiamo un edificio, ma le nuove direttive europee, mirate a generare una nuova richiesta di mercato, stanno spingendo verso la creazione di un cliente consapevole che richiede sicurezza e bassi consumi anche quando acquista una casa.

Il nuovo edificio sede del Comune di Londra: le sue prestazioni sono interamente automatizzate
Un secondo paradosso allo studio nasce da un problema di "software": i sistemi automatici non sono integrati e dialoganti tra loro.
In ogni ambiente domestico o lavorativo è evidente la crescente ridondanza di impianti e di sistemi di controllo, ed è altrettanto evidente quanto tali sistemi non siano integrabili in rete. Il numero degli impianti è in continua crescita, e mentre ciò fa ben sperare per il mercato futuro è evidente la necessità di ottimizzazioni e innovative economie di scala. Gli impianti, - elettrico, idraulico, antifurto, televisivo, informatico, di irrigazione automatica del giardino, di apertura automatica del cancello di casa, ecc. - pur potendo, non scambiano informazioni tra loro. Sono sistemi individualistici, non coordinati per il miglioramento delle prestazioni di un edificio, ed hanno ciascuno una interfaccia non facile da usare e gestire. Concependo strutture e impianti come elementi integrati sin dalla fase progettuale, è possibile semplificarne e coordinarne le prestazioni individuali, per ottenere un miglioramento sistemico generale.

Gestione urbana e recupero del patrimonio esistente: applicabilità delle innovazioni
Il mercato del futuro in Europa non può prescindere dal recupero degli edifici esistenti. Ma come soddisfare nel restauro architettonico i requisiti prestazionali richiesti dal mercato e le imposizioni normative?
La parte più importante del mercato edile in Italia è costituita dal recupero del patrimonio esistente.
In Europa, e soprattutto in Scozia, Francia e Germania, si stanno sperimentando tecnologie costruttive innovative finalizzate al recupero edilizio di qualità.
La particolare congiuntura economica e normativa, che richiede al cantiere costi e tempi certi e agli edifici prestazioni certificate, ha stimolato l'impiego di tecnologie innovative anche nel recupero edilizio: ai fini di contenere i costi e i tempi di cantiere - e assicurare la certificazione di qualità ancor prima di iniziare i lavori di recupero - la prefabbricazione "on demand" e su misura è divenuta una delle risposte agli imprevisti legati al recupero di immobili esistenti.

Casi di studio

Esistono precedenti concreti che testimonino la credibilità del percorso proposto? Sino a qualche decennio fa i bassi consumi o la sicurezza non erano un tema rilevante in fase di progettazione. Oggi il mercato e le normative richiedono invece di progettare prestazioni complesse, e come abbiamo visto per le case automobilistiche è vitale che le effettive prestazioni dei prodotti venduti corrispondano appieno a quanto dichiarato durante la vendita al consumatore. Succederà anche per le case?

Il capitolo si interroga circa la fattibilità del trasferimento tecnologico, analizzando casi di studio estremamente concreti. Lo studio di esperienze di processi "industrializzanti", dal settore navale all'edilizia, può aiutare a valutare la possibilità che il mondo digitale possa svolgere un ruolo eccezionale anche nella produzione edile, soprattutto, come abbiamo visto in precedenza, grazie alle macchine a controllo numerico CNC che permettono di stampare pezzi speciali con bassi costi di produzione. In questo modo, con la produzione digitale si potrebbe ottenere, nell'edilizia residenziale, ciò che la prefabbricazione industriale non è riuscita a realizzare, perché troppo rigida e ripetitiva, non in grado dunque di soddisfare le esigenze degli utilizzatori.

Industrializzazione edile: prefabbricazione "su misura" con produzione digitale

I paragrafi a seguire intendono verificare se tecnicamente e finanziariamente sia possibile prevedere l'impiego esteso di elementi architettonici prefabbricati, nell'intento di ridurre il rischio legato ad imprevisti, ridurre la quantità di mano d'opera, certificare in maniera preventiva e con accuratezza le prestazione energetiche e acustiche.

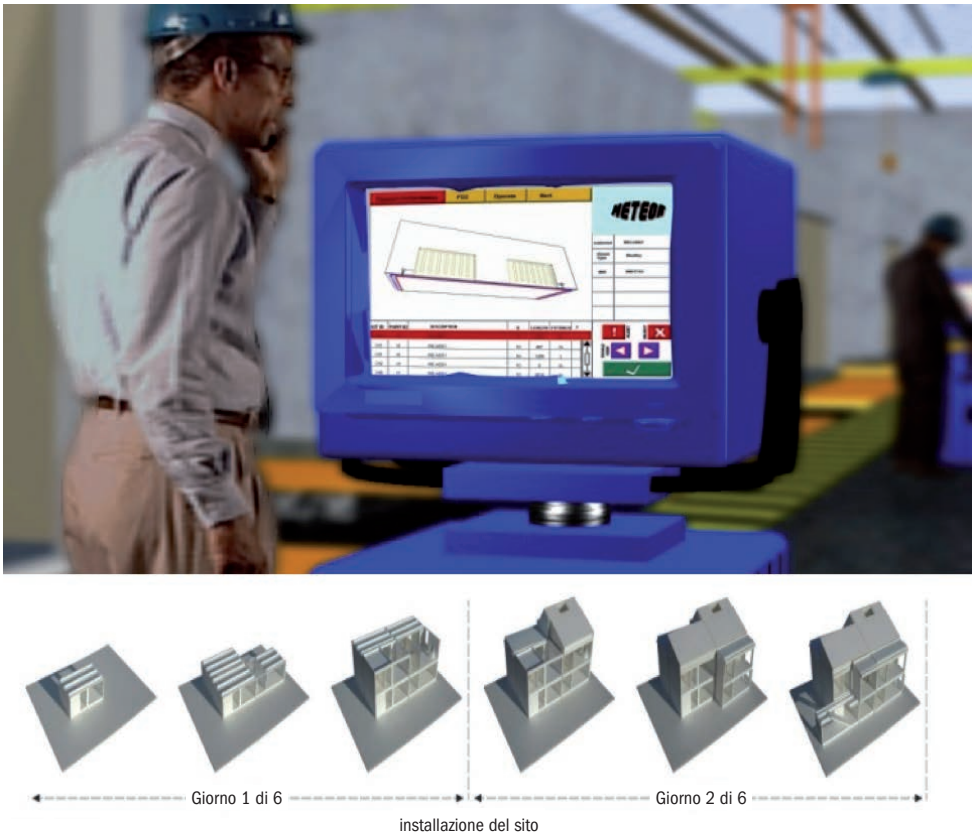
Le soluzioni tecnologiche analizzate a seguire si rifanno ad esperienze reali di successo e mirano a definire i presupposti tecnici e economici di una potenziale trasformazione, anche culturale, nel settore delle costruzioni.

A tal fine, per rispettare l'esigenza di concretezza che ha dato vita a questa pubblicazione, vengono proposti gli annunciati esempi circa l'incipiente industrializzazione del settore edile. Tali casi servono a capire 1) la tecnologia necessaria, 2) la fattibilità del trasferimento tecnologico e 3) i vantaggi economici dell'innovazione di processo nell'industria delle costruzioni.

Il progetto "Metheor" del governo inglese: costruire velocemente e a basso costo

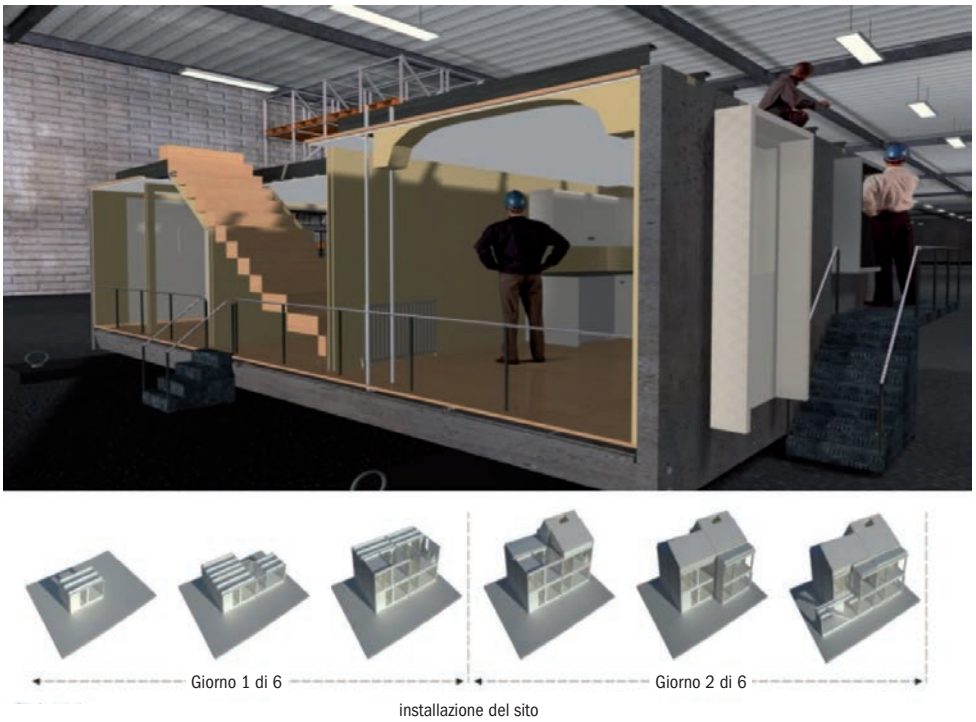
Per studiare la fattibilità del trasferimento tecnologico è stato preso in esame un progetto del Governo Britannico che ha previsto la costruzione di un numero notevole di nuove costruzioni residenziali in brevissimo tempo e a costi ridotti.

Il Sud dell'Inghilterra risente della forte attrazione di Londra, che grazie all'offerta di lavoro attira capitale umano dal resto dell'Inghilterra e dal mondo. Le abitazioni in centro a Londra sono generalmente molto care, per cui esiste una forte domanda di "housing sociale", ovvero di edilizia residenziale a costi calmierati nelle aree periferiche o circostanti la capitale inglese.
Il governo locale si è trovato dunque a dover fronteggiare la necessità di offrire rapidamente soluzioni economicamente plausibili sul mercato. La rapidità necessaria e i bassi costi hanno spinto i responsabili del progetto ad associarsi alla internazionalmente nota società di ingegneria *Ove Arup & Partners*, con l'intento di sviluppare un progetto di edilizia prefabbricata a basso costo, ma di qualità certificata. Il progetto Metheor, che si proponeva di avere impatti rapidi sul territorio con la velocità di un meteorite, nacque dunque per incentivare la progettazione con CAD parametrico di elementi costruttivi predefiniti, da prodursi



Utilizzo di CAD parametrico per la progettazione innovativa di abitazioni prefabbricate

con macchine a controllo numerico, trasferendo tecnologia dall'industria navale ed automobilistica. I difetti normalmente associabili alla edilizia prefabbricata sono stati infatti in questo caso superati grazie alla produzione di componenti di precisione personalizzati con macchine CNC con una tecnologia molto simile a quella usata per l'assemblaggio della nave.
Il progetto "Metheor" ha consentito al governo inglese di soddisfare gran parte della forte domanda di residenze, ed è considerato un progetto vincente di "proto-industrializzazione" dell'edilizia britannica.
Le strutture prefabbricate sono progettate con un sistema software digitale chiamato CAD parametrico. Tale progettazione permette di definire il modello tridimensionale dei singoli elementi architettonici, corredato di impiantistica incorporata. Tale modello 3D è adattabile e modificabile, sia nelle dimensioni sia nella forma. Ciò consente ai disegnatori di assemblare rapidamente "blocchi" tridimensionali già "pronti", e dare loro l'estetica richiesta.
La produzione, per quanto ancora non completamente industrializzata, ha mutuato tecnologie dal settore navale, e ha consentito il rapido trasporto dei pezzi in cantiere.



Progettazione parametrica e prototipazione di edifici da realizzare su vasta scala

La struttura, una volta assemblata, è stata rivestita (o meglio "vestita") con un involucro a tecnologia tradizionale che ha permesso al "prodotto – casa" di incontrare le esigenze del mercato locale. A parità di strutture e processi costruttivi, nei sobborghi di Londra il mercato richiede rivestimenti in mattoni, mentre nel centro di Londra il mercato richiede rivestimenti dall'estetica più contemporanea, in legno, acciaio e vetro.

Edifici a basso costo di qualità certificata: BedZed in Inghilterra

Per dimostrare i vantaggi economici dell'innovazione di processo il presente paragrafo propone il caso di una lottizzazione recentemente edificata nel sud dell'Inghilterra, destinata a residenze ed uffici. Il progetto e la realizzazione di tutto il complesso di edifici è stato pensato per ridurre l'impatto della costruzione sul contesto locale secondo i principi di sostenibilità economica, ambientale e sociale. È stata progettata una limitazione dei costi che ha coinvolto sia la razionalizzazione dell'uso di materie prime e risorse durante la costruzione sia i consumi di energia e acqua degli edifici, anch'essi ridotti ad un terzo della media nazionale – pur mantenendo un ottimo standard di qualità abitativa. Il progetto è considerato esempio vincente di edifici costruiti con qualità certificata a costi contenuti.

Progetto

Un convincente esempio di edifici sostenibili a basso consumo energetico, rispettosi della sostenibilità ambientale, economica e sociale, si trova a Beddington, nelle vicinanze di Londra.

Si tratta di un villaggio realizzato dal PeaBody Trust per soddisfare la domanda di edilizia residenziale agevolata nel sud dell'Inghilterra.

L'obiettivo principale del complesso,al momento della progettazione, era lo sviluppo di una lottizzazione a "energia zero": Beddington Zero Energy Development diviene il nome del progetto e del quartiere, con l'acronimo di BEDZED.

Dal punto di vista ingegneristico le aree principali su cui i progettisti hanno lavorato sono:

- domanda di energia;
- risorse energetiche;
- forma degli edifici;
- luce diurna;
- ventilazione;
- impianti idraulici;
- impianti elettrici;
- fotovoltaici.



Contesto

Lo sviluppo sostenibile, dal punto di vista edile, è un processo continuo in cui si cerca di ridurre la nostra dipendenza da risorse naturali non rinnovabili. Il dibattito oggi aperto sul tema non ha ancora concluso se tale riduzione debba essere del 75% o del 90% rispetto agli attuali consumi, ma è ormai chiara la necessità di un drastico cambiamento dei comportamenti e dei consumi nell'industria edile.
Le linee guida del progetto hanno cercato di implementare lo sviluppo sostenibile nel suo triplice aspetto: impatto ambientale, progresso sociale, e prosperità economica
Le soluzioni proposte intendono soddisfare tutti e tre gli aspetti per poter garantire un "futuro realistico" al Beddington Zero Energy Development.
Il Beddington Zero Energy Development ambisce a mostrare un percorso plausibile per il settore edile, con la dichiarata intenzione di rendere il "*vivere sostenibile*" uno stile di vita semplice, attraente e conveniente.

Domanda energetica

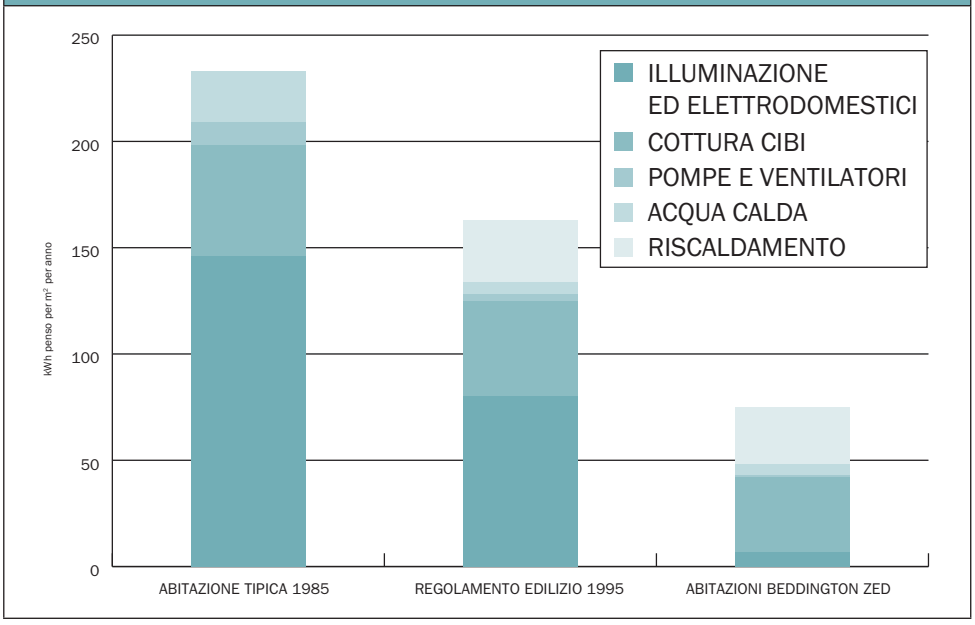
L'obiettivo del progetto è stato azzerare le emissioni in atmosfera di anidride carbonica (CO_2). Si è dunque progettato il sistema degli impianti in maniera che i consumi fossero drasticamente ridotti e quindi la domanda energetica degli edifici potesse essere soddisfatta dalle energie rinnovabili disponibili.

L'approvvigionamento di energie rinnovabili è generalmente più costoso, meno generoso in termini di produzione e meno pronto ad incontrare il consenso del mercato rispetto ai combustibili fossili, per cui l'aspetto fondamentale e il requisito chiave del progetto risulta essere l'abbattimento della domanda di energia.
La riduzione dei consumi energetici consente anche:

- che un maggior capitale possa essere investito per ogni unità di produzione di energia rinnovabile;
- che non si spendano importanti capitali in impianti costosi di riscaldamento e raffrescamento;
- che il capitale risparmiato possa essere investito per migliorare l'isolamento, la natura e la qualità dell'involucro edilizio.

Il complesso edilizio Beddington ZED (BEDZED) consiste in un articolato sistema di funzioni diversificate, tra cui abitazioni, uffici, negozi e residenze temporanee. L'analisi dettagliata dei consumi, divisi secondo le citate tipologie, ha permesso di ottimizzare la progettazione energetica, collocando uffici a nord e residenze a sud, conciliando così le necessità degli utenti con la forma degli edifici.
Tale suddivisione funzionale ha successivamente determinato il programma progettuale per definire la natura dell'involucro edilizio, ha posto enfasi sul "come"

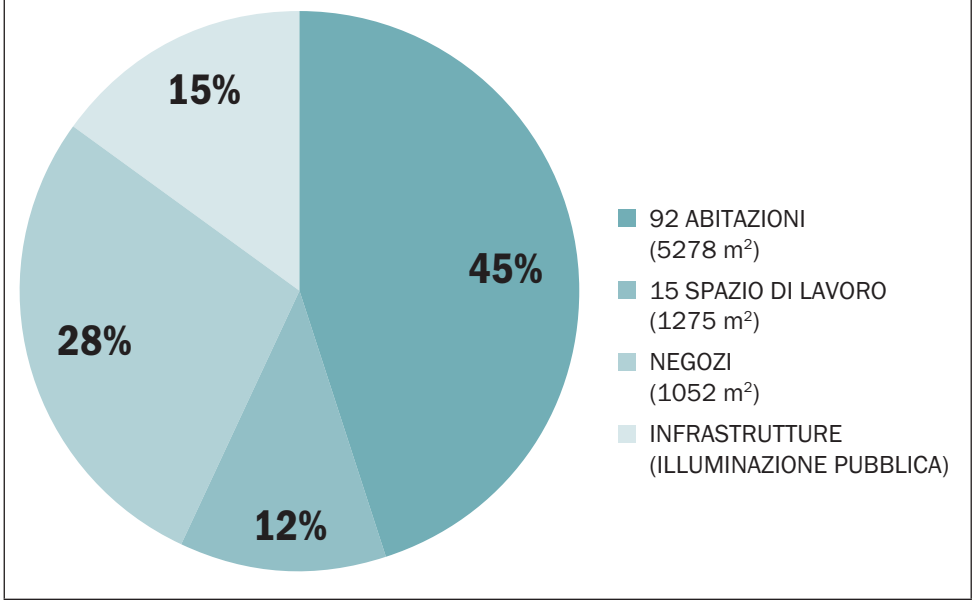
USO DI ENERGIA NELLE RESIDENZE



gli edifici debbano essere usati ed ha fatto capire l'importanza delle modalità d'uso degli stessi ambienti. Gli obiettivi di consumo energetico sono stati mantenuti "flessibili" in considerazione del fatto che l'utente può beneficiare di un certo grado di discrezionalità: possono essere istallati diverse tipologie di elettrodomestici e sistemi di illuminazione, e quindi il consumo energetico medio può variare, mantenendo comunque la possibilità per l'utente di monitorare i consumi e controllare le modalità di utilizzo degli elettrodomestici. Il lavoro svolto sino ad oggi suggerisce anche come sia possibile implementare ulteriori risparmi energetici, per esempio nell'area dei negozi.
È infatti molto importante comprendere al meglio la natura del consumo energetico per poter rendere prioritario il risparmio energetico. In termini generali l'elettricità, essendo ai livelli più alti della qualità energetica, è l'energia per cui è più difficile la generazione da fonti rinnovabili.
I principi progettuali che ne derivano sono:

- super-isolamento per ridurre la dispersione di calore ai fini di poter equilibrare la dispersione con i guadagni passivi da irraggiamento solare;
- strutture orizzontali dotate di inerzia termica per immagazzinare calore all'interno quando necessario;
- raffrescamento passivo grazie a masse termiche ben disposte per evitare gli impianti meccanico-elettrici di raffrescamento;

CONSUMO GENERALE DI ENERGIA SUDDIVISO PER TIPOLOGIE FUNZIONALI



- riduzione della ventilazione incontrollata e delle infiltrazioni d'aria;
- evitare un uso "parassita" dell'energia da parte degli impianti (ad esempio uso di elettricità per ventole, pompe, ecc.);
- realizzazione di impianti il cui funzionamento possa essere compreso e modificato manualmente dagli occupanti;
- recupero del calore con la ventilazione grazie a scambiatori di calore;
- buon uso della luce diurna grazie a un rapporto aeroilluminante;
- sistemi di illuminazione ad alta efficienza;
- elettrodomestici a basso consumo energetico (classe A).

Risorse energetiche

Le risorse energetiche da fonti rinnovabili utilizzate da BEDZED sono:

- riscaldamento solare passivo;
- recupero del calore sviluppato dagli occupanti;
- recupero del calore sviluppato da luci e elettrodomestici;
- recupero del calore sviluppato dal cucinare e dall'uso domestico dell'acqua calda (doccia, bagno, ecc.);
- illuminazione naturale;
- centrale di co-generazione per elettricità e calore (*Bio-fuelled Combined Heat & Power unit - CHP*) alimentata con cippato, o trucioli compressi di legno di risulta.

Oltre a ciò Beddington ZED ha la potenzialità di divenire un produttore di energie rinnovabili "in rete" se verrà implementato il progetto dimostrativo di ulteriori impianti fotovoltatici incorporati negli edifici per alimentare autoveicoli elettrici. La minima quantità di energia necessaria per riscaldare gli edifici deriva esclusivamente da "guadagni energetici" dovuti all'irraggiamento solare e al recupero del calore generato, all'interno degli edifici, dal comportamento degli utenti (uso di luci, acqua calda, elettrodomestici, ecc.).

Per assicurarsi che tale calore, ottenuto in maniera "passiva", sia sufficiente - è essenziale che vengano realizzate (con materiali come cemento o pietra) masse dotate di notevole inerzia termica: veri e propri "serbatoi" in grado di immagazzinare calore a bassa temperatura per quando necessario, in particolare al mattino d'inverno – per evitare la necessità di un eccessiva richiesta di calore concentrata all'ora del risveglio. Questa capacità di immagazzinare il calore è offerta dalle strutture orizzontali (o solette) ben esposte e dotate di ottima inerzia termica, capaci di assorbire gradualmente il calore se la temperatura interna aumenta e quindi di restituire il calore all'ambiente interno quando la temperatura inizia a scendere.

Il mini-co-generatore CHP ha una potenza nominale di 110 kW_e ed è alimentato dai rifiuti vegetali derivati dalla pulizia dei parchi pubblici urbani. Tale materiale

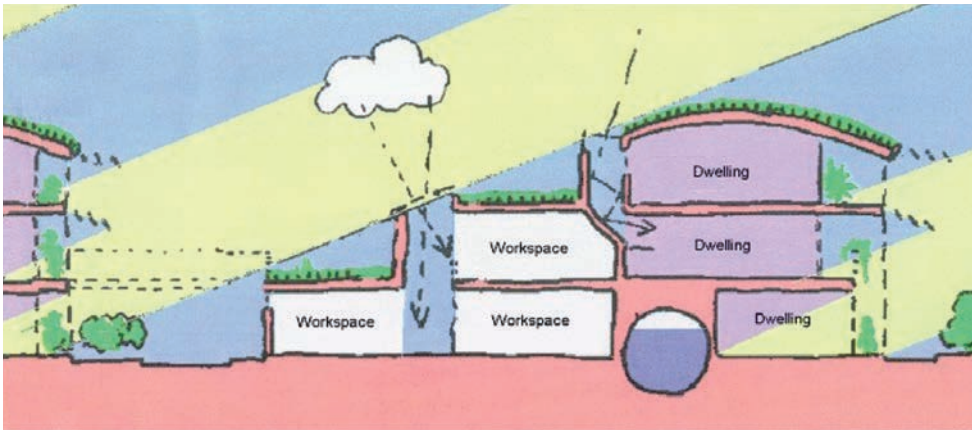
di risulta, come rami, foglie e legna viene triturato (dall'inglese *to chip* nasce il neologismo italiano "cippato"), disseccato, e preparato grazie ad un gassificatore. L'intero impianto è dimensionato per generare una quantità annuale di energia utile per soddisfare il consumo di Beddington ZED. Il mix di funzioni che include residenze, terziario, laboratori e negozi aiuta a ridurre i picchi e le fluttuazioni della domanda energetica quotidiana, ed un allacciamento alla rete energetica nazionale britannica consente di coadiuvare la produzione elettrica costante della centrale CHP per compensare le variazioni di domanda, quando la richiesta aumenta oltre la capacità intrinseca dell'impianto.
Il mix di funzioni che include residenze, terziario, laboratori e negozi aiuta anche a ridurre i picchi e le fluttuazioni della domanda di acqua calda quotidiana. Il picco della domanda di acqua calda in BEDZED è progettato per combinarsi e incontrare il picco di produzione di calore da parte della centrale CHP, evitando così il costo di un sovradimensionamento dell'intero impianto. Il calore prodotto dalla centrale di cogenerazione è distribuito da una rete di tubi, dimensionata per fare circolare una minima quantità di energia, deputando agli "scaldabagno" o accumulatori di acqua calda, la capacità di soddisfare la domanda. Tali accumulatori sono controllati direttamente da semplici termostati bi-valvola e la temperatura dell'acqua viene mantenuta da corpi riscaldanti ad immersione, consentendo quindi la disponibilità immediata del volume d'acqua accumulato.
Un aspetto importante del risparmio energetico è legato alla "formazione" dei fruitori degli edifici, che vengono coinvolti in quanto resi consapevoli del proprio consumo energetico grazie a contatori energetici posizionati all'interno delle abitazioni e di facile lettura. Normalmente i contatori vanno posizionati all'esterno delle abitazioni perché gli enti fornitori di energia richiedono accesso esterno ai contatori, ma tale problema è risolto dal fatto che la centrale di BEDZED è privata. La fornitura privata di elettricità, acqua calda, e acqua sanitaria offre la flessibilità di installare i contatori in posizioni molto visibili nella cucina di ogni abitazione.
Come parte della strategia di miglioramento continuo degli edifici, il prospetto sud è predisposto per integrare una combinazione di pannelli solari termici sotto vuoto e di pannelli fotovoltaici per migliorare la strategia legata alle energie rinnovabili.

Forma degli edifici
Le residenze hanno una densità abitativa relativamente bassa, bassi "*guadagni termici*" intermittenti e buone condizioni di comfort estivo. Beneficiano dell'orientamento a sud e dell'irraggiamento solare passivo. Gli uffici hanno "*guadagni termici solari*" relativamente alti. Gli uffici necessitano in genere di parecchia energia per illuminare, per cui sono stati predisposti "pozzi di luce diffusa" con

lucernari aperti a nord per garantire una grande quantità di luce e ridurre la necessità di luce artificiale. La combinazione di tutti i requisiti influenza la forma degli edifici e nello specifico genera la necessità di un edificio a terrazze con:
- residenze rivolte a sud;
- uffici rivolti a nord;
- una massa che riduca l'ombreggiamento;
- una superficie compatta che riduca le perdite di calore;
- serre – o spazi vetrati – con esposizione a sud.

Luce naturale

Una buona quantità di luce diurna negli uffici e negli appartamenti consente di risparmiare energia normalmente necessaria nel Regno Unito per l'illuminazione artificiale, oltre a garantire un ambiente più piacevole e vivibile. Ciò è particolarmente vero per gli uffici, a causa dell'uso prevalentemente quotidiano e per la maggior illuminazione raccomandata dai regolamenti edilizi. Un fattore di illluminazione diurna maggiore del 2% significa che durante il giorno l'uso di luce artificiale è poco probabile nella maggioranza delle tipologie di uffici. La progettazione dei serramenti è argomento delicato e dovrebbe considerare:
- la perdita di calore attraverso una finestra è circa 10 volte maggiore di quella di un muro isolato;
- l'area occupata dalle cornici e dai telai dei serramenti;
- l'eccesso di "guadagno solare" può produrre la necessità di istallare un impianto di aria condizionata;
- il "guadagno solare" offre la possibilità di riscaldamento passivo in determinate stagioni dell'anno;



Sezione disegnata da Bill Dunster Architects che mostra l'orientamento solare

- le grandi finestre luminose sono sorgente di abbagliamento;
- l'eccesso di luce diurna vicino ad una finestra può creare problemi di contrasto luminoso.

Come conseguenza dell'orientamento, gli usi degli ambienti e il relativo comfort divengono importanti fattori che vanno a rinforzare e consolidare la disposizione delle funzioni nell'edificio. Per una residenza, dove la maggior parte delle luci artificiali è accesa dopo il tramonto, la disposizione delle finestre deve soddisfare le esigenze di "riscaldamento solare" e garantire una atmosfera di comfort.
I parametri più importanti sono:
- tutte le finestre debbono avere vetri tripli e trasparenti;
- l'ostruzione alla luce diurna comportata dai telai dei serramenti non deve essere superiore al 30% dell'area totale della finestra;
- le "serre" debbono avere grandi lastre vetrate per evitare che i telai e le cornici dei serramenti riducano l'irraggiamento;
- cornicioni e sbalzi riducono enormemente l'ingresso della luce diurna;
- il coefficiente medio di riflessione della luce sulle superfici degli ambienti deve essere 0.5;
- con arredamento e pavimentazioni che riducono la riflessione della luce, le finiture di muri e i soffitti devono essere più riflettenti;
- il calore benefico prodotto dal sole e dall'esposizione a sud dipende dall'esistenza di grandi aree vetrate e le medesime non siano ostruite da tendaggi o da cornici.

Strategie di ventilazione
Il controllo delle perdite di calore imputabili alla ventilazione è essenziale per eliminare la necessità di istallare un impianto di riscaldamento convenzionale.
Un appropriato livello di ventilazione è però un requisito necessario e particolarmente importante poiché l'involucro edilizio deve raggiungere alti livelli di resistenza alla trasmissione dell'aria per cui non può avere i tradizionali "spifferi" che affliggono gli edifici convenzionali. Una corretta ventilazione è necessaria per:
- garantire aria "fresca" agli utenti;
- ricambio periodico completo dell'aria;
- ventilazione per raffrescare gli ambienti durante l'uso;
- raffrescamento passivo notturno;
- rimozione dell'umidità;
- rimozione di odori e inquinanti.

La strategia dei ricambi dell'aria è basata sulla ventilazione naturale, al fine di ridurre il costo di costruzione, di contenere il consumo elettrico per ventole, sistemi di controllo e manutenzione. L'area delle finestre la cui apertura è direttamente controllata dagli occupanti equivale al 5% dell'area di pavimento in tutti gli ambienti abitabili per garantire il ricambio totale e la ventilazione. Per il raffrescamento notturno tutte le finestre hanno la capacità di essere chiuse e in sicurezza pur lasciando una apertura di 50 mm, per la circolazione dell'aria (sistema "anta-ribalta"). Sistemi di ventilazione passiva, simili a quelli previsti dai regolamenti edilizi britannici, si occupano di esalare l'aria stratificata verso l'alto, espellendo così umidità ed agenti inquinanti.
Il progetto di Beddington ZED ha cercato di evitare che il normale ricambio d'aria attuato dall'apertura delle finestre contribuisca a disperdere il calore interno.

Impianto idraulico
Anche nella progettazione dell'impianto idraulico, la strategia di basso consumo energetico è fondata sul tentativo di sfruttare al massimo il contributo delle "basse tecnologie", insieme alla natura dell'involucro edilizio e alla forma dell'edificio. Si è cercato di evitare la forte dipendenza da sofisticati sistemi elettrici e idraulici in ogni edificio. Il capitale investito nel costo di costruzione è stato utilizzato soprattutto per pagare sofisticate strutture e componenti durevoli per l'involucro passivo dell'edificio.
Ridurre la potenza degli impianti idraulici, e quindi gli alti consumi di energia impliciti al loro funzionamento, porta grandi benefici anche perché viene drasticamente ridotta la complessità operativa, la manutenzione e gli obblighi di ricambio di pezzi e strumenti. Ciò è particolarmente interessante e conveniente se il gestore degli edifici è una associazione di "*housing sociale*", perché incontra la necessità di ridurre i costi, sempre significativi, di manutenzioni e ispezioni obbligatorie per caldaie e boiler a gas individuali, oltre ovviamente al facilitare gli inquilini meno abbienti con bollette energetiche meno salate.

Gli impianti idraulici consistono in:
- distribuzione di acqua potabile dalla rete locale;
- sistemi di riciclo e depurazione di acqua piovana e di *acque grigie*;
- posa in ogni residenza/ufficio di scaldabagno cilindrici prefabbricati, contenenti acqua calda;
- centrale di co-generazione centralizzata, che produce elettricità e calore, alimentata con "cippato" di legno che porta acqua calda a tutti gli edifici, riempiendo ogni scaldabagno di acqua calda;
- sistema di ricambio aria passivo, per esalazione della stratificazione da convezione, con recupero di calore grazie ad uno scambiatore.

Riscaldamento
Per il riscaldamento la strategia è piuttosto azzardata, ovvero è stata evitata la realizzazione di un impianto di riscaldamento. Ciò è reso possibile dalla progettazione dell'involucro edilizio, che accumula calore in maniera naturale grazie al sole e tali "guadagni energetici" sono più che sufficienti a bilanciare le perdite di calore perché si avvalgono di:
- "guadagni energetici" da calore emesso dagli abitanti;
- "guadagni energetici" da calore emesso da luci e elettrodomestici;
- "guadagni energetici" da calore emesso dal cucinare e dall'uso domestico di acqua calda;
- "guadagni energetici" da calore irraggiato direttamente dal sole;
- super-isolamento;
- impermeabilità all'aria dell'involucro edilizio;
- recupero del calore normalmente disperso con la ventilazione;
- alta capacità di inerzia termica dei pavimenti delle stanze per immagazzinare;
- il calore in eccesso sino a quando è necessario.

Tale sistema di strategie consente di avere all'interno degli edifici temperature costanti superiori ai 20°C.

Consumo idrico
Un obiettivo chiave del progetto è legato alla riduzione dei cosumi idrici. È stata analizzata una grande quantità di metodi per riciclare l'acqua, ed è stato identificato come sistema più appropriato il recupero di acqua piovana per "caricare" gli scarichi delle toilettes. In tal maniera:
- la domanda di acqua potabile ha potuto essere ridotta del 50%;
- l'impianto idraulico ha minori necessità meccaniche e impiantistiche;
- disponibilità provata di pezzi di ricambio;
- sistema di filtraggio auto-pulente;
- quasi assenza di manutenzione;
- componenti standardizzati di drenaggio per immagazzinare l'acqua piovana;
- gli edifici necessitano dell'utilizzo dei tetti principali come superfici collettrici impermeabili;
- i giardini e le strade private non sono stati considerati appropriati per raccogliere acqua piovana a causa dei rifiuti animali, dell'inquinamento da autoveicoli e dagli agenti chimici percolanti nei giardini.

Altri obiettivi chiave del progetto sono stati l'installazione di limitatori di potenza per prese elettriche, l'evitare picchi di consumo e l'installazione di elettrodomestici a basso consumo idrico.

Nell'esperienza del Bed Zed circa 15 litri d'acqua giornalieri per persona sono forniti da acqua piovana.

Impianto elettrico
Gli elettrodomestici standard, normalmente in uso, vengono alimentati da elettricità generata dalla centrale di co-generazione CHP, che è connessa alla rete nazionale britannica con un allacciamento che consente di esportate o importare energia. La centrale di co-generazione CHP è comunque generalmente in grado di fornire l'elettricità necessaria all'autosufficienza del complesso. È stata anche considerata l'idea di valutare la qualità di energia "*importata*", nel tentativo di acquisire solo energia "*verde*".

Le istallazioni elettriche includono:
- sistemi di illuminazione fluorescenti compatti;
- elettrodomestici efficienti che includono fornelli di cottura elettrici;
- l'eliminazione della maggioranza di pompe, ventole e altri impianti meccanici;
- nessun comando o controllo nelle residenze deve essere operato in maniera elettrica;
- strumentazione per la lettura centralizzata dei contatori, possibilmente grazie all'uso di cavi che rilevano riscaldamento e sensori energetici;
- posa di tubi vuoti in ogni residenza per consentire aggiornamenti del cablaggio in futuro;
- predisposizione per connessioni di rete PC/internet per consentire agli occupanti di aggiornare i sistemi di *Information Technology* nella maggioranza delle stanze;
- posa di canalizzazioni e infrastrutture aggiuntive per cablaggi di Information Technology con accesso diretto ad ogni residenza o ufficio;
- riduzione della domanda di illuminazione stradale.

Impianto fotovoltaico
I pannelli fotovoltaici (PVs) sono stati considerati nella realizzazione di *Bed Zed* come un mezzo per generare energia elettrica sufficiente per soddisfare le esigenze degli edifici. Il costo dei pannelli fotovoltaici è troppo alto per essere conveniente in assenza di incentivi, per cui gli edifici sono stati disegnati con criteri mirati a incentivare l'uso di altre energie rinnovabili. Il tempo di ammortamento dei pannelli fotovoltaici, se utilizzati per ridurre il consumo di combustibili fossili in edilizia, è circa di 73 anni. Comunque il progetto di Bed Zed ha consentito di accumulare i dati sufficienti per ricalcolare l'ammortamento dei pannelli solari arrivando fino a 13 anni. La revisione dei consumi energetici del progetto ha permesso di identificare il trasporto come un responsabile dei maggiori consumi.

Il complesso di *Beddington ZED* ha cercato di incoraggiare la riduzione delle necessità di trasporto e la necessità di possedere un autoveicolo grazie allo sviluppo di:
- inclusione di uffici e laboratori nella lottizzazione;
- residenze progettare per consentire il lavoro da casa;
- negozi finalizzati a vendere prodotti locali (per ridurre il consumo di energia imputabile al trasporto di cibi);
- piste ciclabili e depositi biciclette;
- accessi facilitati ai servizi di trasporto bus locali;
- società di noleggio automobili elettriche;
- strategie per utilizzare materiali locali, provenienti da un'area di non più di 35 miglia di raggio.

Il contributo dell'esperienza di BedZed

L'esperienza di Beddington ZED ha stabilito che:
- è possibile evitare di istallare impianti convenzionali di riscaldamento nelle residenze;
- l'uso di materiali standard per l'involucro può consentire di realizzare un involucro a tenuta stagna;
- è possibile realizzare i principi che propongono la riduzione delle emissioni di $C0_2$ a zero;
- è possibile gestire una centrale di co-generazione CHP con successo;
- un risultato pragmatico nel riciclaggio di acqua piovana.

Caso di studio italiano: il Parco Tecnologico e Scientifico Kilometrorosso a Bergamo

Il Parco Scientifico e Tecnologico Kilometro Rosso – un'area di 392.000 m^2 per 90.000 m^2 di superficie coperta – è nato, su Master Plan di Jean Nouvel, alle porte di Bergamo lungo l'autostrada A4 Milano - Venezia.
Il Parco è caratterizzato da una quinta architettonica in alluminio estruso di colore "rosso Ferrari" che, con un'altezza di dieci metri, corre lungo l'autostrada e raggiunge un chilometro di lunghezza. Dietro tale quinta, che funge anche da barriera acustica, si attestano tutti gli edifici del complesso.
All'interno del Parco, concepito come un campus immerso nel verde, sono promosse attività multidisciplinari di ricerca e innovazione tecnologica, finalizzate a creare un "network della conoscenza" e in grado di occupare oltre 3.000 persone.
Verranno qui di seguito analizzati due edifici in costruzione, come caso di studio italiano della presente pubblicazione: Il Centro delle Professioni e Il Centro di Ricerca della Università di Bergamo.

Il Centro delle Professioni, dotato di una superficie di 9.000 m^2 ospita i servizi pubblici di supporto alla vita nel Parco e soprattutto è il luogo di confronto delle attività di ricerca sviluppate al suo interno.
Sia il Centro delle Professioni sia il Centro Ricerche dell'università di Bergamo rispondono alle indicazioni del decreto legge 192/05, reiterato dal decreto legge 311/2006 - che recepiscono la direttiva UE 91/2002 generata dalle urgenze ambientali segnalate dal protocollo di Kyoto – e sono i primi interventi architettonici nella provincia di Bergamo con rendimento energetico certificato, ovvero che comunica i propri consumi, come già succede, ad esempio, per automobili ed elettrodomestici.
Le soluzioni compositive e tecnologiche adottate dai due edifici garantiscono all'opera architettonica un fabbisogno energetico complessivo inferiore alla metà di quello necessario ad un edificio tradizionale. Inoltre, con un fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento inferiore a 20 Kilowatt ora per metro quadro – un decimo rispetto a costruzioni comuni – il Centro delle Professioni ottiene una riduzione del 70% delle emissioni nocive nell'aria.
Tali risultati consentono all'edificio di conseguire parametri di eccellenza relativamente ai protocolli di certificazione più prestigiosi, quali la classe A secondo il protocollo italiano CASACLIMA e il livello "Platinum" rispetto alla certificazione americana LEED (Leadership in Energy and Enviromental Design).
Le caratteristiche energetiche del progetto dello studio Blast hanno contribuito ad ottenere, secondo quanto previsto dalla normativa locale, una riduzione al 50% degli oneri di urbanizzazione previsti per la costruzione dell'edificio.
Il decreto ministeriale, approvato dal Consiglio dei Ministri il 6 ottobre 2006, per implementare il decreto 192/05, ha previsto una graduale applicazione della regolamentazione a tutti gli immobili che sono dotati di una certificazione energetica e di sistemi per schermare le facciate dal sole, per ottimizzare l'isolamento termico e per scaldare almeno il 50% dell'acqua sanitaria attraverso l'energia solare. La pianificazione territoriale infine, ha indicato l'orientamento e la conformazione degli edifici per massimizzare lo sfruttamento dell'irradiazione solare.
I due progetti hanno incentivato contemporaneamente le tre componenti della sostenibilità, ovvero:

Sostenibilità sociale
- "Zero" tossicità: l'intero sistema costruttivo ha previsto l'uso di materiali sostenibili. Le strutture sono state progettate per la massima flessibilità e adattabilità, al fine di sostenere imprese e comunità sostenibili (flessibilità d'uso);
- inclusione digitale: domotica avanzata e le più recenti tecnologie promuovono l'inclusione sociale;

- "Zero" barriere architettoniche a garanzia della massima inclusione sociale;
- "Zero" pericolo e massima sicurezza: le strutture garantiscono la sicurezza degli occupanti, per la deterrenza della criminalità e la rimozione della "paura".

Sostenibilità ambientale
- strategia "Energia ZERO", ovvero a bassissimo consumo energetico: le architetture utilizzano le cosiddette energie rinnovabili ed i sistemi passivi: energia solare; masse termiche, flussi convettivi;
- domotica avanzata per la gestione "passiva" del bilancio energetico;
- architetture costituite interamente da materiale possibilmente riciclato e potenzialmente riciclabile, a basso impatto ambientale, rapidamente smontabili, con minima Impronta Ecologica.

Sostenibilità economica
- l'uso di materiali e risorse locali hanno sostenuto l'economia del territorio;
- produzione digitale CNC;
- costi contenuti per il gestore;
- strutture modulari scalabili per la massima flessibilità.

Considerazioni sull'economicità

Nel progettare le strutture è stato considerato non solo il costo di costruzione, ma anche quello di gestione, con grande attenzione ai costi di lungo periodo imputabili al consumo degli edifici.
In altri contesti, progetti realizzati per minimizzare il consumo energetico hanno già dato ottimi risultati: l'utilizzo dei sistemi passivi ed una corretta orientazione consentono di sfruttare l'inerzia delle masse termiche e i flussi convettivi riducendo il consumo totale a meno di un terzo dell'energia mediamente impiegata (riducendo costi vivi ed esternalità dovute all'inquinamento).
Anche la gestione del cantiere è stata concepita per la miglior economicità. Le strutture erano in gran parte prefabbricate e di qualità. La preparazione in officina con macchine a controllo numerico – o produzione digitale – di solai con impianti incorporati, facciate applicate a secco, pannelli polifunzionali, ecc. ha consentito di poter ridurre gli oneri imputabili alla mano d'opera e i tempi del cantiere, nell'intento di ridurre così rischi, imprevisti, pericoli per chi costruisce e costi "nascosti". L'assemblaggio a secco ha consentito grande facilità di manutenzione ed i sensori della domotica hanno permesso durante l'uso di individuare rapidamente le parti guaste.
L'uso di strutture adattabili e flessibili consente facili e economici cambiamenti di destinazione d'uso.

Conclusioni

È possibile costruire e gestire a costi contenuti edifici di qualità certificata. Ma per poterlo fare in maniera sistemica è necessario innovare il processo produttivo del settore edile in maniera economicamente sostenibile.

L'analisi dei costi nel ciclo di vita medio di un edificio, identificato in quaranta anni, porta ad individuare i due costi principali: a) mano d'opera nella fase costruttiva: il costo per la mano d'opera rappresenta circa il 70% del costo di costruzione, e b) costi di gestione nella fase "abitativa": il costo di gestione di un edificio nei 40 anni del ciclo di vita medio supera il 50% dei costi totali, che includono costruzione, manutenzione, gestione ed eventuali ristrutturazioni. Ridurre la quantità di mano d'opera nei cantieri e ridurre i consumi degli edifici sembrano priorità condivisibili da tutte le parti sociali coinvolte nel settore edile.

Gian Carlo Magnoli nasce a Cremona il 25 aprile 1968. Architetto, direttore di Magnoli&Partners, opera come libero professionista dal 1993 ed ha realizzato i suoi lavori in varie località italiane ed estere, tra cui Milano, Bergamo, Roma, Londra, Boston, New York e Atene. Già Direttore di Prisma e responsabile di Smarteco, progetti dell'Unione Europea sull'edilizia sostenibile, ha insegnato e tenuto conferenze in Europa, USA, America Latina e Asia riguardo l'architettura sostenibile, interattiva e cinetica.



L'analisi dell'Impronta di Carbonio nelle Terre di Mezzo

di Dario Lombardi

La climatologia ha compreso che il clima è un sistema dinamico complesso in continua evoluzione governato da moltissimi fattori che, nel loro insieme determinano nel corso del tempo l'andamento climatico generale. Ricerche paleoclimatologiche hanno dimostrato che, nel corso delle varie ere geologiche, il clima della terra ha subito variazioni cicliche, alternando ere glaciali ad ere interglaciali e, al loro interno, periodi glaciali a periodi interglaciali. Questa ricostruzione potrebbe indurre a credere che il cambiamento climatico in atto sia una fase delle dinamiche naturali, ma considerando la scala temporale di queste dinamiche ci si rende conto che essa non è minimamente commensurabile alla rapidità con cui è cresciuta, nel corso degli ultimi cento anni, la temperatura media terrestre. Questa constatazione lascia poco spazio all'ipotesi che, in tale riscaldamento, l'uomo non abbia avuto e non ha un ruolo determinante.
La dinamica del clima è influenzata da molti fattori endogeni ed esogeni, periodici, continui o occasionali. Uno di questi fattori è l'effetto serra ed è causato dalla capacità di alcuni gas componenti l'atmosfera (gas serra) di trattenere parte dell'energia solare riflessa dalla terra verso lo spazio. L'entità di tale effetto è correlata positivamente alla concentrazione in atmosfera di questi gas e con-

tribuisce a determinare l'equilibrio termico terrestre. La comunità scientifica è quasi unanimemente concorde nell'attribuire l'innalzamento anomalo delle temperature all'effetto serra e quindi all'innalzamento delle concentrazioni dei gas responsabili di tale fenomeno. Poiché i fenomeni non governati dall'uomo non sono sufficienti a giustificare le variazioni registrate, è nei fenomeni antropici che va individuata la causa principale della dinamica in atto. I modelli climatici, complessi sistemi di equazioni differenziali tesi alla simulazione delle interazioni tra gli elementi determinanti il clima al fine di ricostruirne o prevederne l'andamento, vengono testati attraverso la ricostruzione del clima passato, di cui sono note sia le variazioni sia i fattori che le hanno causate. Nel caso del riscaldamento dell'ultimo secolo i modelli riproducono correttamente la realtà solo se si considerano oltre ai fattori naturali anche quelli antropici[1].
Il termine Antropocene, comparso per la prima volta, con accezione ecologista, negli anni '80, identifica l'epoca geologica attuale sottolineando la centralità della nostra specie nell'influenzare, e talvolta determinare le dinamiche naturali sia a scala locale che globale[2]. A partire dalla rivoluzione industriale l'impatto potenziale delle nostre azioni ha superato il margine di resilienza naturale, e oggi le conseguenze del nostro agire possono determinare modifiche strutturali permanenti ed irreversibili all'ecosistema. Il surriscaldamento globale è un esempio e attraverso una catena di nessi causali esso produce una serie di altri effetti che a loro volto innescano processi di adattamento non sempre privi, anzi quasi mai, di conseguenze negative per l'uomo e per l'ambiente. Eventi meteorologici estremi più frequenti, riduzione dei ghiacci polari, ritiro dei ghiacciai alpini, innalzamento del livello dei mari, desertificazione, sono solo alcuni dei segnali delle dinamiche in atto, dinamiche che proiettate a medio termine paventano sconvolgimenti non solo del clima ma di molti altri ambiti della vita sulla terra: economici, demografici, sociali, migratori, sanitari, militari. Il cambiamento climatico è quindi un problema che investe non solo la sensibilità e il virtuosismo ambientale di chi, per ragioni diverse, ha tali prerogative, ma anche di chiunque riconosca nel concetto di sostenibilità la chiave di ogni politica di sviluppo a venire.

Gli accordi internazionali sul clima
La consapevolezza del cambiamento climatico e il riconoscimento delle minacce insite in tale cambiamento ha innescato una graduale reazione politica a livello internazionale. Il primo passo ufficiale in tale senso risale al 1988 quando su mandato dell'UN viene istituito l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate

1 Luca Mercalli, Daniele Cat Berro, *Clima ed energia: capire per agire*, 2010.
2 Paul Crutzen, *Benvenuti nell'Antropocene!*, a cura di Andrea Parlangeli, Mondadori, 2005.

Change), un gruppo di scienziati provenienti da diverse istituzioni di tutto il mondo, allo scopo di approfondire cause, effetti e implicazioni del cambiamento climatico e fornire le conoscenze per intraprendere efficaci azioni di contrasto. Nel 1990 viene pubblicato il primo report dell'IPCC che conferma l'incremento dei gas serra nell'atmosfera e sottende, durante la seconda Conferenza Mondiale sul Clima, alla formulazione di un trattato globale che impegni le istituzioni governative ad assumere un ruolo attivo nella lotta al contenimento delle emissioni. Nel 1992 viene adottata la Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico (UNFCC) che diviene operativa a partire dal 1994. La Convenzione definisce le modalità negoziali per la definizione di protocolli internazionali vincolanti riguardanti i limiti di emissione dei gas serra, istituendo, quale organo di governo, la Conferenza delle Parti (COP). La COP si riunisce annualmente con lo scopo di accordare e intraprendere nuove politiche climatiche e aggiornare i membri sulle politiche climatiche già in corso. È nel corso delle prime tre COP che viene negoziato (ed infine adottato durante COP3) il protocollo di Kyoto. Questo protocollo riconosce una responsabilità comune ma differenziata alle varie nazioni e definisce conseguentemente degli specifici obbiettivi di riduzione delle emissioni. Il Protocollo di Kyoto entra in vigore nel Febbraio del 2005 al raggiungimento del quorum di ratifica minimo previsto dalla Convenzione Quadro. In osservanza del Protocollo di Kyoto i paesi firmatari adottano misure nazionali volte al rispetto degli obiettivi del protocollo stesso. In aggiunta a queste misure nazionali il protocollo prevede tre ulteriori strumenti per il raggiungimento degli obiettivi:

- il mercato internazionale delle emissioni (Emission Trading System). Per la compravendita di quote di emissione;
- il meccanismo di sviluppo pulito (Clean Development Mechanism). Per la realizzazione, da parte di paesi aventi vincoli di emissione, di progetti di riduzione delle emissioni nei paesi in via di sviluppo;
- il Joint Implementation. Per la realizzazione, da parte di paesi aventi vincoli di emissione, di progetti di riduzione delle emissioni in altri paesi aventi vincoli di emissione.

Gli elementi di maggiore criticità del protocollo di Kyoto son stati ravvisati nella scarsa ambizione degli obiettivi fissati, nell'assenza, tra le nazioni ratificanti, degli USA, nell'eccessivo sbilanciamento degli oneri di riduzione delle emissioni a carico dell'UE e di una scarsa efficacia degli strumenti volti ad incentivare progetti nei paesi in via di sviluppo. Il primo periodo di applicazione del protocollo di Kyoto è scaduto il 31 Dicembre 2012. È stato previsto, attraverso l'adozione durante COP18 dell'emendamento di Doha (Doha Amendment), un secondo periodo di applicazione del protocollo di Kyoto (con la definizione di nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni) ma ad oggi non è stato ancora ratificato da

un numero di paesi sufficiente per la sua entrata in vigore. Nel frattempo grandi sforzi diplomatici e negoziali sono stati investiti per la definizione di un nuovo trattato che coinvolga tutti le parti dell'UN. Sì è giunti così all'adozione, in occasione di COP21, dell'accordo di Parigi. L'accordo, entrato in vigore nel novembre 2016 dopo la ratifica da parte di un numero di paesi rappresentanti almeno il 55% del totale delle emissioni mondiali, punta a mantenere l'innalzamento delle temperature entro i 2°C (possibilmente entro 1,5 °C) rispetto ai livelli preindustriali e a realizzare, entro il 2050, il passaggio ad un economia a zero emissioni. Già nell'Ottobre 2016 con la ratifica dell'accordo da parte di 63 Nazioni responsabili del 52,11% delle emissioni, l'entrata in vigore dell'accordo era data per imminente.[3] L'approvazione da parte del parlamento Europeo, avvenuta in data 4 Ottobre 2016, della ratifica dell'accordo di Parigi ha sancito il raggiungimento della quota necessaria per la sua entrata in vigore[4].

L'Impronta di Carbonio

L'Impronta di Carbonio o, come più spesso si sente e legge, carbon footprint, corrisponde alla quantità di emissioni di gas serra espressa in unità di massa equivalente di anidride carbonica. Il termine equivalente sta ad indicare che le emissioni di tutti i gas clima-alteranti vengo convertite, attraverso il Potenziale di Riscaldamento Globale (Global Warming Potential), in emissioni di CO_2. Questo significa che, considerando i valori GWP riportati nella tabella seguente[5],

3 http://newsroom.unfccc.int/

4 http://ec.europa.eu/clima/

5 Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestvedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forc- ing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

RISCALDAMENTO GLOBALE DEI PRINCIPALI GAS CLIMALTERANTI	
GAS SERRA	**GWP_{20}**
CH_4 (Metano)	84
HFC-134° (Idrofluorocarburo)	3710
CFC-11 (Clorofluorocarburo)	6900
N_2O (Ossido di diazoto)	264
CF_4 (Tetrafluorometano)	4880

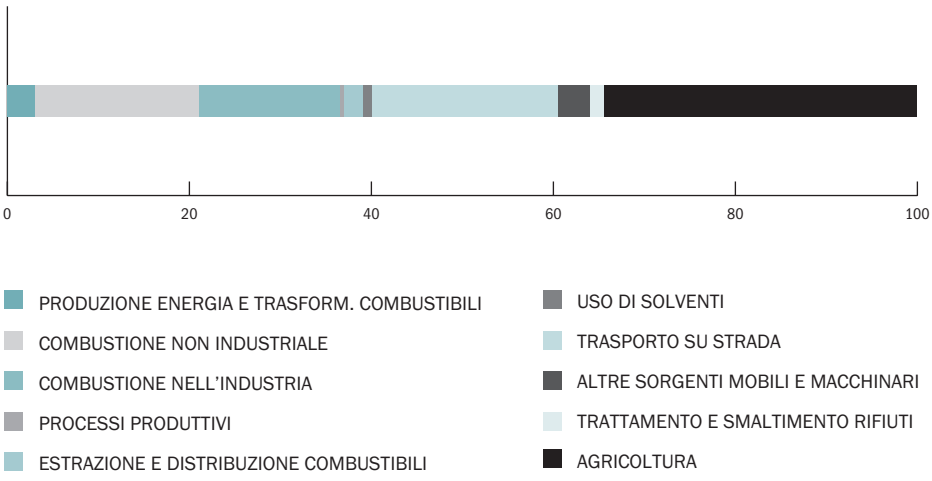
l'emissione in atmosfera di un chilogrammo di metano (CH_4) produce ai fini del surriscaldamento globale, su un orizzonte temporale ventennale, gli stessi effetti prodotti, nello stesso lasso di tempo, dall'emissione di di ottantaquattro chilogrammi di anidride carbonica (CO_2).
La carbon footprint è un indicatore di impatto ambientale, e quindi un indicatore di sostenibilità ambientale, utile in termini assoluti quale caratteristica identitaria di un prodotto, servizio o processo, ma soprattutto in termini relativi come discriminante ecologico tra due o più alternative (progettuali, di consumo, di fruizione). La scelta dell'Impronta di Carbonio come principale indicatore di sostenibilità ambientale deriva dal riconoscimento, da parte della comunità scientifica, del surriscaldamento globale quale principale minaccia ambientale, dell'effetto serra quale causa principale di questo surriscaldamento e della CO_2 quale principale gas serra.
Il calcolo della Carbon footprint di prodotto (CFP) comprende la quantificazione di tutte le emissioni di gas ad effetto serra (GHG) lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento finale del prodotto. L'intero ciclo di vita del prodotto è anche definito "dalla culla alla tomba" (*from cradle to grave*). Nel 2013 è stata realizzata la pubblicazione del nuovo riferimento normativo univoco a livello internazionale: la specifica tecnica ISO/TS 14067.

AREA DI STUDIO DELLA CARBON FOOTPRINT



L'Impronta di Carbonio può essere stimata in riferimento ad un territorio esprimendo quindi la quantità di gas serra derivanti da tutte le attività o fenomeni antropici di interesse. L'obiettivo della seguente analisi è proprio quello di stimare l'Impronta di Carbonio ascrivibile al territorio delle Terre di Mezzo, territorio composto da una ventina di comuni limitrofi, in provincia di Cremona, ubicati tra il capoluogo e la città di Crema. Lo scopo è quello di costruire un quadro conoscitivo generale relativo ai principali settori da cui hanno origine le emissioni, quantificando il fenomeno in termini assoluti e relativi.
La ripartizione percentuale delle emissioni di CO_2 in atmosfera, aggregate per ambito d'appartenenza, relativa all'intera provincia di Cremona è mostrata dal seguente grafico.

RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DI CO_2EQ NELLA PROVINCIA DI CREMONA[6]



Fonte: INEMAR, 2012

Dal grafico emerge che circa il 90% delle emissioni è riconducibile a quattro macrosettori:
- Residenziale
- Agro-zootecnico
- Industria
- Trasporti

6 INventario EMissioni ARia Regione Lomabrdia

Si è quindi scelto di focalizzare l'analisi su questi quattro ambiti quantificandone, prima ad un livello territoriale aggregato e poi comune per comune, la consistenza (indicatori d'attività) e l'impatto ambientale (carbon footprint).

Dati e Sistemi informativi

I dati utilizzati per condurre la seguente analisi derivano da fonti diverse e hanno un diverso grado di aggiornamento ma sono accomunati dall'essere disponibili ad un livello di aggregazione comunale, e quindi dal poter rappresentare fedelmente la specificità del territorio oggetto di studio. Due fonti hanno assunto particolare rilievo nel corso dello studio: INEMAR e SIRENA[7].

INEMAR



INEMAR (INventario EMissioni ARia), è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, ovvero stimare le emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, per ogni attività della classificazione Corinair[8] e tipo di combustibile. Le informazioni raccolte nel sistema INEMAR sono le variabili necessarie per la stima delle emissioni: indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità incenerita, ed in generale qualsiasi parametro che traccia l'attività dell'emissione), fattori di emissione, dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni. INEMAR contiene inoltre le procedure e gli algoritmi utilizzati per la stima delle emissioni[9].

SIRENA20



SIRENA20 è il **Sistema Informativo Regionale ENergia Ambiente** per il monitoraggio della efficienza e della sostenibilità del sistema energetico regionale. SIRE-

7 La fonte di ogni dato è comunque specificata, nel seguito, contestualmente all'utilizzazione.
8 CORe INventory AIR è l'inventario europeo delle emissioni atmosferiche
9 http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarWiki/

NA nasce nel 2007 con il preciso obiettivo di monitorare i consumi e le diverse modalità di produzione e di trasmissione/distribuzione di energia sul territorio lombardo, parametri cruciali per la competitività e la sostenibilità ambientale.
SIRENA20 è il sistema che si è evoluto, con il contributo del programma LIFE+ nel quadro delle strategie europee per il cambiamento climatico[10], al fine di costituire un sistema armonizzato a livello regionale (condiviso da Regione Lombardia, Regione Siciliana e Regione Basilicata) per l'organizzazione e l'analisi dei dati sull'energia. Con questi obiettivi, garantendo un alto grado di aggiornamento delle informazioni e la loro restituzione in piena trasparenza, il Sistema fornisce tutti le informazioni che, ai diversi livelli territoriali e rispetto ai diversi ambiti di interesse, consentono di ricostruire le dinamiche energetiche regionali. Sirena20 è realizzato e gestito, per conto di Regione Lombardia, da Finlombarda SpA[11].

La Carbon Footprint delle terre di Mezzo
Territorio, paesaggio ed uso del suolo

Il **territorio** delle Terre di Mezzo comprende ventitré comuni della provincia di Cremona situati nella bassa pianura padana tra la città di Cremona e la città di Crema ed è delimitato dai fiumi **Oglio**, **Serio**, **Adda** e, limitatamente all'estremità meridionale, dal **Po**. Dal punto di vista **geomorfologico** è un territorio tipicamente alluvionale prevalentemente pianeggiante o leggermente ondulato. La sedimentazione a meandri, la presenza di terrazzi fluviali, la cui altimetria è proporzionale all'età, e di ampie zone depresse, sono tracce inequivocabili (paleoalvei) delle dinamiche fluviali e di formazione e di assetto del suolo così come oggi ci appare, qui e in molte altre analoghe porzioni di pianura. Secondo alcune leggende tramandate dalla tradizione locale, solo in parte confermate da studi storici e geomorfologici, sarebbe esistito in queste zone un vasto lago a carattere principalmente paludoso, il lago Gerundo, che occupava un'antica, profonda depressione alluvionale in cui esondavano le acque dell'Adda, del Serio e dell'Oglio e al cui centro era situata l'isola Fulcheria. Il **paesaggio**, volendone semplificare l'identità ed inquadrarne immediatamente gli aspetti salienti, si può definire tipicamente **rurale**, caratterizzato da piccoli o medio-piccoli centri abitati circondati da vaste aree coltivate (principalmente a mais). L'estensione areale delle Terre di Mezzo è pari a circa 400 km^2 (corrispondenti a circa il 23% del territorio provinciale e a circa il 2 % del territorio regionale) e l'**uso del suolo** prevalentemente agricolo. La banca dati dell'uso e della copertura del suolo della regione Lombar-

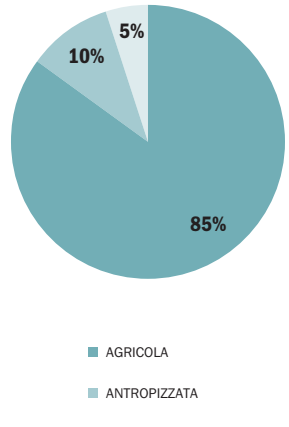
10 http://ec.europa.eu/clima/
11 http://www.energialombardia.eu/sirena20

dia (DUSAF 4.0-Destinazione d'Uso dei Suoli Agrigoli e Forestali 2012)[12] consente di quantificare in modo più preciso la situazione al 2012. Le aree agricole rappresentano più delll'85% del totale (di cui il 95% sono seminativi) mentre le aree antropizzate occupano poco meno del 10%. Le restanti superfici sono classificate, in ordine di estensione, come "territori boscati e ambienti seminaturali" (3%), "corpi idrici" (0,9 %) e aree umide (0,1%).

Demografia

La popolazione totale residente nelle Terre di Mezzo è di 52.571 abitanti, cioè lo 0,53% della popolazione Regionale e il 14,59% di quella della provincia di Cremona[13]. Quasi la metà (48%) è concentrata nei tre comuni principali (anche per estensione), e cioè, in ordine di popolosità: Castelleone (9.455 ab.), Soresina (8.964 ab.) e Pizzighettone (6.548 ab.). Negli altri venti comuni la popolosità media, sensibilmente inferiore, è 1.380 abitanti. Nell'immagine seguente è mostrata la distribuzione per fasce d'età e genere della popolazione residente nelle Terre di Mezzo.

UTILIZZO DEL SUOLO NEL TERRITORIO DELLE TERRE DI MEZZO

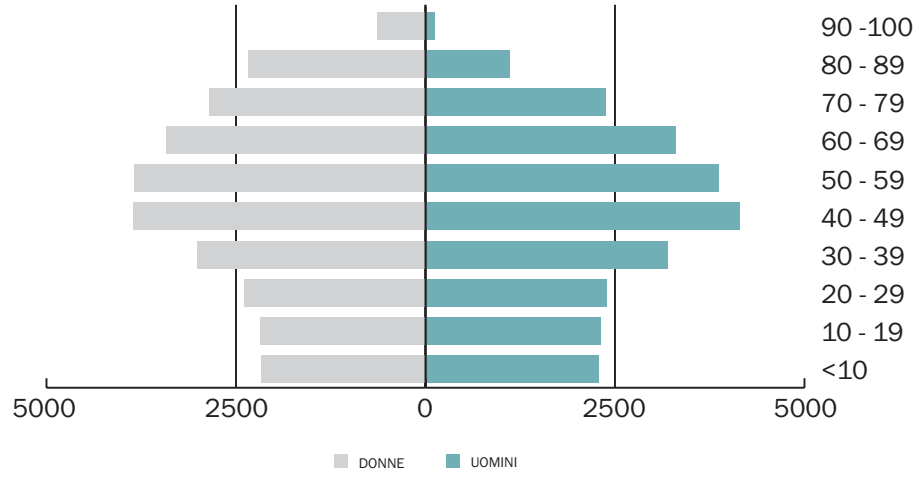




Fonte: DUSAF, 2012

12 http://www.geoportale.regione.lombardia.it
13 Fonte ISTAT 2016 http://demo.istat.it/

DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE



Fonte: Istat 2016

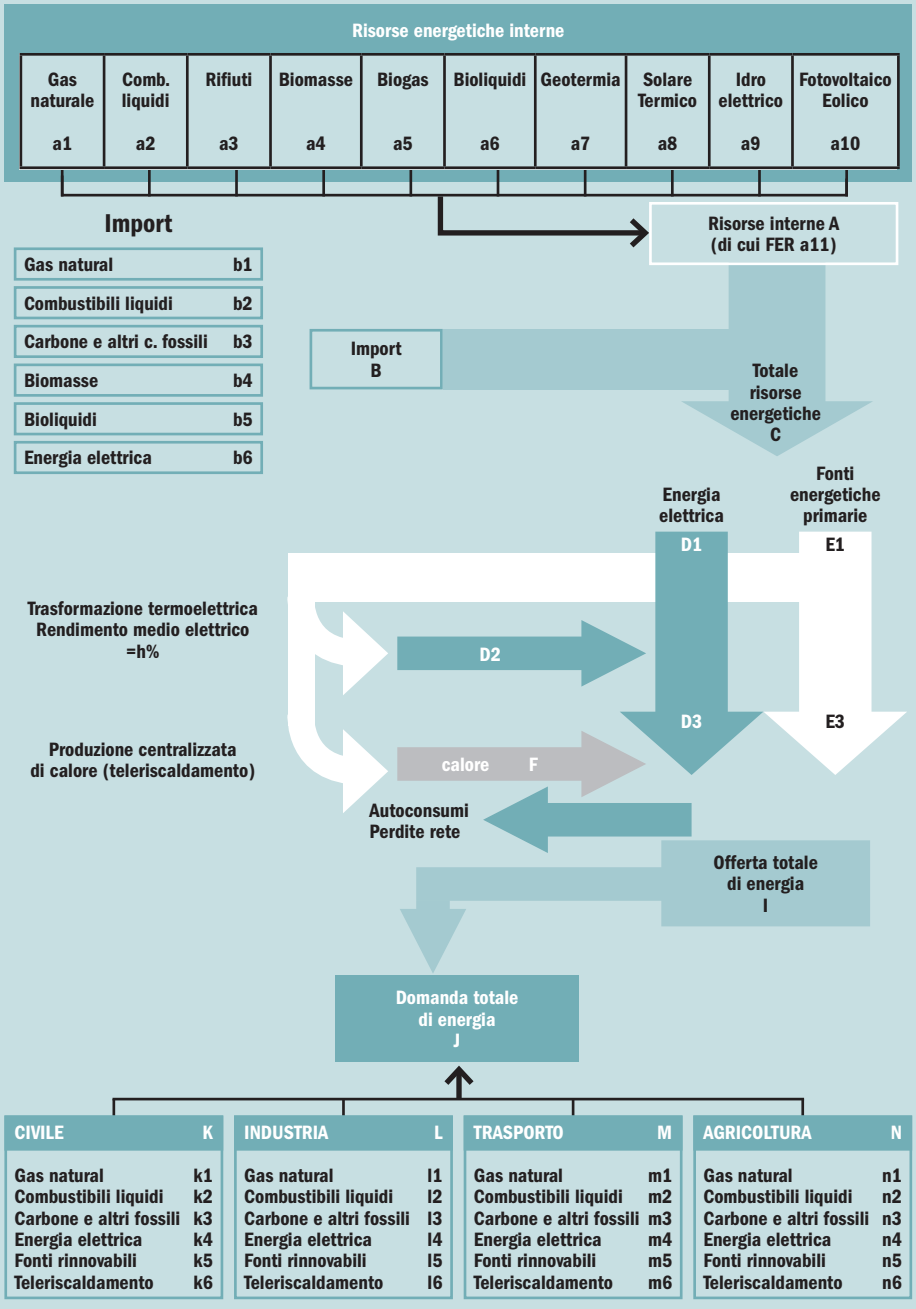
Consumo Energetico Annuale

Per la stima del consumo energetico annuale sono stati utilizzati i dati del Sistema Informativo Regionale ENergia Ambiente (SIRENA20), aggiornati all'anno 2012 e disponibili ad un livello di aggregazione territoriale comunale. Senza entrare nel dettaglio della metodologia utilizzata nella redazione del bilancio energetico (si rimanda alla documentazione del progetto Factor20[14]) si riporta qui di seguito lo schema concettuale utilizzato per la definizione del sistema di bilancio.

Il dato di **consumo energetico annuale** che verrà presentato di seguito corrisponde, nello schema di cui sopra, alla domanda totale di energia (codice J). Oltre al dato complessivo è possibile distinguere i consumi per macrosettore, così da individuarne il contributo relativo. È utile precisare che mentre i dati SIRENA sono disponibili disaggregati in cinque macrosettori (RESIDENZIALE, INDUSTRIA, TRASPORTI, AGRICOLTURA, SERVIZI) per le finalità della presente analisi si è ritenuto conveniente unire il settore RESIDENZIALE a quello dei SERVIZI (riportandosi di fatto allo schema concettuale del bilancio Energetico Regionale).

14 http://www.energialombardia.eu/

SCHEMA CONCETTUALE BILANCIO ENERGETICO REGIONALE



Tale scelta è motivata, da una parte dalla ridotta incidenza energetica ed emissiva del settore SERVIZI nel territorio considerato, dall'altra dalla similarità dei possibili interventi di riduzione dei consumi e delle emissioni nei due settori. Di seguito è riportato il consumo energetico annuale delle Terre di Mezzo e la sua ripartizione percentuale per macrosettore.

CONSUMI ENERGETICI ANNUALI DELLE TERRE DI MEZZO				
	TEP	BP	MWh	PRO-CAPITE (kWh)
CONSUMO ENERGETICO ANNUALE	186.132	1.274.876	995.247	18.931

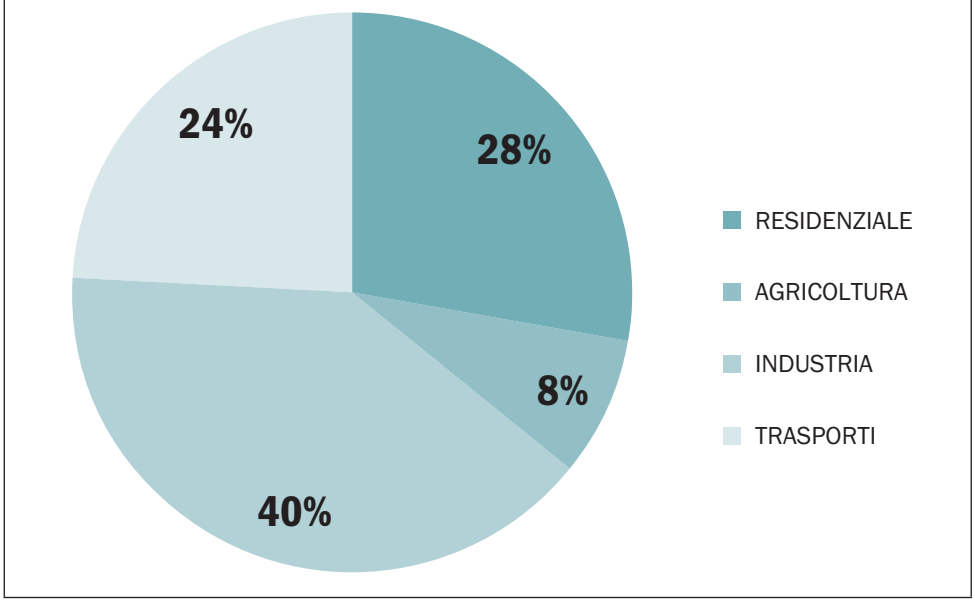
Fonte: SIRENA (2012)

Il valore assoluto dei consumi energetici annuali è stato espresso nelle tre unità di misura più utilizzate nel contesto dei bilanci energetici. Le tonnelate equivalenti di petrolio (TEP) e i barili di petrolio (BP), rimandano alla centralità del petrolio (e dei suoi derivati) nel sistema energetico mondiale, mentre il MWh è un'unità di misura tipicamente associata ai consumi elettrici. Interessante è la trasformazione di tali valori in unità di misura più affini al contesto delle energie rinnovabili; si scoprirebbe allora che il TWh consumato annualmente nelle Terre di Mezzo corrisponde all'energia elettrica trasformata, nelle condizioni tecnologiche medie attuali, da una superficie di circa 10 km^2 (un quadrato di terreno di circa 3,2 km di lato) ricoperta da pannelli fotovoltaici[15]. Questo valore è certamente approssimativo ed in un certo modo tendenzioso ma è comunque utile da una parte per dare l'ordine di grandezza delle quantità in gioco, dall'altra per fornire una chiave di lettura alternativa dei dati di consumo energetico. Oltre al dato assoluto si è riportato il dato di consumo totale pro-capite che per i residenti delle Terre di Mezzo, così come in generale per tutta la provincia di Cremona risulta superiore del 46% al dato medio regionale (12958 kWh pro-capite). Il grafico mostra che, dal punto di vista del fabbisogno energetico, il macrosettore industriale è il più esigente (40% dei consumi totali), seguito da quello residenziale (28%), quello dei trasporti (24%) e dall'agricoltura (8%). Considerando i dati a livello comunale risulta però che solo in tre casi su ventitré l'industria è il settore più energivoro. Questa doppia constatazione consente di localizzare territorialmente il grosso del fabbisogno energetico industriale in tre comuni: Pizzighettone, Casalbuttano ed Uniti, Acquanegra Cremonese, che utilizzano, considerando l'intero territorio delle Terre di Mezzo, quasi il 70% del

15 Il fattore di conversione utilizzato è stato 100 kwh di produzione annua per ogni m2 di pannello fotovoltaico.

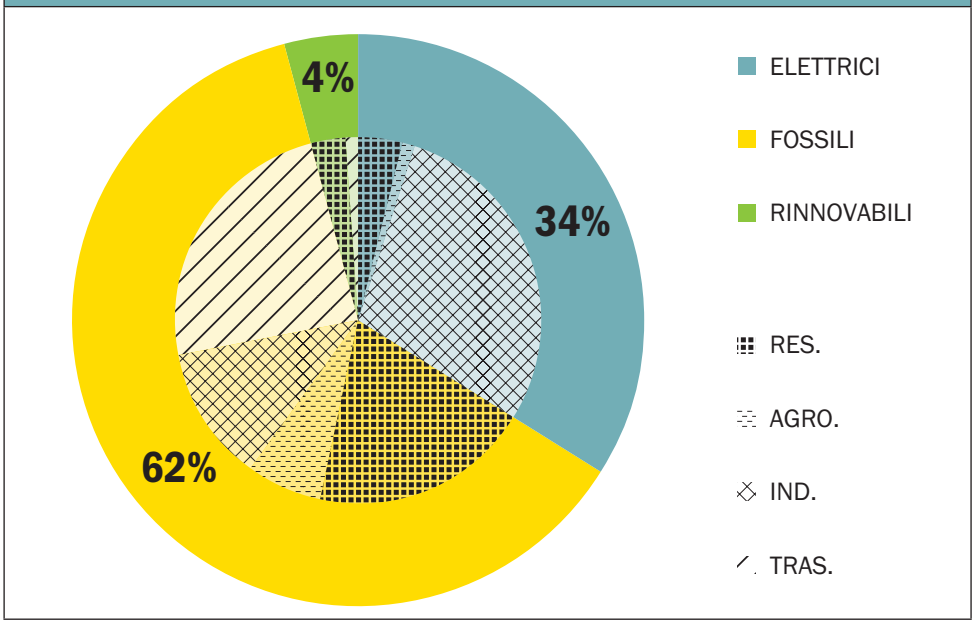
fabbisogno energetico annuo del settore industriale, e il 28% di quello totale. I consumi degli altri settori risultano invece maggiormente diffusi sul territorio, non sempre però in modo proporzionale alla dimensione demografica del comune di pertinenza. È infine significativo rilevare che in tredici comuni su ventitré il settore che maggiormente incide sui consumi energetici complessivi è quello residenziale. Il grafico seguente mostra la ripartizione percentuale dei consumi energetici totali delle Terre di Mezzo aggregati per tipologia. Il 62% del totale è imputabile all'utilizzo di combustibili fossili, il 34% sono consumi elettrici mentre il 4% sono consumi riconducibili all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile. Sempre dal grafico è possibile individuare che il settore che ha il primato nell'utilizzo di combustibili fossili è il settore dei trasporti seguito, in ordine, da quello residenziale, industriale e agro-zootecnico. I consumi elettrici sono assorbiti per la quasi totalità dal settore industriale mentre è il settore residenziale a cui compete la quota maggiore di utilizzo di risorse rinnovabili.
Quanto emerso dai dati dei consumi energetici delle Terre di Mezzo consente anche di fare alcune considerazioni generali di sistema. In prima istanza è evidente (e del resto noto) il ruolo da protagonista interpretato dalle risorse fossili; protagonismo che risulta ulteriormente amplificato se si considera che buona parte dell'energia elettrica - a livello nazionale nel 2015 la percentuale è del 56% (fonte

RIPARTIZIONE PER MACROSETTORI DEI CONSUMI ENERGETICI



Fonte: SIRENA 2012

CONSUMI ENERGETICI TOTALI AGGREGATI PER TIPOLOGIA



Fonte: SIRENA+INEMAR 2012

Terna[16]) - è prodotta a partire dalla trasformazione di combustibili fossili (37% Gas naturale, 14% carbone e lignite e 2% derivati petroliferi) e che, in alcuni settori industriali, petrolio e derivati vengono utilizzati anche come materie prime. D'altro canto anche la percentuale relativa alle rinnovabili è rivedibile al rialzo; considerando lo share delle rinnovabili nella produzione elettrica nazionale - nel 2015 la percentuale è stata del 34% (fonte Terna) - la percentuale passerebbe dal 4% al 16% avvicinando virtualmente le Terre Di Mezzo all'obbiettivo 20-20-20 posto, a livello internazionale dal protocollo di Kyoto e a livello europeo dalla strategia Europa 2020, per contrastare i cambiamenti climatici.

Emissioni annue di CO_2 equivalente

Per la stima della Carbon Footprint delle Terre di Mezzo si è proceduto all'integrazione di due fonti di dati: il già citato SIRENA e l'INEMAR. Dal primo sono state ricavate le emissioni imputabili ai consumi energetici, dal secondo quelle inerenti ad altre sorgenti non riconducibili alle prime. Nel fare ciò si è quindi esclusa la possibilità di contabilizzare due volte la stessa fonte emissiva. Di se-

16 http://download.terna.it/terna/0000/0841/77.PDF

guito è riportato il totale delle emissioni annue di CO_2eq. delle Terre di Mezzo relativo al 2012. Il dato è espresso in massa e in volume standard, in termini cumulativi e pro-capite.

EMISSIONI CO_2EQ TOTALI TERRE DI MEZZO			
	ton	**ton/ha**	**PRO-CAPITE (ton)**
EMISSIONI ANNUE CO_2EQ	954.686	24,15	18,16

Fonte: SIRENA (2012)

Per contestualizzare tali cifre e farsi un'idea più chiara della loro rilevanza si consideri che da uno studio del 2012[17] è stato stimato che l'intera superficie boschiva dei Parchi Nazionali Italiani è in grado di assorbire annualmente un quantitativo di CO_2 atmosferico pari a 1.645.489 ton. Ciò significa che quasi il 60% del potenziale di assorbimento di CO_2 annuo del sistema dei Parchi Nazionali Italiani è virtualmente "utilizzato" per bilanciare le emissioni generate da un territorio costituente lo 0,13 % del territorio nazionale. La superficie boschiva dei Parchi Nazionali non è certamente l'unica risorsa in grado di bilanciare le emissioni di CO_2, ma anche qualora si considerasse che, per ipotesi, tutta la superficie del territorio italiano abbia lo stesso tasso di assorbimento specifico medio considerato per i Parchi Nazionali, risulterebbe comunque che per assorbire le emissioni di CO_2eq. delle Terre di Mezzo sarebbe necessaria una superficie, ad esse, dieci volte superiore. Ciò non rappresenta ancora una prova di insostenibilità ecosistemica ma ne è certamente un chiaro indizio. Particolarmente significativo è anche il confronto dei valori di emissione delle Terre di Mezzo con quelli medi provinciali (27,06 ton/ha, 13,39 ton pro-capite) e regionali (32,17 ton/ha, 7,84 ton pro-capite). Per un confronto sintetico è però utile introdurre un indice in grado tenere contemporaneamente conto sia dell'estensione territoriale su cui si sviluppa il fenomeno sia del numero di abitanti in esso residenti. A tale scopo si introduce l'indice Emissioni Specifiche Procapite (ESP) dato da:

$$ESP = \frac{\text{Emissioni (kg } CO_2\text{eq)}}{\text{Superficie (ha) * Pop. Res. (ab.)}} \qquad \left(\frac{(kgCO_2eq)}{ha * ab}\right)$$

	Terre di Mezzo	**Provincia di Cremona**	**Regione Lombardia**
ESP $\left(\frac{(kgCO_2eq)}{ha * ab}\right)$	0,459	0,075	0,003

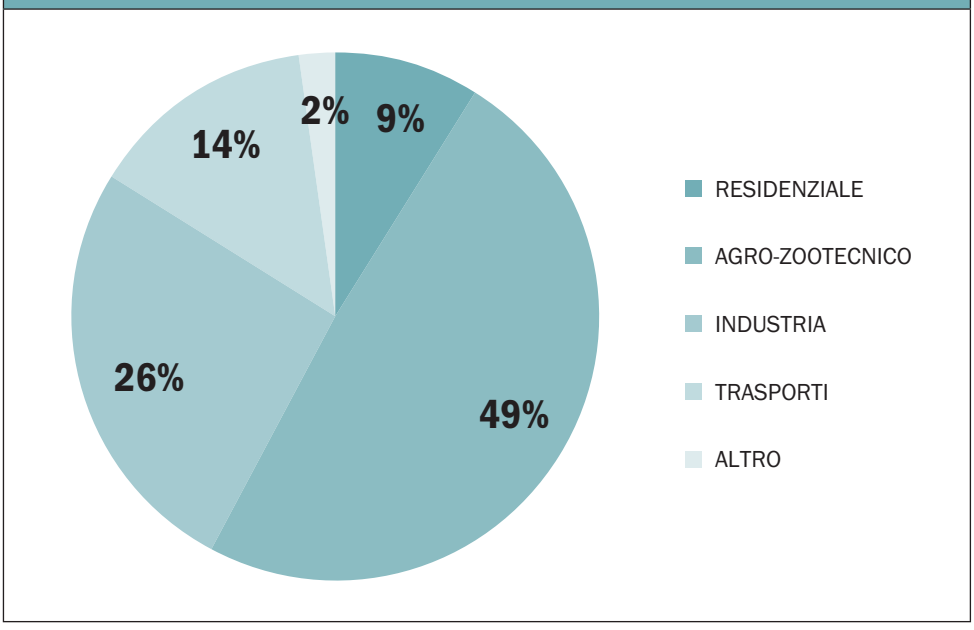
17 Marchetti M. et al. "Carbon sequestration by forests in the National Parks of Italy. Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology", Official Journal of the Società Botanica Italiana.

Emerge che le Terre di Mezzo, nel quadro dei dati e delle conoscenze disponibili, sono un territorio con un'incidenza emissiva molto maggiore sia di quella media provinciale che, ancora di più, di quella regionale. Ammessa l'affidabilità dei dati e delle metodologie di stima utilizzate per ottenerli, la ragione di questa tendenza è rintracciabile, anche alla luce della ripartizione settoriale delle emissioni mostrata nel seguente grafico, nel prevalente assetto agro-zootecnico intensivo del sistema economico locale: l'agro-zootecnia intensiva genera alte emissioni su territori poco abitati. Il grafico mostra che il settore Agro-zootecnico è il principale responsabile delle emissioni di gas climalteranti, contribuendo per circa la metà (49%) al valore cumulativo, seguito da quello industriale (26%), dai trasporti (14%) e da quello residenziale (9%). In "altro" sono incluse tutte le emissioni che non è stato possibile attribuire indiscutibilmente all'uno o all'altro settore.

Ambito Residenziale

Focalizzando l'analisi sull'ambito residenziale è utile mettere primariamente in evidenza alcuni dati per quantificarne la consistenza e alcuni aspetti qualitativi. Il grafico a pagina successiva mostra la distribuzione percentuale degli edifici residenziali per numero di interni. Dei 12.499 edifici censiti il 50% risultano essere

DISTRIBUZIONE DELLE EMISSIONI PER MACROSETTORE

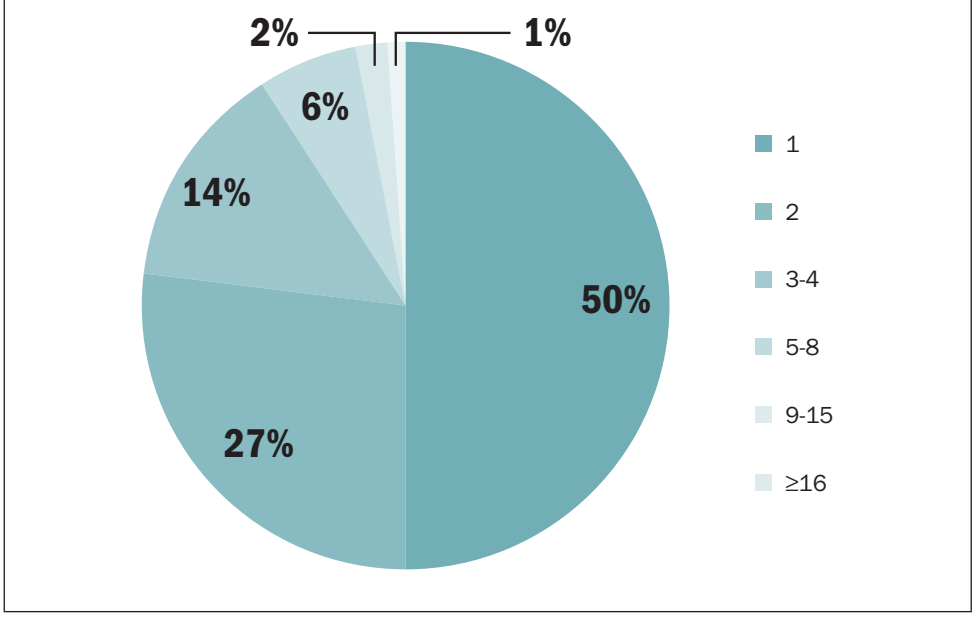


Fonte: SIRENA+INEMAR 2012

unità monoabitative, il 27% edifici bifamiliari, il 14% composti da 3 o 4 unità abitative, il 6% tra 5 e 8, il 2% tra 9 e 15 e l'1% da un numero di unità abitative maggiore di 16. Tale distribuzione evidenzia una tipologia insediativa a carattere estensivo che, se non pregiudizialmente insostenibile, implica, se non altro, un maggior consumo della risorsa suolo. Seppur non potendosi riferire al fenomeno della città diffusa, significativo di contesti più propriamente metropolitani, questo schema ne replica, seppur in scala ridotta, le peculiarità. Non si vuole suggerire la tesi secondo cui i centri abitati rurali dovrebbero ricalcare le modalità urbanistiche e la razionalizzazione degli spazi propri della città, ma solo sottolineare che anche in questi contesti il problema esiste e che la pianificazione territoriale, anche qui, assume un ruolo determinante nel dirigere le azioni verso modelli più o meno impattanti.
Un utile strumento conoscitivo per accertare lo stato del patrimonio edilizio dal punto di vista energetico è rappresentato dal CEER (Catasto Energetico Edifici Regionale)[18]. Il CEER raccoglie i dati energetico-prestazionali di tutti gli edifici per cui è stata eseguita la Certificazione Energetica. Pur non rappresen-

18 http://www.cened.it/ceer

EDIFICI RESIDENZIALI PER NUMERO DI UNITÀ ABITATIVE

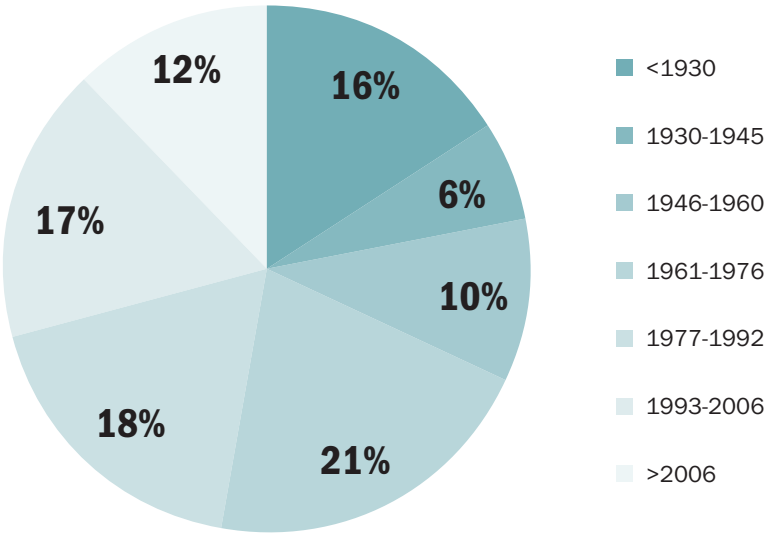


Fonte: ISTAT (2011)

tando la totalità del costruito ne fornisce un ritratto significativo e statisticamente rilevante (7786 edifici censiti). Nei grafici seguenti sono rappresentate: la distribuzione degli edifici per periodo di costruzione e la distribuzione degli edifici per classe energetica di appartenenza[19]. Ne emerge un quadro emblematico a cui è possibile ricondurre la rilevanza del settore residenziale in termini di fabbisogno energetico. Il 61% degli edifici classificati risulta appartenere alla classe energetica meno efficiente a cui corrisponde un fabbisogno energetico specifico annuo maggiore di 160 kWh/(m^2 a). Come è desumibile dai successivi grafici, tale situazione è riconducibile in modo prevalente all'età del patrimonio edilizio restando pur vero il fatto che anche per gli edifici più recenti (successivi al 2006) non sempre si è costruito nel rispetto dei più elevati standard energetici.
Di seguito è riportato il consumo energetico annuale del macrosettore residenziale nelle Terre di Mezzo e la sua distribuzione percentuale per fonte energetica.

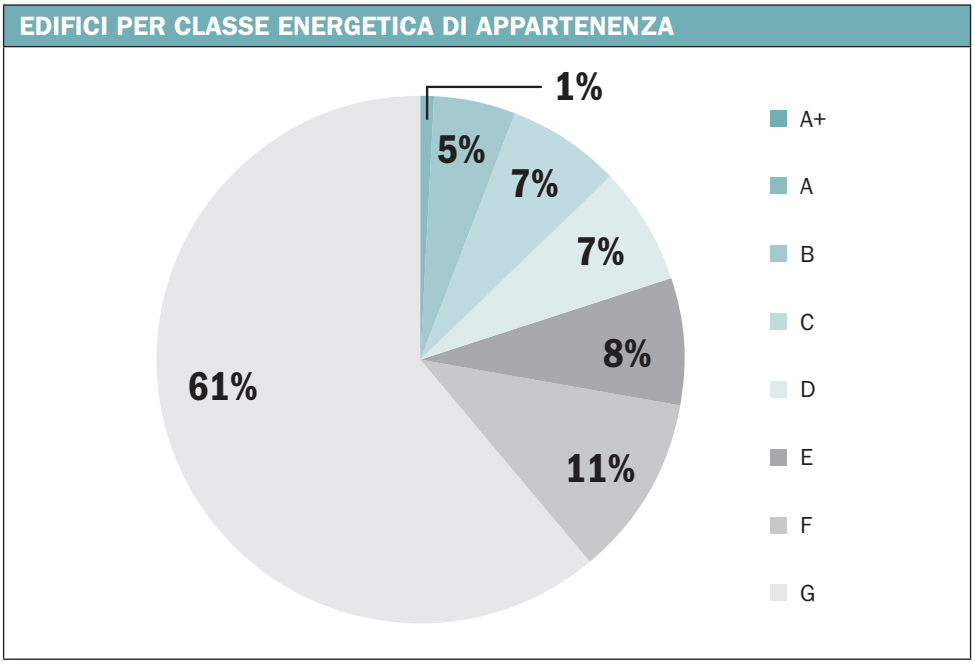
19 CENED

DISTRIBUZIONE PERCENTUALE EDIFICI PER ANNO DI COSTRUZIONE



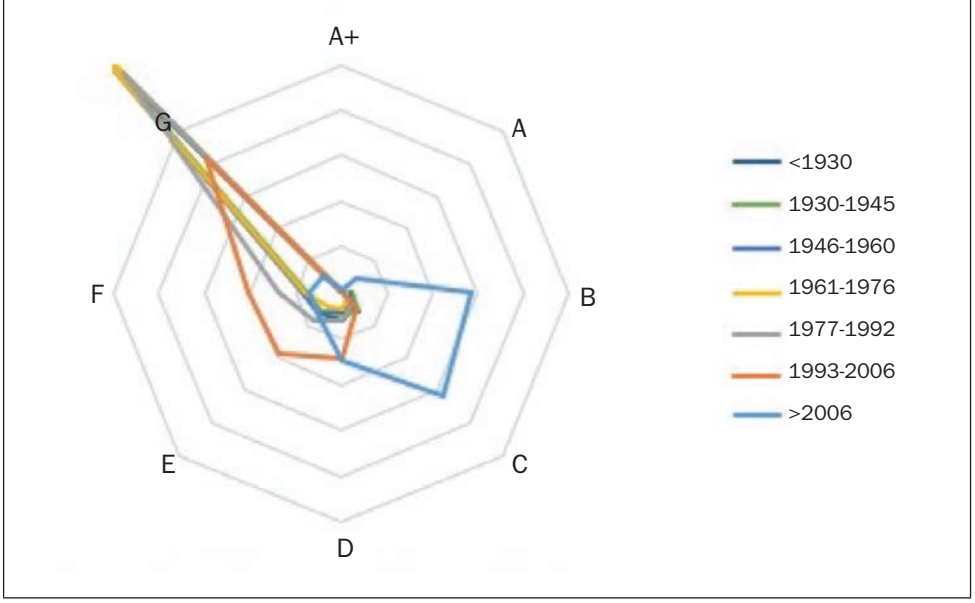
Fonte: CENED (2015)

EDIFICI PER CLASSE ENERGETICA DI APPARTENENZA



Fonte: SIRENA (2012)

CLASSE ENERGETICA EDIFICI PER PERIODO DI COSTRUZIONE



Fonte: SIRENA (2012)

CONSUMI ENERGETICI ANNUI TERRE DI MEZZO - RESIDENZIALE				
CONSUMO ENERGETICO ANNUALE	**TEP**	**BP**	**MWh**	**PRO-CAPITE (kWh)**
RESIDENZIALE	43.791	299.938	234.150	4.454

Fonte: SIRENA (2012)

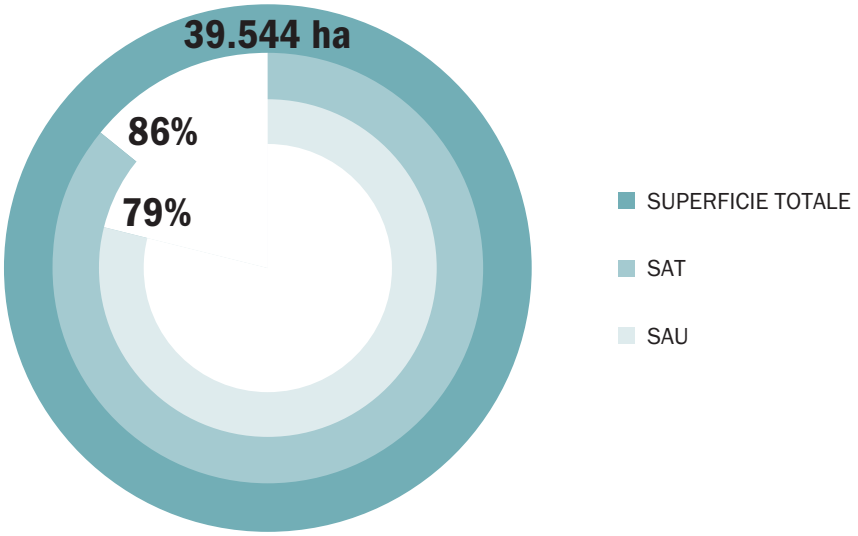
Il consumo energetico del settore residenziale è per il 74% riconducibile all'utilizzo di combustibili fossili (per la quasi totalità metano) a fini di climatizzazione invernale, igienico-sanitari e per la cottura dei cibi.
Le utenze elettriche assorbono il 16% dei consumi totali mentre il 10% deriva dall'impiego di fonti rinnovabili. Indipendentemente dall'origine, fossile, elettrica o rinnovabile, dell'energia utilizzata, è chiaro che, in ambito residenziale, il ruolo determinante è interpretato dalla climatizzazione degli ambienti (riscaldamento e raffrescamento). Per questo motivo nella strategia di abbattimento dei consumi legati a questo settore è prioritario puntare all'efficiente isolamento termico degli edifici ed all'impiego di sistemi di climatizzazione che minimizzino l'impiego energetico. Ad un incremento di efficienza termica corrisponde una proporzionale diminuzione del fabbisogno calorico (o frigorifero) annuo, e quindi una diminuzione nelle emissioni ad esso correlate. Quest'ultime sono quantificate, per l'anno 2012 e per il macrosettore in oggetto, nella seguente tabella.

EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ. SETTORE RESIDENZIALE			
EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ.:	**ton**	**ton/ha**	**Pro-capite [ton]**
RESIDENZIALE	85.811	2,17	1,63

Fonte SIRENA + INEMAR (2012)

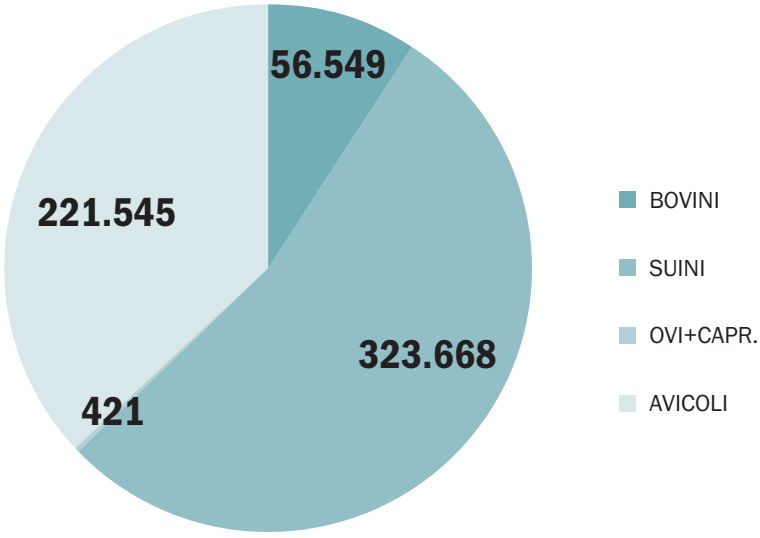
Il settore residenziale è responsabile del 9% delle emissioni climalteranti delle Terre di Mezzo ed è il quarto in ordine di importanza.
Tale constatazione, se da una parte ridimensiona la rilevanza del settore nel conto cumulativo delle emissioni, non vuole sminuire l'importanza delle strategie di efficientamento del patrimonio edilizio, vuole anzi ribadirne l'importanza alla luce, soprattutto, del fatto che in tale ambito sono note e consolidate molte tecniche e tecnologie di costruzione ed adeguamento del patrimonio edilizio e che il contesto residenziale è il più vicino ai luoghi del vivere comune, luoghi, quindi, in cui è prioritaria la ricerca di soluzioni ecologicamente sostenibili.

SUPERFICIE AGRICOLA DELLE TERRE DI MEZZO



Fonte: SIRENA (2012)

CAPI D'ALLEVAMENTO PER TIPOLOGIA NELLE TERRE DI MEZZO



Fonte: VI° censimento dell'agricoltura (2010)

Ambito Agro-zootecnico

Per quantificare la rilevanza dell'ambito Agro-Zootecnico nelle Terre di Mezzo ci si è serviti dei dati relativi all'ultimo censimento dell'agricoltura (VI Censimento dell'Agricoltura – 2010)[20]. Nei grafici della pagina 105 sono visibili da una parte, la Superficie Agricola Totale (SAT) e la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) in relazione alla superficie totale delle Terre di Mezzo, dall'altra la consistenza, per tipologia, dei capi d'allevamento presenti sullo stesso territorio.

Da questa analisi emerge la spiccata vocazione agricola del territorio delle Terre di Mezzo che per l'86% è classificato come superficie agricola di cui il 92% (il 79% del totale) è effettivamente utilizzata per qualche tipo di coltura (la quasi totalità sono seminativi, in larga maggioranza mais). L'8% di superficie agricola non classificata come SAU è occupata al 23% da impianti arboricoli o boschi annessi ad aziende agricole mentre il restante 77% è effettivamente superficie agricola non utilizzata. Il numero di capi di allevamento censiti supera le 600.000 unità (12 volte il numero di abitanti): il 54% sono suini, il 37% avicoli e il 9% bovini. Le cifre mostrate nei grafici precedenti evidenziano la grande importanza ricoperta dal settore agro-zootecnico e forniscono un indizio della sua incidenza ambientale. Nella tabella e nel grafico seguenti sono riportati il fabbisogno energetico del settore agro-zootecnico e la sua ripartizione percentuale per fonte energetica.

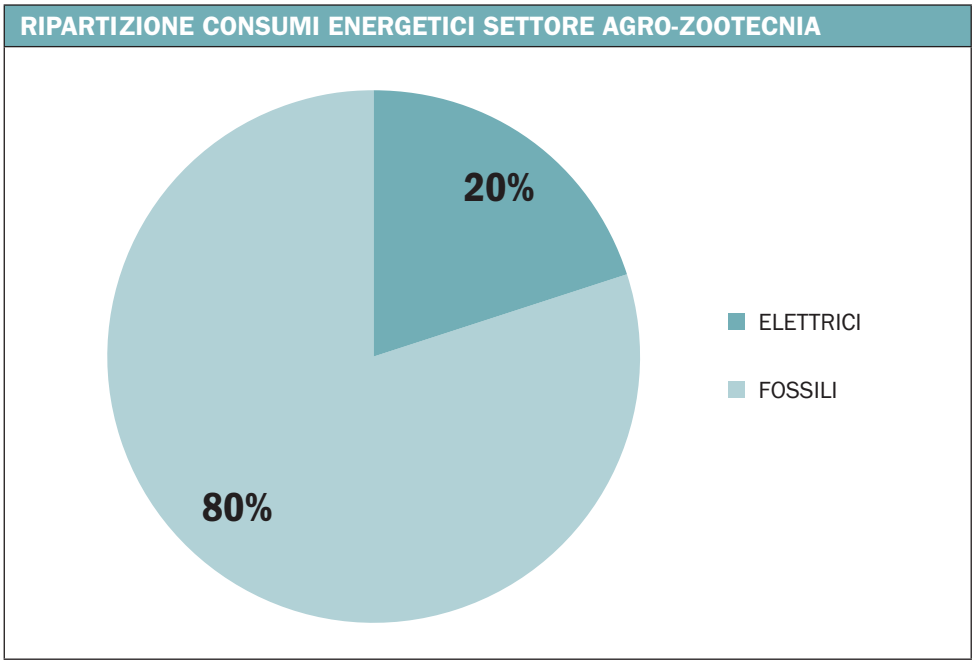
CONSUMI ENERGETICI ANNUI TERRE DI MEZZO - AGRO-ZOOTECNIA				
CONSUMO ENERGETICO ANNUALE	**TEP**	**BP**	**MWh**	**PRO-CAPITE (kWh)**
AGRO-ZOOTECNIA	15.381	105.347	82.240	1.564

Fonte: SIRENA (2012)

I consumi energetici sono principalmente di origine fossile e riconducibili all'utilizzo di combustibili liquidi per il funzionamento dei mezzi agricoli. La rilevanza ambientale in termini di emissioni climalteranti del settore agro-zootecnico non è però riconducibile al suo fabbisogno energetico – come già evidenziato precedentemente il settore agro-zootecnico assorbe, nelle Terre di Mezzo, solo l'8% dei consumi energetici totali, che sono responsabili solo per poco più dell'11% delle emissioni totali generate dall'agro-zootecnia – e le cause del primato in termini di emissioni di CO_2 eq. vanno cercate altrove. Nella tabella seguente sono riportate le emissioni totali del settore agro-zootecnico in termini assoluti (ton), specifci (ton/ha) e procapite (ton pro-capite).

20 http://www.istat.it/it/censimento-agricoltura

RIPARTIZIONE CONSUMI ENERGETICI SETTORE AGRO-ZOOTECNIA



Fonte: SIRENA (2012)

EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ. SETTORE AGRO-ZOOTECNICO			
EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ.:	**ton**	**ton/ha**	**Pro-capite [ton]**
AGRO-ZOOTECNIA	452.311	11,44	8,60

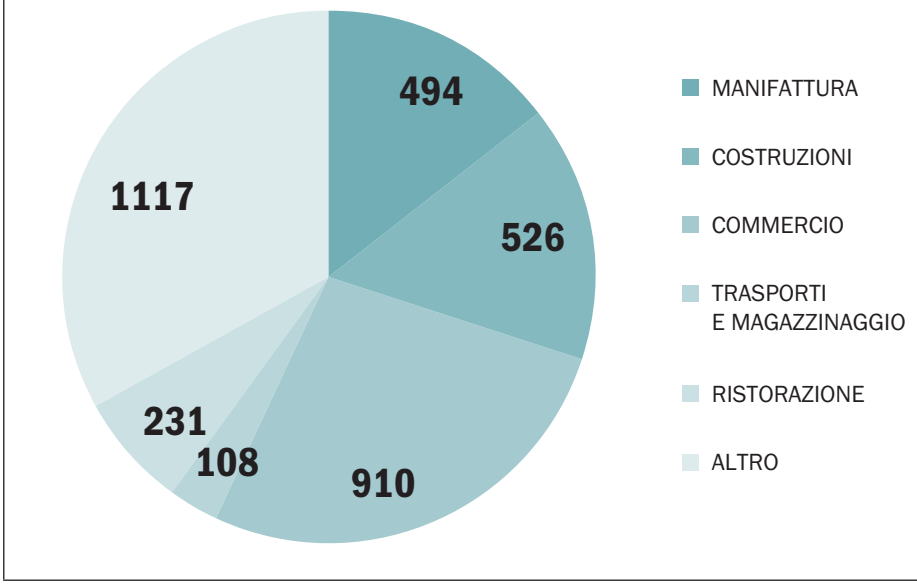
Fonte SIRENA + INEMAR (2012)

L'origine della maggior parte delle emissioni del settore agro-zootecnico è riconducibile, grazie alla categorizzazione dell'INEMAR, alle emissioni derivanti dall'utilizzo di fertilizzanti, alla gestione dei reflui zootecnici (composti azotati e composti organici) e alla fermentazione enterica.

Ambito Industriale

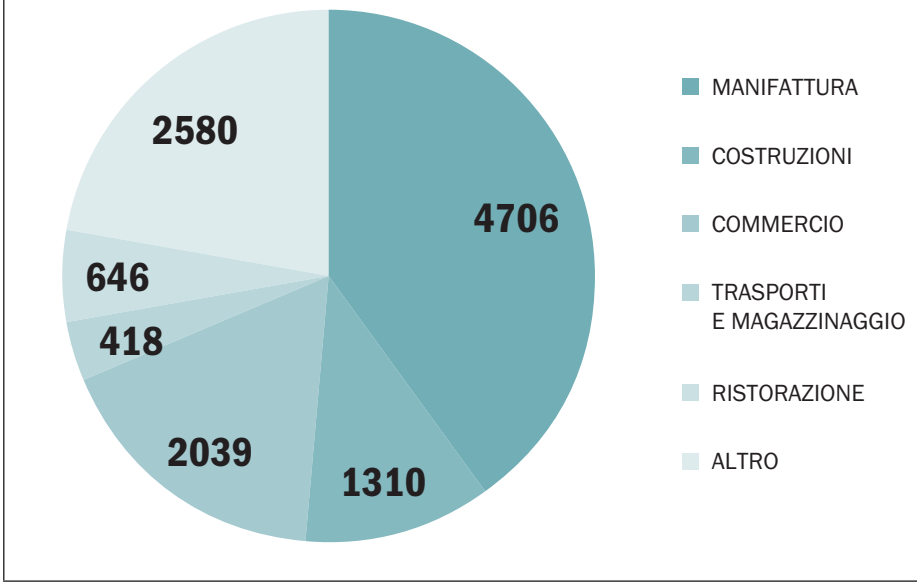
Nonostante le Terre di Mezzo non siano un territorio con un alto livello di industrializzazione la presenza industriale è rilevante e caratterizzata dalla prevalenza di artigianato e piccola media industria. Nei grafici seguenti è visibile la distribuzione delle attività industriali per settore ATECO di appartenenza e il rispettivo numero di addetti. Dai grafici emerge che in termini relativi le impre-

DISTRIBUZIONE ATTIVITÀ INDUSTRIALI PER SETTORE ATECO



Fonte: Istat (2011)

DISTRIBUZIONE ADDETTI PER SETTORE ATECO



Fonte: Istat (2011)

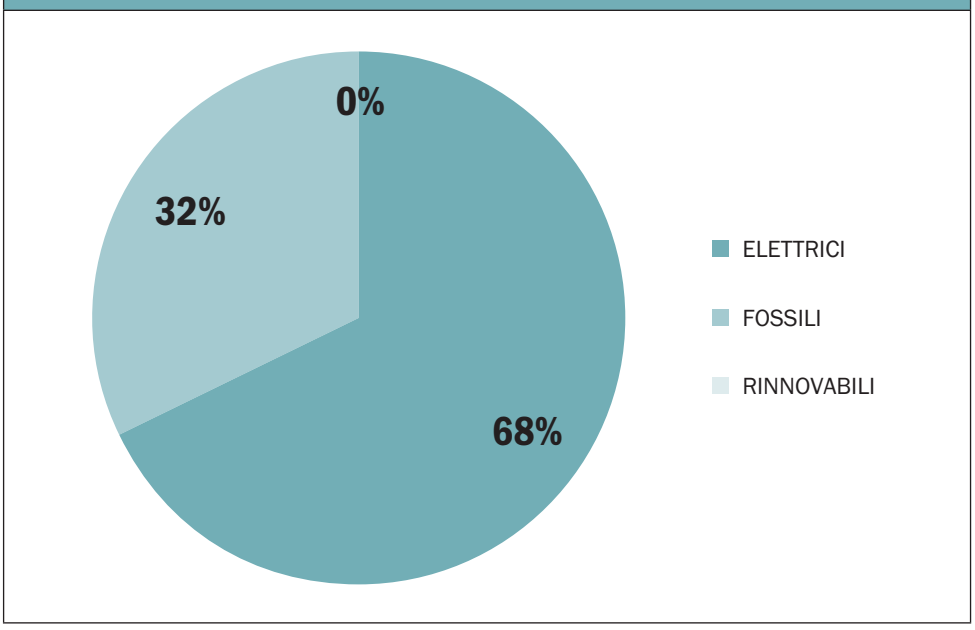
se commerciali sono in numero molto maggiore rispetto alle manifatturiere e alle imprese di costruzione ma sono solo seconde per numero di addetti impiegando mediamente 2,24 persone. Il gruppo ATECO della manifattura conta 494 imprese e impiega 4706 addetti, ciò significa che la dimensione media di queste imprese, in termini di addetti, è di quasi 10 persone. Le imprese edili sono 526, impiegano 1310 addetti ed hanno quindi una dimensione media di 2,49 persone. In altro sono state raggruppate tutte le categorie ATECO che singolarmente non raggiungevano una dimensione tale da giustificarne una rappresentazione dedicata. Il settore industriale risulta essere, come messo in evidenza precedentemente, il più energivoro: nella tabella seguente sono riportati i consumi energetici totali del settore industriale, e nel grafico è visibile la ripartizione degli stessi per fonte energetica.

CONSUMI ENERGETICI ANNUI TERRE DI MEZZO - INDUSTRIALE

CONSUMO ENERGETICO ANNUALE	TEP	BP	MWh	PRO-CAPITE (kWh)
INDUSTRIA	73.207	501.415	391.435	7.446

Fonte: SIRENA (2012)

RIPARTIZIONE CONSUMI ENERGETICI SETTORE INDUSTRIALE



Fonte: SIRENA (2012)

Più dei due terzi dei consumi energetici del settore Industriale delle Terre di Mezzo sono consumi elettrici riconducibili in larga misura al fabbisogno elettrico dei processi produttivi. Il 32% dei consumi deriva invece dall'utilizzo di combustibili fossili (per la maggior parte gas naturale) utilizzati per la climatizzazione degli ambienti, per scopi di processo e a fini di produzione energetica. L'utilizzo di energia da fonti rinnovabili è molto limitato attestandosi ad uno 0,34% del fabbisogno totale. Nonostante il primato in termini di consumi energetici, il settore industriale non è il principale responsabile delle emissioni e ad esso sono attribuibili il 26% delle emissioni totali. Nella tabella seguente sono riportate le emissioni totali del settore industriale in termini assoluti (ton), specifici (ton/ha) e procapite (ton pro-capite) mentre nel grafico la loro distribuzione percentuale per settore di appartenenza.

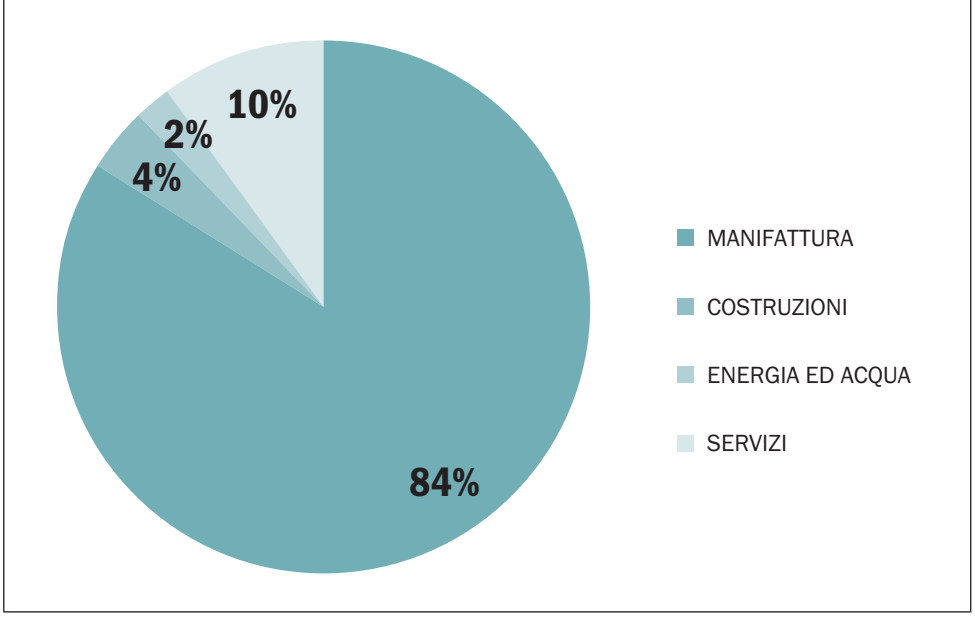
EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ. SETTORE INDUSTRIALE

EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ.:	ton	ton/ha	Pro-capite [ton]
INDUSTRIA	235.437	5,96	4,48

Fonte SIRENA + INEMAR (2012)

È all'ambito manifatturiero che è possibile ricondurre la maggior parte delle emissioni climalteranti del settore industriale.

RIPARTIZIONE PERCENTUALE EMISSIONI PER SETTORE



Fonte: Sirena (2012)

Seppur la ripartizione del grafico è basata sulla componente delle emissioni legata ai consumi energetici la si è estesa alla totalità delle sorgenti emissive industriali, ipotizzando quindi una proporzionalità tra "emissioni energetiche" e altre tipologie di emissioni.

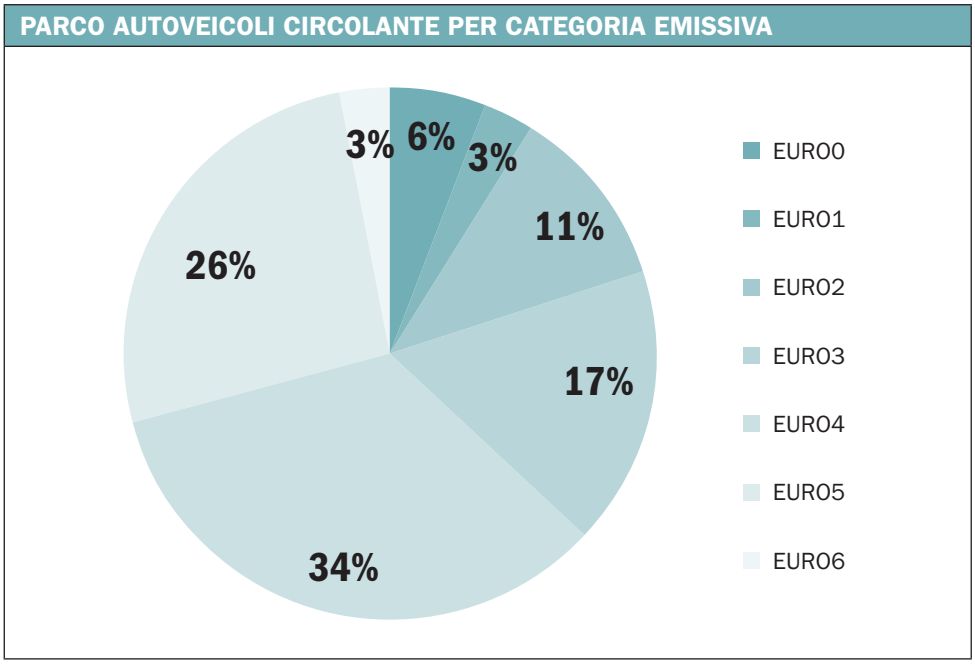
Ambito Trasporti

I trasporti sono responsabili a livello europeo di più di un quinto delle emissioni climalteranti[21] nonché di una parte considerevole dell'inquinamento atmosferico ed acustico urbano. Per quantificare il fenomeno trasporti nelle Terre di Mezzo sono stati considerati i dati relativi al numero di veicoli registrati e all'estensione della rete stradale. Nei grafici seguenti sono riportate la distribuzione percentuale per categoria di emissione dei circa 40.000 veicoli circolanti nelle Terre di Mezzo (aggiornamento ad ottobre 2016) e la distribuzione percentuale per categoria stradale degli 822 kilometri della sua rete viaria (aggiornamento al 2012).

Nella tabella seguente sono invece riportati i consumi energetici di settore e la loro ripartizione per fonte energetica.

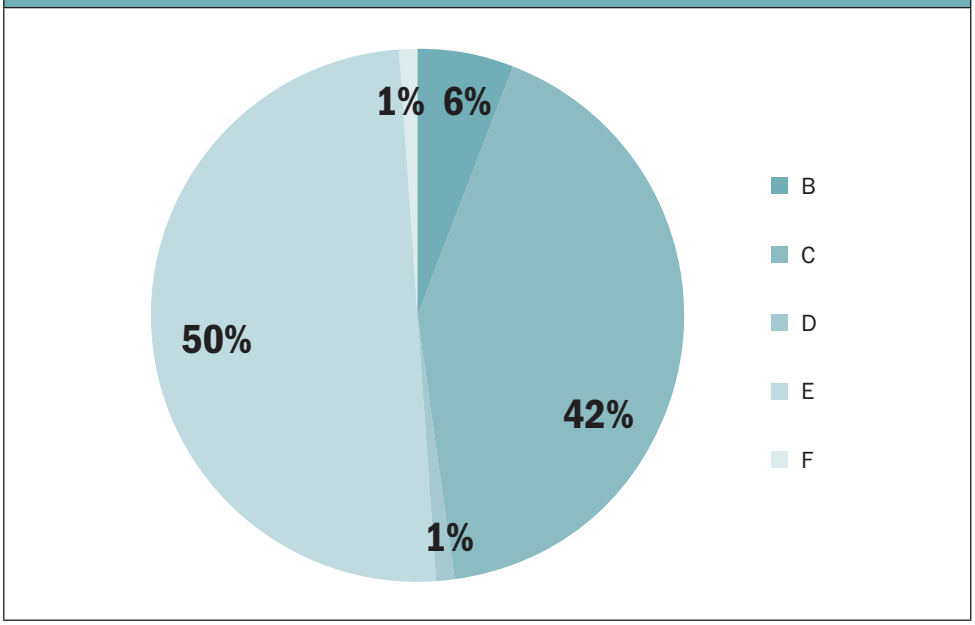
21 AEA – Signals 2015 – Vivere ai tempi del cambiamento climatico

PARCO AUTOVEICOLI CIRCOLANTE PER CATEGORIA EMISSIVA



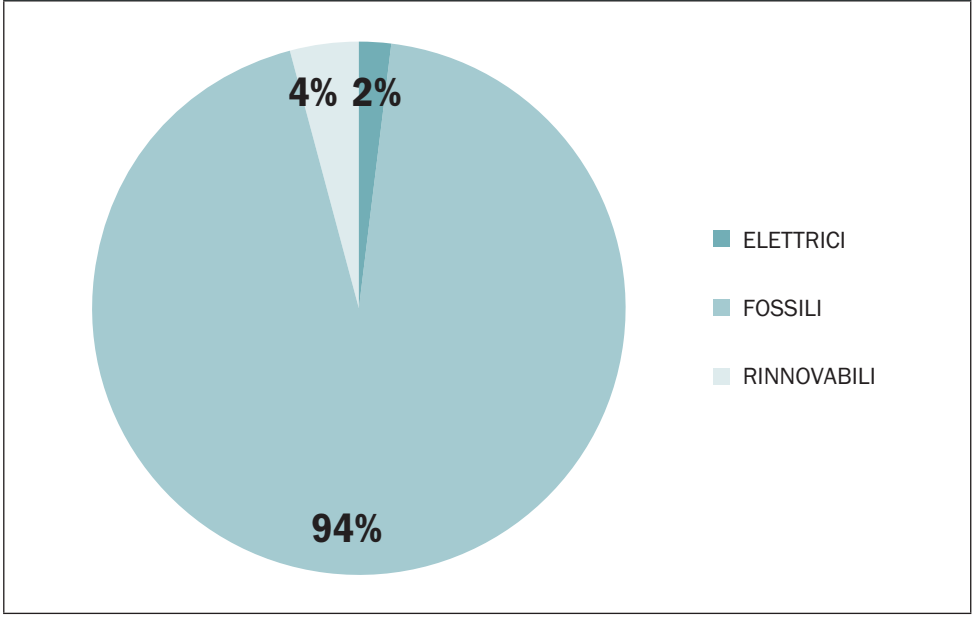
Fonte: Regione Lombardia (2016)

DISTRIBUZIONE DELLA RETE STRADALE DELLE TERRE DI MEZZO PER CATEGORIA



Fonte: Regione Lombardia (2016)

RIPARTIZIONE CONSUMI ENERGETICI SETTORE TRASPORTI



Fonte: SIRENA (2012)

CONSUMI ENERGETICI ANNUI TERRE DI MEZZO - TRASPORTI				
CONSUMO ENERGETICO ANNUALE	**TEP**	**BP**	**MWh**	**PRO-CAPITE (kWh)**
TRASPORTI	44.863	307.282	239.883	4.562

Fonte: SIRENA (2012)

In termini di consumi energetici il settore dei trasporti è il terzo in ordine di importanza. La stragrande maggioranza (94%) di questi consumi è riconducibile ai combustibili (benzina, gasolio, metano, gpl) utilizzati per il rifornimento.
La mobilità elettrica incide per il 2% mentre l'utilizzo di bio-combustibili (per es. bioetano, biodisel, biometanolo ecc.) per il 4%.
Anche in termini di emissioni il settore dei trasporti è, nelle Terre di Mezzo terzo in ordine di rilevanza con una percentuale di emissioni del 14% sul totale (si veda il grafico a pag. 100).
Nella tabella seguente sono riportate le emissioni totali del settore dei trasporti in termini assoluti (ton), specifici (ton/ha) e procapite (ton pro-capite) mentre nel grafico la loro distribuzione percentuale per tipologia di veicolo.

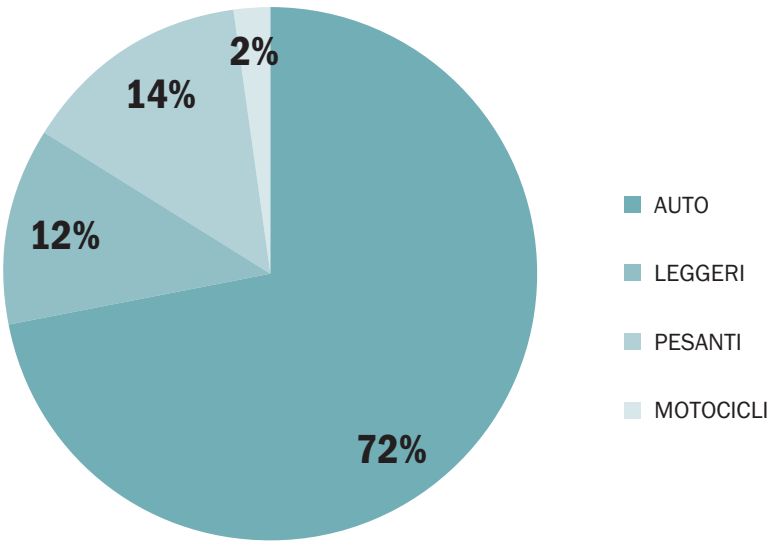


Inquinamento atmosferico da mezzi di trasporto

EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ. SETTORE TRASPORTI			
EMISSIONI ANNUE CO_2 EQ.:	**ton**	**ton/ha**	**Pro-capite [ton]**
TRASPORTI	129.242	3,27	2,46

Fonte SIRENA + INEMAR (2012)

RIPARTIZIONE EMISSIONI SETTORE DEI TRASPORTI PER TIPOLOGIA



Fonte: INEMAR (2012)

Dario Lombardi, 32 anni, ha conseguito la laurea specialistica in Ingegneria per l'ambiente e il territorio al Politecnico di Milano (percorso formativo in monitoraggio e diagnostica ambientale) e ha all'attivo un Master biennale in ICT Management all'Università Statale di Milano Bicocca. Ambiente e società, sostenibilità e tecnologia, dati e informazioni sono le dimensioni all'interno delle quali opera e progetta, nella costante ricerca del bilanciamento ottimale di vincoli e bisogni. Il suo mantra è: "Amo trovare risposte semplici a questioni complesse".



Servizio a chiamata con autobus elettrici Un progetto per l'area di Pizzighettone

Le contenute dimensioni dell'area che gravita attorno al Comune di Pizzighettone e l'omogeneità del suo tessuto sociale si prestano all'introduzione del servizio pubblico di trasporto a chiamata - Stradibus -, facendo convergere su di esso risorse adeguate per l'acquisto e l'utilizzo di mezzi ecologicamente compatibili in relazione ai valori delle emissioni atmosferiche.

Il quadro europeo

Secondo l'indagine realizzata dall'Uitp, la Società per la Mobilità e il Trasporto pubblico, contenuta nel rapporto ZeEuseNBus del 2017, il prossimo decennio si caratterizzerà per lo sviluppo e la diffusione degli autobus elettrici. La realizzazione di una rete del trasporto pubblico improntata alla sostenibilità è uno degli obiettivi strategici dell'Unione Europea, che al momento sconta un consistente ritardo rispetto ad altre aree dove gli incentivi governativi hanno permesso una più rapida diffusione di mezzi eco-compatibili.

Le recenti analisi di mercato attestano il progressivo aumento della domanda di bus elettrici che si integra con gli accordi raggiunti all'interno del Cop 21 parigino per l'adozione di misure utili alla riduzione delle emissioni di gas

serra. La produzione di e-bus tecnologicamente avanzati andrà a regime entro il 2020.

In Italia
Nel Paese il trasporto pubblico ad energia pulita si sta affermando in questi ultimi anni ed è concentrato in prevalenza nelle grandi aree urbane. La sostenibilità dei piani di investimento, in assenza di adeguate politiche di incentivazione e di sgravi fiscali, al momento è garantita soprattutto dal flusso numericamente massiccio di utenti e dalla presenza di un'infrastruttura dotata di servizi adeguati. Milano, Roma e Firenze stanno progressivamente modernizzando la propria flotta di autobus, aprendo alla presenza di mezzi di trasporto ecologicamente compatibili. Cagliari, invece, è l'unica realtà italiana ad essere entrata a far parte del programma di finanziamento dell'Unione Europea denominato "Zero Emission Urban Bus Sistem", che punta sull'energia alternativa per ridurre l'uso di benzina e gasolio migliorando la vivibilità degli ambienti urbani.

Il futuro
Alla fine del 2015 Ministero dell'Ambiente, Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (Anci) e Conferenza delle Regioni e delle Province autonome hanno adottato un Protocollo d'intesa che ha l'obiettivo di definire ed implementare su scala nazionale le misure orientate al miglioramento della qualità dell'aria e alle riduzioni atmosferiche. Il documento, noto come "Protocollo antismog", impegna le parti a promuovere il passaggio a modalità di trasporto pubblico a basse emissioni rinnovando il parco mezzi del trasporto pubblico e incentivare la scelta dei mezzi pubblici attraverso le politiche di integrazione treni/autobus, la realizzazione delle corsie preferenziali, il potenziamento delle infrastrutture del Tpl.
L'utilizzo dell'elettrico troverà ulteriore spinta dagli incentivi per la realizzazione delle reti di ricarica dei veicoli in coerenza con le disposizioni del Piano Nazionale Infrastrutturale.

Vantaggi
Negli ultimi decenni l'evoluzione tecnologica applicata ai processi di produzione e ai prodotti ha permesso il notevole miglioramento nelle perfomances dei mezzi elettrici. In commercio esistono bus e minibus compatibili per dimensioni con le esigenze del servizio a chiamata Stradibus, alimentati con batterie che garantiscono un' autonomia di circa 200 chilometri e permettono risparmi sui costi di manutenzione stimati nel 30% rispetto a veicoli equivalenti alimentati con i motori diesel. Tra gli altri obiettivi raggiunti dai mezzi elettrici, la riduzione consistente dell'inquinamento acustico.

Vantaggi in termini di rispetto dell'ambiente sono garantiti anche dall'impiego di autobus alimentati con il sistema ibrido (motori elettrico e a combustibile) che riescono ad abbattere le emissioni di CO_2 nell'atmosfera fino ad un massimo del 35% rispetto ai mezzi tradizionali.

Il servizio a chiamata in provincia di Cremona

Il servizio a chiamata Stradibus viene attivato, primo in Lombardia, nel 2004 dalla Provincia di Cremona. È un servizio di trasporto pubblico flessibile che, dopo la prima fase sperimentale, copre oltre 30 Comuni e un bacino di circa 60 mila abitanti. I mezzi del servizio a chiamata nel territorio della Provincia di Cremona devono essere di lunghezza inferiore ai 12 metri.
Inizialmente il servizio è stato articolato in due distinte fasce orarie: 8.30-12-30 e 14.30-19.30, integrando nel pomeriggio l'offerta dei normali servizi di linea. È dall'anno successivo alla sua introduzione che Stradibus si svolge secondo la modalità dell'orario continuato (6.30-19.30) ed è diventato a tutti gli effetti il servizio flessibile in grado di soddisfare le esigenze dell'utenza "debole" in aree ancora a forte vocazione rurale, servite dal trasporto pubblico tradizionale prevalentemente negli orari di punta.
Stradibus è utilizzato in massima parte per spostamenti legati a necessità di lavoro e scolastiche, ma anche per consentire l'afflusso ai mercati settimanali organizzati nei principali centri di riferimento da utenti provenienti da piccoli Comuni o dalle frazioni dove i negozi di vicinato sono praticamente scomparsi. Rilevante è anche la valenza sociale del servizio a chiamata, che sa essere un valido supporto alle esigenze di mobilità delle persone anziane o non auto munite.

L'esperienza di Crema

Stradibus non è l'unico servizio di trasporto pubblico flessibile presente in provincia di Cremona. A Crema funziona infatti Miobus, servizio su prenotazione che garantisce una percorrenza annua di oltre 305 mila chilometri ed è articolato sulle oltre 200 fermate distribuite nell'area di competenza.

Il polo di Pizzighettone

Nel corso degli anni la rete del servizio a chiamata in provincia di Cremona è andata sviluppandosi sempre più, arrivando a coprire un'area vasta e articolata. Al momento, però, resta esclusa dal servizio di mobilità "on demand" la zona di Pizzighettone, già oggetto di un'indagine condotta nel 2009 da Ataf, azienda del trasporto pubblico di Firenze, estesa ai Comuni limitrofi per verificarne il potenziale interesse. Antico borgo murato, centro di interesse turistico, Pizzighettone ha circa 7 mila abitanti insediati su un territorio di 32,06 Km quadrati, che comprende le frazioni di Regona, Roggione e Ferie. Il comune è polo di riferimento

anche per gli abitanti di San Bassano, Crotta d'Adda, Formigara, Cappella Cantone e Grumello Cremonese. Servito da una stazione ferroviaria collegata alla linea Cremona-Lodi-Milano, dispone di uffici pubblici, scuole e casa di riposo. Il mercato settimanale si svolge il giovedì.
A prevedere l'istituzione del servizio a chiamata Stradibus è anche la relazione allegata al Piano di Governo del Territorio di Pizzighettone che lo ritiene strumento utile "per contrastare le dinamiche negative presenti sul territorio che lo rendono vulnerabile, ma anche trovare la potenzialità positive sul territorio e valorizzarle al massimo". Nell'affrontare gli aspetti legati alla Mobilità, gli estensori del Piano pongono l'accento sui nodi critici tra "viabilità locale e direttrici sovracomunali". Esistono invece, sempre in materia di mobilità, alcune opportunità da cogliere. Fra queste: la presenza della stazione ferroviaria, le potenzialità della rete ciclabile, "già discreta, ma migliorabile", la possibilità di migliorare la direttrice viabilistica nord/sud e dare origine all'applicazione dell'iniziativa Stradibus anche nel Comune di Pizzighettone.
Secondo questa visione, nel 2008 si è arrivati all'approvazione di un Protocollo d'Intesa tra la Provincia di Cremona e i Comuni interessati al progetto, inseriti nella cosiddetta zona K, per la realizzazione della fermata di interscambio ferrogomma funzionale all'avvio del servizio Stradibus.



La stazione Ponte d'Adda di Pizzighettone

Stradibus, come anticipato, viene attivato il 5 luglio 2004, nel Casalasco, con epicentro Piadena e mette in connessione fra loro 16 Comuni delle zone A e B. Pochi mesi dopo le adesioni al servizio salgono a 19. Il 2006 è l'anno del consolidamento del servizio che nel mese di gennaio prende avvio nel cremasco (Miobus) e nel successivo ottobre vede l'estensione di Stradibus ai Comuni delle zone C e J che hanno come baricentro Soresina e Castelleone.
Nel 2009 Ataf ha realizzato un ulteriore studio per valutare il possibile ampliamento del servizio alla zona K di Pizzighettone. Lo studio evidenzia i vantaggi che specifiche fasce di abitanti del territorio potrebbero ottenere dal sistema di trasporto a chiamata, non negando la presenza di alcuni aspetti critici soprattutto sul fronte della sostenibilità economica. Ma è dalla corretta interpretazione del rapporto complessivo costi/benefici che dovrebbe ripartire una nuova e moderna progettualità, orientando l'impegno verso Stradibus anche alla luce dei cambiamenti demografici e sociali in corso nell'ultimo decennio, dovuti agli effetti delle migrazioni in corso e all'invecchiamento della popolazione residente.
Punto centrale della proposta resta l'integrazione ferro/gomma, da sostenere per i suoi vantaggi ambientali e sociali. La prima considerazione riguarda l'utenza ferroviaria, che risulta essere prevalentemente proveniente dal centro abitato di Pizzighettone e quindi difficilmente intercettabile a fini di utilizzo di mezzi di trasporto pubblico su gomma. Si tratta soprattutto di giovani che utilizzano il treno per spostamenti legati alle attività scolastiche; in seconda battuta vi è il pendolarismo, che ruota attorno alla stazione di Pizzighettone lavoratori che hanno come destinazioni finali le città di Cremona e Milano. Integrare i due sistemi di trasporto è comunque un passo da compiere per limitare il ricorso all'automobile, che resta un mezzo di trasporto utilizzato in modo massiccio anche per coprire brevi spostamenti (coinvolge il 43% dell'utenza ferroviaria).

Le case di riposo

Le case di riposo sono per loro natura poli attrattore di mobilità e generatori di traffico e una corretta pianificazione del sistema del trasporto pubblico non può non tenere conto della loro presenza. Nel territorio di Pizzighettone si trova la "Fondazione Opera Pia Luigi Mazza", mentre nel vicino comune di San Bassano, già servito dal servizio Stradibus, è operativa la "Fondazione Istituto Carlo Vismara – Giovanni De Petri". La prima si trova lungo il fiume Adda ad una distanza relativamente breve dalla stazione ferroviaria di Ponte Adda (circa un quarto d'ora a piedi) ed è una struttura completamente ristrutturata che mette a disposizione 96 posti letto autorizzati ed accreditati per anziani non autosufficienti e una serie di servizi aggiuntivi; la "Vismara", che dispone di circa 300 posti letto, opera come Rsa per anziani, per persone con disabilità e garantisce servizi di riabilitazione e mantenimento. Numeri che fanno confluire sulle due

realtà presenti nei rispettivi territori un consistente flusso di visitatori anche abituali. L'eventuale presenza del servizio flessibile di trasporto pubblico è una valida soluzione per coloro che non avendo un mezzo di trasporto proprio o non avendo autonomia di movimento intendono recarsi nelle strutture a scopo terapeutico ovvero in visita a congiunti o conoscenti.

La proposta

La delimitazione territoriale della zona (individuata con la lettera K nella rete dei trasporti pubblici a chiamata) - da concordare con l'azienda del trasporto pubblico locale concessionaria del servizio su gomma e da validare attraverso l'Agenzia del Trasporto Pubblico Locale del bacino di Cremona-Mantova -, che avrà Pizzighettone come polo principale dell'estensione del servizio Stradibus, comprenderà i Comuni di: San Bassano, Formigara (già coperti dal servizio sulla direttrice Castelleone-Soresina), Crotta d'Adda, Acquanegra, Sesto, Grumello e le relative frazioni.

Gli itinerari scelti ricalcano percorsi già attualmente autorizzati e sfruttati dal Trasporto Pubblico Locale, ritenuti validi anche per assolvere le esigenze di un servizio più flessibile.

I mezzi e le risorse

I mezzi in servizio, come evidenziato nello studio citato in prcedenza, dovranno essere almeno due entrambi dotati di sistemi di alimentazione ad emissione zero di anidride carbonica. Le risorse saranno recuperate mediante la realizzazione di progetti di sostenibilità che rientrino nelle politiche di rispetto ambientale che l'Unione Europea e il Ministero dell'Ambiente supporteranno economicamente, attraverso bandi dedicati, nei prossimi anni. Politiche finalizzate al consolidamento della Mobilità eco compatibile, che porterà al rinnovamento delle flotte di minibus e autobus in circolazione sulle reti stradali nazionale e dei Paesi aderenti all'Unione Europea. Parte integrante del progetto riguarda la sostituzione dei mezzi attualmente utilizzati nella zona J (Castelleone-Soresina-Casalbuttano) con moderni minibus ad alimentati con batterie elittriche. Questo anche in considerazione del fatto che il Comune di Castelleone già si è dimostrato sensibile ai temi della mobilità sostenibile installando, in collaborazione con il Lions Club, due colonnine per la ricarica delle auto elettriche nella centrale via Fonduli.

Cinque casi studio nelle Terre di Mezzo

di Simona Prete

Efficienza energetica, rispetto dell'ambiente, soluzioni abitative confortevoli. Progettare e costruire secondo criteri di sostenibilità è tra gli obiettivi che le amministrazioni pubbliche e i soggetti privati debbono porsi nell'immediato futuro per preservare i territori, puntando anche sull'utilizzo delle energie rinnovabili e sulla contestuale drastica riduzione delle emissioni di inquinanti nell'atmosfera.
Bioarchitettura e bioclimatica sono le protagoniste dei cinque casi di studio proposti nei Comuni delle Terre di Mezzo. Idee guide da trasformare in progetti pilota concreti sulla base di criteri replicabili anche al di fuori dei confini del territorio preso in esame. I casi riguardano la riqualificazione energetica ed ecologica della Casa di Riposo Villa Sacro Cuore di Casalmorano, la riconversione dell'ex Scuola Materna Statale di Castelleone, il piano attuativo di via Milano a Soresina, la riqualificazione di un complesso Aler di Casalbuttano e la valorizzazione delle casematte della cerchia muraria di Pizzighettone.

1. Soresina: un piano attuativo residenziale secondo i criteri di bioarchiettura e bioclimatica

Il lotto di circa 12.000 mq si trova all'ingresso di Soresina provenendo dalla strada provinciale 89 che collega Cremona e Milano. Ad est si affaccia sul rondò principale della cittadina, mentre ad ovest confina con una roggia e la campagna aperta. A sud e a nord vi sono ambiti residenziali. Precedentemente vi era un'attività di falegnameria con produzione di imballaggi in legno e di questa attività permane un grande capannone sul fondo del lotto verso ovest a lambire la roggia. L'area si trova in un'area bassa rispetto alla quota delle strade e delle residenze attigue e vi è presenza di acqua a poca profondità. I piani di lottizzazione dagli anni '80 in poi presentano un impianto distributivo di strade e percorsi molto lineare con generalmente una collocazione dei volumi isolati e senza particolare continuità architettonica. Ciò che definisce lo spazio è la viabilità carrale e l'ampiezza del lotto. L'architettura detta sostenibile, che vuole investire meno energie non rinnovabili e difendere il proprio territorio dall'inquinamento, destina la maggiore ricchezza del progetto nell'articolazione spaziale e nella definizione dei caratteri ambientali di un luogo che diventano formalmente leggibili.

L'andamento delle strade sarà dettato dall'orientamento delle residenze che avranno il lato più lungo rivolto verso sud in modo da sfruttare in maniera passiva l'energia gratuita del sole. L'obiettivo ultimo per una civiltà che vuole ridurre l'inquinamento non è quello di investire solo in impianti ma arrivare ad un'architettura senza impianti. Da qui la necessità di progettare secondo l'orientamento solare, i venti e le risorse disponibili reperibili in loco e rigenerabili.

Le case storiche e le cascine di questo territorio erano costruite proprio con l'intento di ottimizzare le risorse ambientali e climatiche.

La viabilità all'interno del lotto ripropone l'andamento della maglia urbanistica del nucleo più storico di Soresina, dove le case verso sud erano dotate di ampi portici e giardini/orti antistanti, mentre i fronti a nord risultavano più protetti e con finestre più piccole. I centri storici dei nostri centri abitati sono frutto di una complessità urbana che è ottenuta da:

- compenetrazione di spazi pubblici e privati;
- differenziazione tra percorsi carrabili e pedonali;
- articolazione degli spazi e differenziazione delle tipologie di edificio e della facciata in base all'orientamento;
- varietà di morfologie, interruzioni e sorprese architettoniche.

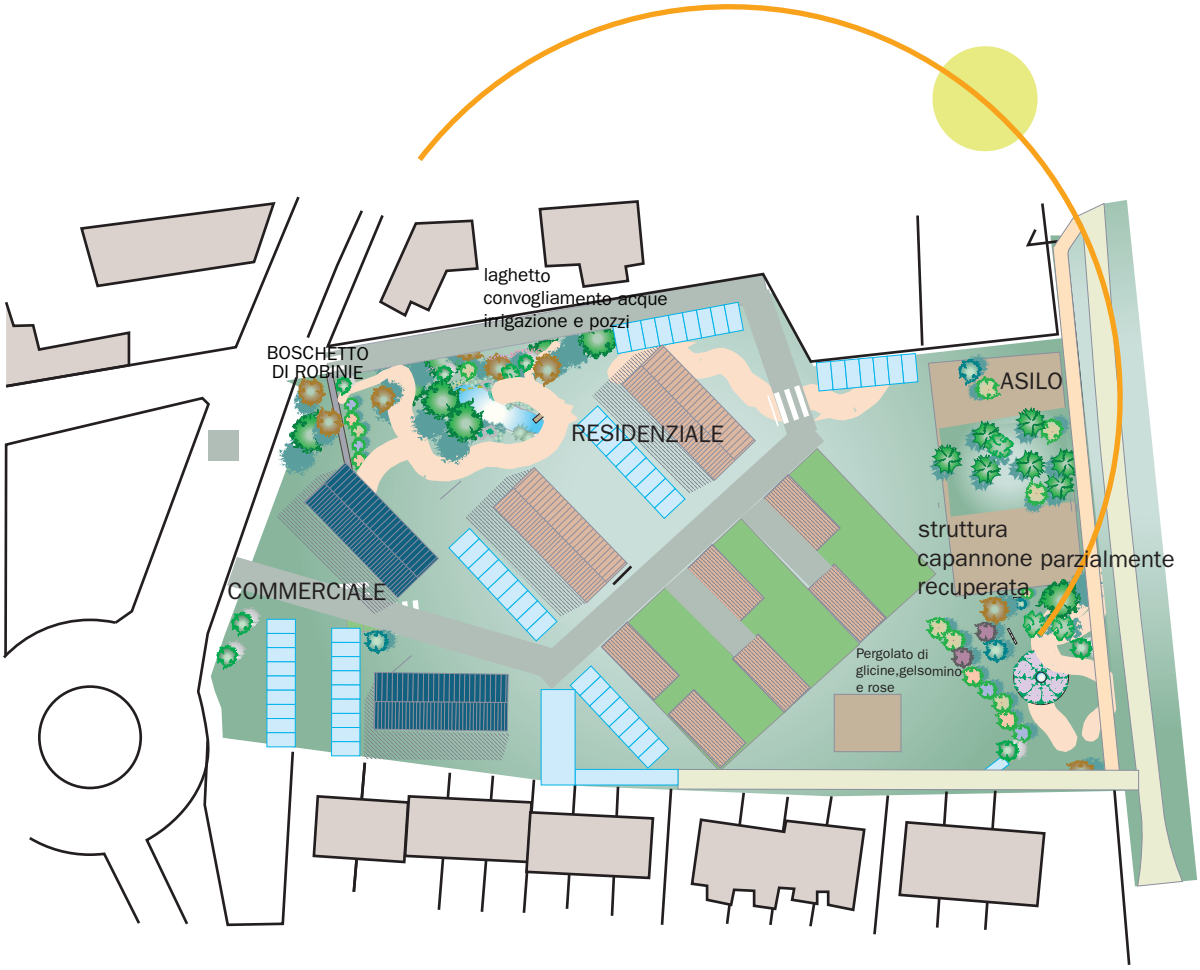
La proposta

Riprendendo i caratteri tipici di questi centri storici e riproponendoli nel piano attuativo di Soresina rendiamo l'intervento urbanistico più simile alla costruzione di un villaggio, che ad una periferia con caratteri di città dormitorio.



Vista del piano attuattivo di via Milano a Soresina

Posizionate le residenze con le facciate rivolte a sud, disposte a pettine con l'accesso verso nord, si è ottimizzata l'asfaltatura utilizzando l'ingresso a doppia carreggiata sia per l'accesso ai box al piano terra sia per l'accesso ai parcheggi pertinenziali. Le tipologie residenziali si dividono in palazzine a tre piani e case monofamiliari con ingresso unico carraio a nord ed edifici disallineati.
Sul lato nord ci saranno i corpi scala, gli ingressi, i locali accessori delle abitazioni e gli eventuali studi, mentre a sud saranno localizzati gli spazi diurni come le cucine ed i soggiorni, ad est le camere. Ampi portici schermeranno il sole d'estate ma permetteranno in inverno che i raggi solari riscaldino le pareti e le ampie vetrate. Sono previste serre di accumulo di calore verso sud ed est.
I giardini al piano terra saranno di pertinenza delle palazzine ed in parte privati, sono previsti piccoli orti per ciascuna residenza e saranno piantate già da progetto piante ombreggianti a foglia caduca verso sud mentre sempre verdi a nord per schermare dai venti freddi invernali.
A est, verso il rondò, sono posizionati due edifici con destinazione terziaria e commerciale che oltre a fare da barriera all'inquinamento acustico stradale danno un servizio importante anche alle residenze dei lotti attigui; la loro distribuzione spaziale affacciata verso il passaggio stradale oltre a migliorare la qualità urbanistica dell'ingresso cittadino diventa elemento ben visibile dalla comunità,



planimetria generale
piano attuativo in bioarchitettura

LEGENDA PIANTE

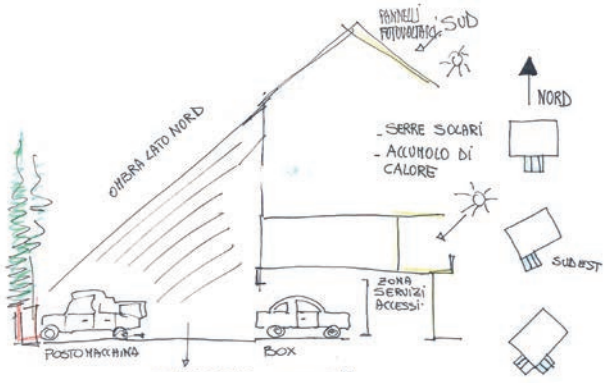
- varietà di prunus
- alnus glutinosa (ontano nero)
- quercur robur
- Tilia argentea piramidalis
- Robinia
- Prunus Pizardi nigra
- Carpinus betalus
- Salici piangenti
- Pioppo cipressino
- celtis australis (bagolaro)
- Salix alba(salice bianco)
- cespugli di nandine e piracanta
- Pirus canticler

LEGENDA

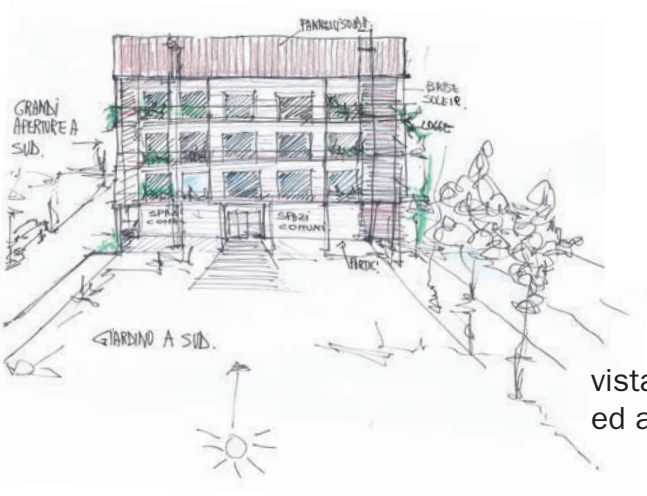
- VERDE PUBBLICO
- VERDE PRIVATO
- EDIFICI
- STRADA
- PARCHEGGI
- PISTA CICLOPEDONALE
- MARCIAPIEDE
- PAVIMENTAZIONE CARRABILE IN PIETRA
- STRADA PRIVATA CON GHIAIETTO AL SERVIZIO DELLA MANUTENZIONE DELLE ROGGE E DELLE RIPE



SENSAZIONI VISIVE NELLA CITTÀ: LA STANZA A CIELO APERTO







vista dalla roggia percorsi ciclopedonali ed affacci degli edifici

accessibile facilmente da più parti, visibile come luogo attrattivo per spazi commerciali, bar e luoghi di incontri. Da qui la scelta di orientare in modo da creare prospettive non monotone gli edifici e far sì che si creino spazi aperti da gestire non come verde di risulta, ma occasione di incontro in spazi comuni serviti da attività di commercio minuto o attività di studi e servizi per la comunità.

La centralità dell'acqua
Sul fondo del lotto il capannone con tetto di amianto sarà bonificato e solo in parte demolito per aprire brecce nei muri verticali ed aprire la vista verso la campagna circostante. La roggia che lambisce il fabbricato diventa l'occasione per una riqualificazione paesaggistica dove l'acqua ridiventa il tema centrale del ciclo della vita biologica. Le piste ciclabile lambiscono i corsi d'acqua che col tempo dovranno tornare puliti. Inoltre l'acqua è una fonte di energia termica importantissima che combinata con pozzi di prelievo e sistemi di pompe a calore permette di riscaldare le abitazioni in inverno a basse temperature ed addirittura raffrescare in modo passivo in estate.
L'acqua prelevata dai pozzi non potendo essere immediatamente rimessa nei corsi d'acqua, potrà essere convogliata, insieme con quella raccolta dai canali pluviali, in un laghetto che funge da bacino per l'irrigazione delle zone a verde prima di essere convogliata alla giusta temperatura nei corsi d'acqua attigui.
Il boschetto con il laghetto posizionato a sud e raggiungibile dalla ciclo pedonale che porta al centro di Soresina, riqualifica l'area e fornisce un'area giochi comune ai residenti. Il capannone potrà diventare un asilo o un centro sportivo con zone adibite a piccole palestre, ripensato come un grande contenitore che con pareti mobili ampie vetrate potrà rigenerarsi con il tempo seguendo le nuove funzioni che ad esso saranno assegnate.

Modalità d'intervento
- posizionamento dei fabbricati verso sud;
- murature isolate con materiali naturali;
- viabilità ottimizzata per le automobili;
- piste ciclopedonali separate dalle strade e ombreggiate da piante che sono nelle cortine private;
- posizionamento dei locali commerciali in modo da riparare le residenze dalla viabilità principale ed orientante in modo da creare prospettive e vuoti non monotoni che invitano a vivere gli spazi aperti come stanze a cielo aperto, inducendo gli abitanti a sostare ed utilizzare queste piazzette come luoghi di incontro;
- il verde diventa parte del progetto bioclimatico anche nelle aree private. Stefano Boeri, noto architetto e urbanista, insegna come nel bosco verticale oggi

riproposto anche per abitazioni con affitto calmierato per il comune di Eindhoven in Olanda l'abitare ecologico non è una questione riservata all'elitè, ma è una priorità di tutte le fasce sociali;

- la manutenzione del verde sarà a carico dei proprietari dei lotti in quanto inglobata nei lotti stessi, ma fornirà benessere ombreggiando oltre i giardini privati anche le zone pedonali attigue e gli spazi comuni come i parcheggi pubblici. Il tutto per non sprecare nulla ed ottimizzare al massimo le risorse naturali;
- i materiali di costruzione saranno massivi sul fronte nord con isolanti di tipo naturale reperibili in loco come le fibre di canapa, di cui sta nascendo da poco nel territorio una produzione mirata ad usare gli scarti dell'agricoltura per fare pannelli isolanti. Sul fonte sud vi sono ampie vetrate con brise soleil in legno di larice non trattato e ampi terrazzi con pavimenti galleggianti in legno per una facile manutenzione nel tempo, dove vi saranno piante ed orti;
- gli impianti saranno ottimizzati con caldaie a condensazione nei picchi di freddo e pompe di calore collegate ai pozzi per il resto delle stagioni;
- le case avranno ampie falde rivolte a sud, dove vi saranno pannelli fotovoltaici integrati;
- tutta l'illuminazione sarà a led e collegata a pannelli fotovoltaici;
- l'impianto fognario potrà essere collegato a sistemi di fitodepurazione.



Capannoni in disuso dell'area di via Milano a Soresina

Conclusioni

Di solito la costruzione di nuove case è vissuta come una violenza sul territorio sia perché coincide con la nascita di quartieri meno belli rispetto al paesaggio naturale della campagna sia perché innescano quei processi di consumo del suolo e di trasformazione del territorio. Gli architetti ed i progettisti hanno il dovere di mettere a punto delle strategie per far sì che non si creino danni al territorio progettando costruzioni ecologiche che si caratterizzano nell'uso di materiali naturali reperibili in loco, che rispondono alle condizioni climatiche esistenti nel territorio cui appartengono e con cui si rapportano. Proprio per questo le case ecologiche non hanno uno stile definito e universale, ma anzi spesso richiamano per uniformità di materiali (reperibili in loco facilmente) e tecnologie ambientali (tecniche sperimentate nel tempo), le case storiche del territorio contribuendo a dare un senso di continuità con il passato, nella consapevolezza di agire nel bene comune in termini di energia e sostenibilità ambientale. Le costruzioni in bioarchitettura si alimentano delle diversità che rendono unico il nostro paesaggio Italiano.

L'architettura regionalista può essere un'ottima risposta ai nostri studi perchè fornisce le direttive di progettazione ambientale che nei secoli in questi territori hanno funzionato. Il progresso deve aiutarci a perfezionare quelle conoscenze che già abbiamo ma che dagli anni 70 in poi abbiamo dimenticato.

Quello che una volta induceva a costruire secondo il clima ed usando i materiali esistenti locali erano le ristrettezze delle risorse e la consapevolezza che fossero preziose. Il consumismo e l'industrializzazione ci ha fatto dimenticare nell'abbondanza di tecnologie, materiali e soluzioni, che le fonti anche per noi uomini del 2000 non sono inesauribili ed abbiamo preso coscienza che bisogna costruire con qualità, non inquinando e preservando la nostra cultura se vogliamo preservare il nostro paesaggio, le nostre risorse e la nostra salute.

Ciò a cui dovremmo aspirare a breve termine è la possibilità di costruire quasi senza impianti, accumulando energia solare passiva, isolando e raffrescando con sistemi meccanici passivi a bassissima dispersione energetica.

Quello che si vuole comunicare è che un buon progetto può fare molto di più, in termini di riduzione di CO_2, rispetto all'impiego delle più sofisticate tecnologie "verdi".

2. Casabuttano: la riqualificazione sostenibile di un complesso Aler

Il complesso di case costruite intorno agli Anni '70 si trova alle porte di Casalbuttano in via Risorgimento 66, in un contesto di verde ai limiti dell'abitato e di fronte ad un'abitazione in linea tipica dei centri storici lombardi. I tre fabbricati che lo compongono sono orientati in modo casuale e poco si rapportano all'ambiente circostante.

La viabilità interna disegna le aree a verde, pensate come aree di risulta piuttosto che spazi da rendere fruibili ai residenti. La struttura dei tre fabbricati è puntiforme con pilastri in cemento armato; il tamponamento murario è energeticamente dissipativo, inoltre i serramenti sono in ferro con vetro singolo.

Questo studio affronta un tema molto attuale: la riqualificazione energetica e anche architettonica di edifici costruiti secondo i canoni del movimento moderno, con forma e tipologia slegati all'identità del luogo.

La proposta

La riqualificazione persegue tre obiettivi:

- dimezzare i consumi energetici, quindi i costi di gestione che in questi contesti sono assai superiori alla media;
- restituire ai luoghi la loro identità;
- migliorare la loro qualità interna ed urbana;
- utilizzare nella riqualificazione materiali naturali possibilmente a Km Zero, la cui produzione non ha prodotto inquinamento o depauperamento di risorse sostenibili ed il cui smaltimento non produca a sua volta inquinamento.

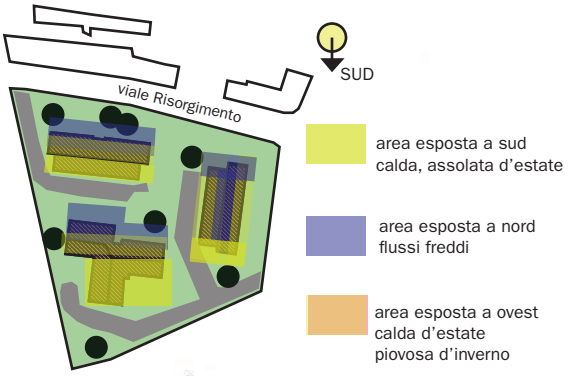
Le opere necessarie alla riqualificazione saranno

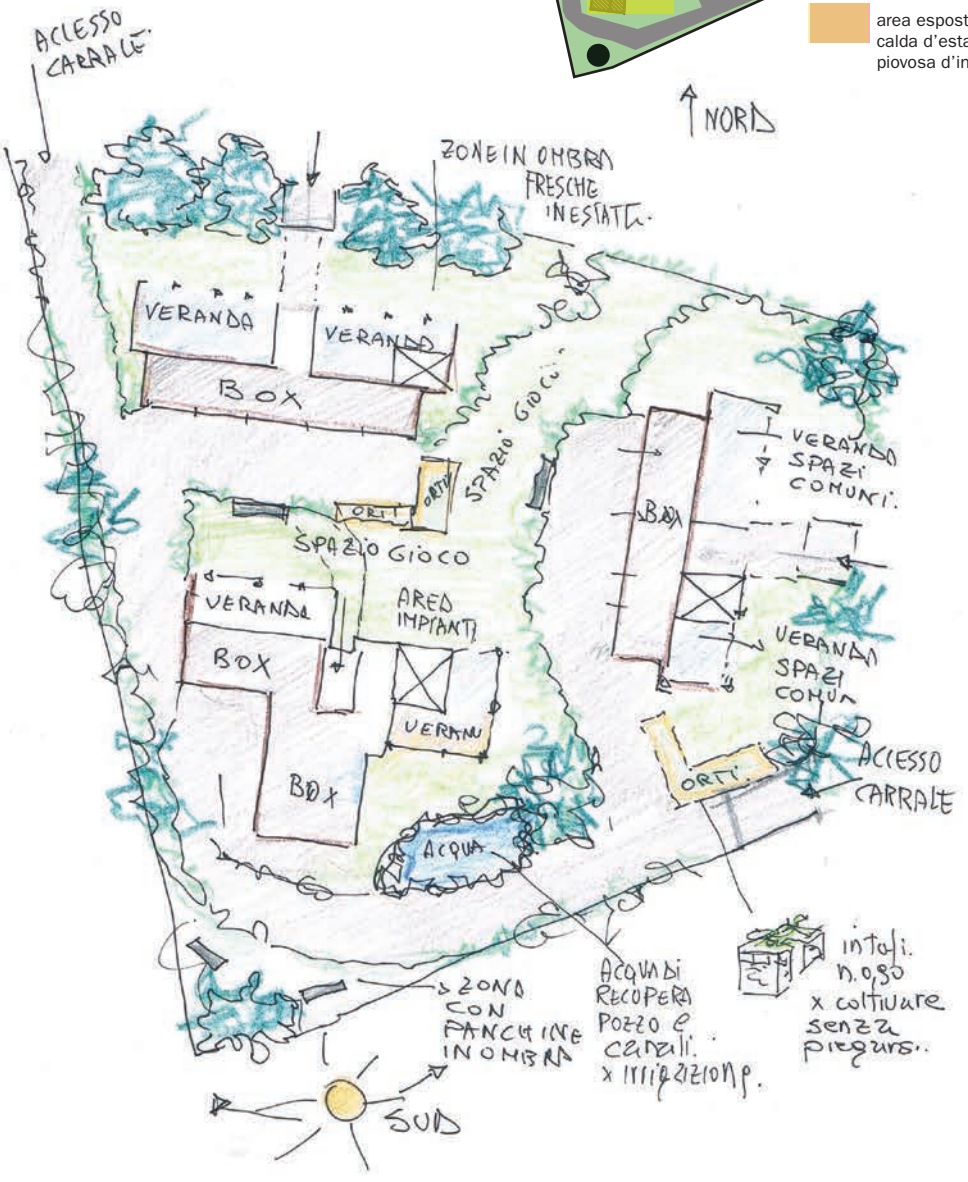
Per il parametro murario:

- la realizzazione di un cappotto esterno costituito da fibre di legno tipo pavatherm 12 cm che può portare la struttura ad avere con trasmittanza minima inferiore a 0,28 Uwtt/mqk;
- la sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti in legno verniciati all'acqua e vetrocamere con requisiti di alta prestazione per la dispersione termica e acustica;
- il fronte nord sarà dipinto con colori scuri mentre quello a sud con colori chiari. Per il raffrescamento estivo l'apertura opportuna delle finestre a vista verso nord permetterà una ventilazione naturale ed un raffrescamento passivo. La scelta di utilizzare fibre naturali in legno traspiranti farà sì che in estate queste funzionino meglio rispetto agli isolanti non ecologici poco traspiranti;
- la parete esterna coibentata con materiali naturali risulterà comunque traspirante e con una buona areazione naturale dei locali interni: non sarà necessario prevedere sistemi di aerazione forzata.

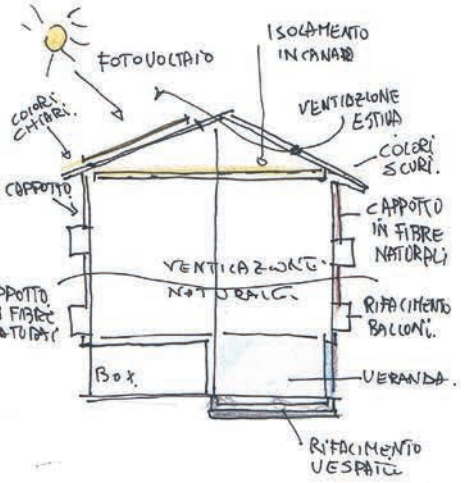


vista dall'alto





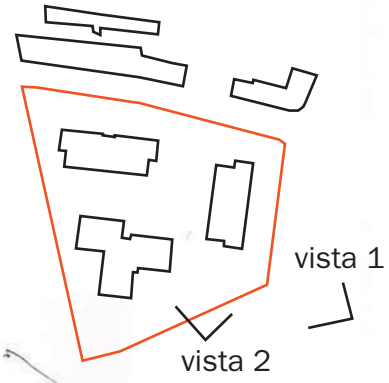




studi sui prospetti riqualificazione energetica



vista 1



planimetria area



vista 2

Per la copertura ed i solai al piano terra:

- verrà ricoperta la soletta del sottotetto con pannelli di canapa, ecologici e possibilmente prodotti a Km Zero. Uno spessore di 14 cm di canapa sul solaio del sottotetto posata su carta oleata può portare una trasmittanza minima inferiore a 0,24 Uwtt/mqk;
- alla quota zero dei fabbricati, nelle aree coperte a loggiato al piano terra, sarà realizzato un vespaio areato e coibentato e con sistemi di chiusura a vetrocamera semplice, i loggiati diventeranno delle verande che in inverno potranno accumulare calore. Nelle stagioni di mezzo questi ambienti potranno essere utilizzati dai condomini come luoghi di socialità dove intrattenere anche i bambini, oppure per gestire delle piccole serre o creare degli spazi condivisi di lettura e lavoro;
- nei box al solaio superiore sarà applicato un opportuno cappotto di isolamento interno, al fine di limitare la dispersione termica verso il suolo.

Per migliorare le prestazioni impiantistiche:

- le caldaie autonome saranno sostituite con degli impianti a pompa di calore e con sistemi ibridi garantendo risparmi nelle bollette stimabili dal 30% al 50%. I sistemi applicati porteranno ad un risparmio complessivo che potrà arrivare anche al 60%. Un beneficio che ricade sui singoli utenti ma anche sul territorio riducendo enormemente le emissioni inquinanti;
- in alternativa al punto 1, utilizzando parzialmente le verande al piano terra per dislocare delle pompe con bollitore collegate ad un pozzo si potrebbe arrivare ad avere impianti con emissione di CO_2 equivalenti a zero. L'impianto con pozzo localizzato all'interno dell'area pertinenziale, infatti, sarà collegato all'impianto fotovoltaico posato sulle falde dei tetti rivolte a sud, mentre un piccolo laghetto avrà la funzione di raccogliere le acque delle pompe ed immetterle in falda a temperatura adeguata;
- le luci condominiali delle aree esterne e delle parti comuni saranno sostituite con l'illuminazione a led.

Per migliorare le aree pertinenziali:

- vi saranno anche degli orti irrigati utilizzando il sistema di raccolta di acqua piovana dai tetti. Gli orti saranno realizzati con blocchi di tufo sino ad un'altezza di circa un metro per permettere con agevolezza di seminare e raccogliere i prodotti anche agli anziani.

Conclusioni

Attraverso un ritrovato rapporto con la natura, coltivando per esempio gli orti o occupandosi in prima persona della manutenzione del verde, si ridà quel senso

di appartenenza ed amore per la propria dimora che negli anni si è perso. L'amore per la propria casa, per il proprio quartiere e per il territorio in cui si vive è il motore che ci porta a mettere in pratica quelle buone azioni che migliorano la qualità non solo ambientale, di risparmio di energia e riduzione di inquinamento, ma della nostra stessa vita.
Vivere in un ambiente sano che non disperde energia e rispetta la natura porta gli abitanti ad un benessere psicofisico generale che incentiva i rapporti interpersonali, smorza le divergenze, induce ad occuparsi degli altri.
Cioè che si auspica è che in un paesaggio sano ed ecologico si consolidi il concetto di comunità, tornino i bambini a giocare nei cortili, gli anziani non si sentano più soli e le famiglie imparino a tollerarsi ed aiutarsi.



Complesso Aler di via Risorgimento a Casalbuttano

3. Castelleone: riconversione dell'ex Scuola Materna di Piazza Trieste

Situato in piazza Trieste, di fronte ai giardini nel centro storico del borgo di Castelleone sorge un edificio scolastico con una monumentale facciata esposta verso sud e grandi finestroni. La sua parte più antica risale al primo decennio del Novecento ed è stata progettata dall'ingegner Francesco Venturelli per ospitare la Scuola Materna Statale. La costruzione, ampliata nel corso degli anni Settanta del secolo scorso, ha cessato la sua funzione recentemente. All'interno della corte il fabbricato si allunga verso nord con un corpo centrale e ampie aperture sia sul lato est sia a ovest. I fabbricati laterali costruiti in epoca più recente sono addossati ai muri di confine. Attualmente la costruzione ha bisogno di un restauro di tipo conservativo ed un consolidamento dei solai e delle coperture. Il fabbricato più antico è vincolato ai sensi D.L. 42/2004. Addossata alla vecchia struttura della scuola è stata edificata in tempi più recenti una costruzione ad un solo piano con struttura portante a setti murari e solai in laterocemento con sovrastante copertura d'amianto.

La proposta

Opere realizzabili nel fabbricato antico:

- risanare e ristrutturare il fabbricato più antico, mantenendo tutte le caratteristiche distributive e stilistiche che lo caratterizzano;



L'ex Scuola Materna di piazza Trieste di Castelleone

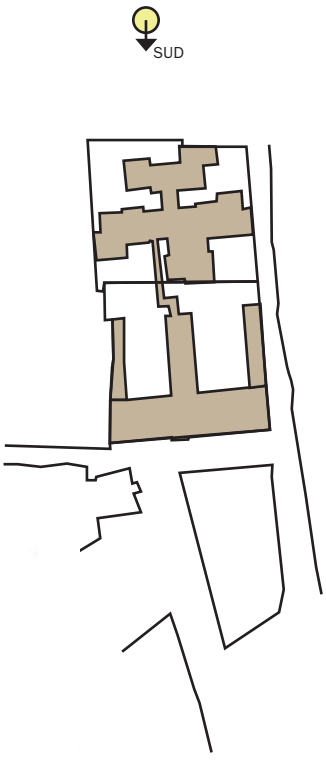
- garantire benessere e qualità agli utenti convertendo l'edificio da scuola ad uffici, che maggiormente si adattano in un contesto con ampie altezze e qualità stilistiche pregiate;
- i servizi comuni a tutti gli uffici saranno localizzati nei fabbricati laterali, mentre una sala riunione comune a tutti i proprietari occuperà il corpo centrale;
- le superfetazioni come il corridoio che collega la vecchia parte dell'ex asilo con quella più recente saranno demolite;
- le due corti a verde verranno riqualificate a giardino all'italiana e potranno essere usufruite da tutti i proprietari;
- per garantire efficienza energetica verrà realizzato un cappotto interno in pannelli di canapa e sovrastante intonaco d'argilla altamente traspirante e qualitativamente adatto nei recuperi di vecchi edifici;
- il sottotetto potrà, a seguito del consolidamento del solaio e delle sovrastanti coperture, essere utilizzato come zona di archivio, garantendo isolamento e ventilazione naturale;
- il riscaldamento potrà essere realizzato a pavimento con sistemi radianti funzionanti con pompa di calore;
- tutta l'illuminazione sarà a luci led;
- essendo il fronte principale completamente esposto a sud si propone la piantumazione lungo i marciapiedi esterni di piante a foglia caduca, in grado di schermare i raggi solari estivi e far penetrare il calore durante l'inverno. Nella riqualificazione della strada fronte ai giardini si propongono due grandi aiuole ed una pavimentazione in porfido che possa migliorare qualitativamente anche l'asse viario del contesto urbanistico e creare un collegamento visivo pregevole con i giardini antistanti;
- il raffrescamento degli uffici potrà avvenire in maniera naturale attraverso delle aperture con griglie di aerazione collegate con le sottostanti cantine.

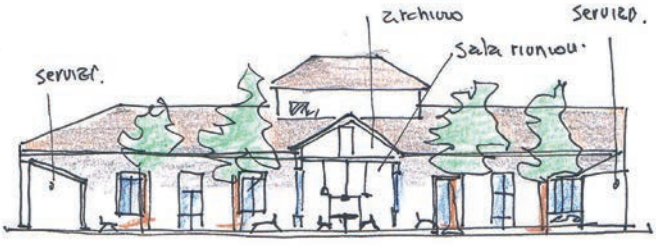
Il fabbricato più recente:
- in un'ottica di sostenibilità che vorrebbe ridurre l'inquinamento e ambire al minor spreco di risorse, si potrebbe immaginare di non demolire totalmente la struttura esistente, ma ridurne le superfici in modo da lasciare il corpo centrale con lato maggiore esposto verso sud;
- cinque residenze per anziani potranno trovare sede nelle vecchie aule ristrutturate e consolidate anche dal punto di vista sismico;
- l'orientamento nord/sud aiuta a migliore l'efficienza energetica, unitamente ad un buon cappotto isolante in fibre minerali sia sui parametri murari che in copertura;
- sulle falde a sud potranno essere installati degli impianti fotovoltaici che oltre ad alimentare l'illuminazione a led, faranno funzionare le pompe di calore con i rispettivi bollitori delle singole unità;



demolizione

stato di fatto

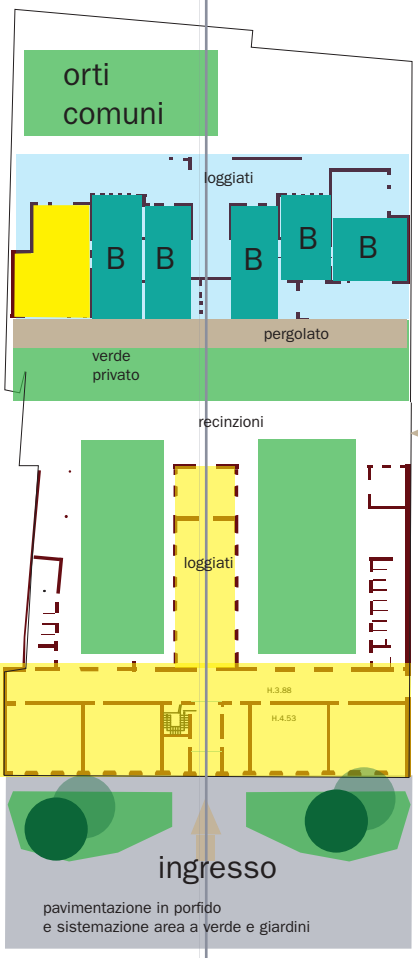




prospetto nord



prospetto sud



A
locale
multifunzionale

B
residenze per
anziani mq 50/60mq

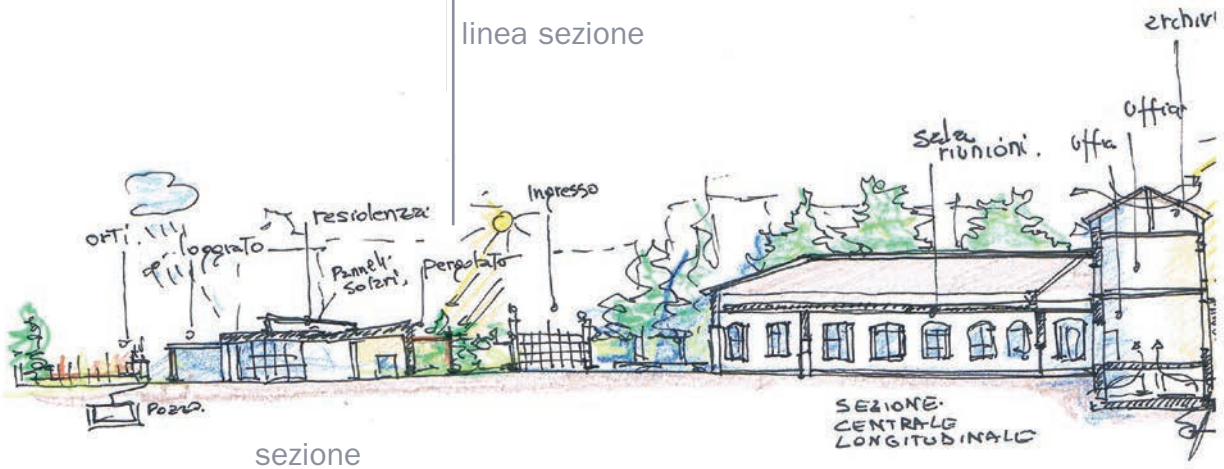
portale
d'ingresso
comune

ingresso
secondario

alberatura per obreggiare
il prospetto fronte sud

edificio con destinazione terziaria
tutelato dalla Soprintendenza
con isolamento a cappotto interno

linea sezione



sezione

- le residenze concepite come delle case ad un piano allineate avranno ingressi privati, un giardino con pergolato a sud e dei loggiati con orti comuni a nord.

Il riscaldamento potrà essere realizzato con pannelli radianti a parete più congeniali per le persone anziane che hanno problemi circolatori.

Conclusioni

In un borgo storico come Castelleone, con case a corte antiche, grandi portici e deliziosi cortili è doveroso rispettare la qualità ambientale nel ripensare contesti o edifici. Le nuove tecnologie unite al rispetto delle tipologie architettoniche antiche che contengono già storicamente le chiavi per accumulare energia e non sprecare risorse ci danno enormi suggerimenti per ristrutturare in termini bioecologici e costruire senza inquinare per un territorio a Carbon Zero.



L'area a verde all'interno della struttura di Castelleone

4. Casalmorano: valorizzazione degli aspetti energetici ed ecologici della Casa di Riposo Villa Sacro Cuore

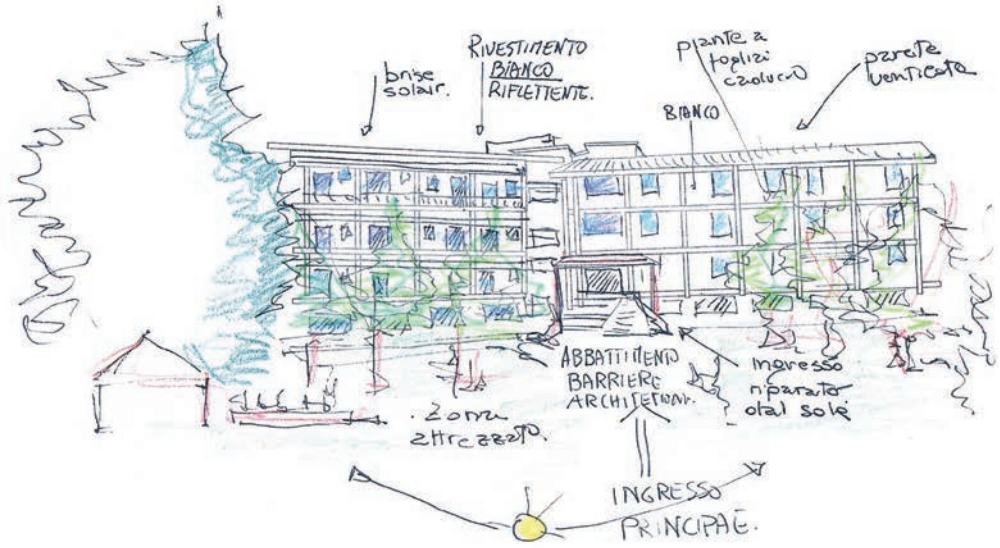
La casa di Riposo di Casalmorano con una capacità ricettiva di 111 posti letto, è ubicata all'ingresso del piccolo centro cittadino, affacciato verso una immensa campagna. Struttura apprezzata nel territorio per qualità ed efficienza dei servizi riservati ai degenti, è costituita all'ingresso principale da un corpo fabbrica, composto da due ali aperte verso il sud, risalente alla fine degli anni 60. Al fabbricato principale si sono aggiunti ampliamenti recenti (inizio anni 2000), che hanno al piano terra e primo piano compattato il volume aggiungendo verso nord ed est i volumi necessari a raggiungere gli obiettivi di standard per le RSA decisi dalla Regione Lombardia. I piani successivi compongono una figura ad elica con volumi meno compatti e maggiormente disperdenti dal punto di vista energetico.
Si colloca invece alla fine degli anni 90 la realizzazione delle nuove cucine. I Consigli di Amministrazione che negli anni si sono occupati della struttura hanno avviato dal 2008 il monitoraggio continuo e organizzato dei consumi energetici, consapevoli che la riduzione degli stessi avrebbe portato beneficio all'ambiante e vantaggi economici interessanti. Si è deciso pertanto, in tempi di ristrettezze economiche, di privilegiare la qualità del servizio e di puntare sul contenimento della dispersione termica ed elettrica della struttura.
L'attenzione inziale è stata posta subito sulla parte impiantistica, iniziando a sostituire il sistema di riscaldamento con una caldaia a cogenerazione da 20kwatt, una caldaia a condensazione e valvole di regolazione su tutti i corpi radianti, seguita poi dall'installazione di un impianto fotovoltaico nel 2013.Gli elettrodomestici sono stati sostituiti con macchinari più efficienti dal punto di vista energetico e si è eliminata la produzione di vapore nelle lavanderie, si è recuperato il calore nei sottotetti mediante sistemi di ripresa e ricircolo dell'aria calda.
In programma vi è ora la sostituzione di tutti i corpi illuminanti con luci a led e la sostituzione dei gruppi frigo per la climatizzazione con altri più performanti dal punto di vista dei consumi. Un grafico costantemente aggiornato dimostra che dal 2008 al 2017 il consumo iniziale di 600.000 kwatt all'anno si è ridotto a 488.000 kwatt (-19%) mentre quello del metano è passato da 188.000 m^3 a 139.000 m^3 (-24%).

Analisi della struttura allo stato attuale

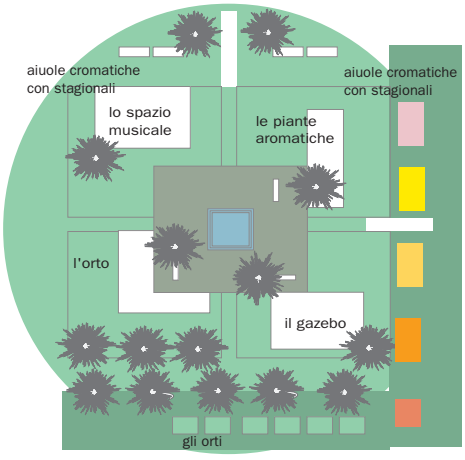
Nonostante i passi compiuti la struttura esprime le diverse fasi di realizzazione

- struttura per lo più compatta;
- involucro edilizio non coibentato del fabbricato risalente agli Anni '50-'60.
- serramenti risalenti al 2013;
- mancanza di sistemi di schermatura solare- indispensabili sulle facciate esposte a sud ed ovest;

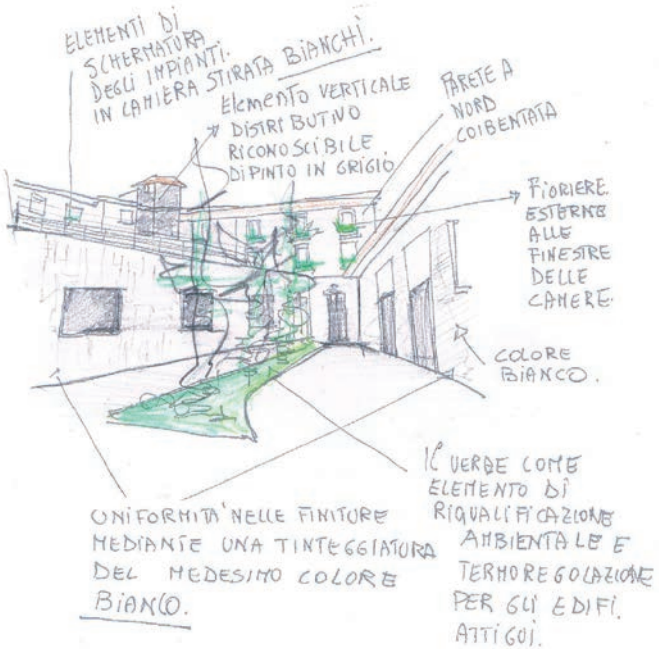

il luogo degli incontri
delle feste
grande gazebo
INGRESSO
PRINCIPALE
SOLE
PIANTE
CADUCHE
PIANTE
CADUCHE
SCHERMATURE
ORIZZONTALI
AMPIE VETRATE DA PROTEGGERE
CON PORTICATO
SPOGLIATOI
PALESTRE
SPOGLIATOI
LAVANDERIE
CUCINE
PIANO TERRA
PARETE
VETRATA
NUCLEO 17 POSTI LETTO
INGRESSO
ATTIVITA'
OCCUPAZIONALI
RIP.
SCALA
GIARDINO
AD OVEST
ESPOSTO
PARZIALMENTE ANCHE A SUD
LAV.
SCALA
ZONA
VETRATA
SOGGIORNO
PRANZO
IL SOGGIORNO
A CIELO APERTO
IL GIARDINO
PRIVATO
PIANTE SEMPRE VERDI
CHE RIFLETTONO LA LUCE
PIANTE
CADUCHE
ZONA VERDE A NORD OMBREGGIATA
LE CAMERE
I LUOGHI DIURNI
I CORRIDOI E LE SCALE
I RIPOSTIGLI E LOCALI ACCESSORI



FRONTE SUD INGRESSO



IL SOGGIORNO
A CIELO APERTO





FRONTE EST SECONDO INGRESSO

- localizzazione degli impianti sulle coperture dei locali a tetto piano piu bassi ed esposti a est adiacenti alle finestre di alcune camere. Alcuni impianti sono dislocati in un corpo fabbrica staccato;
- mancanza di continuità tra interno ed esterno. Il verde pur presente intorno ai fabbricati non compenetra nella struttura che tende a rimanere un "enclave" accogliente ma slegata dal contesto in cui si trova;
- le pareti interne ed esterne risultano colorate ma senza un progetto di cromia studiato;
- finiture non ecologiche;
- i fabbricati costruiti in periodi diversi, risentono della distanza tra i periodi di realizzazione e risultano slegati dal punto di vista stilistico, di scelta dei materiali di finitura e colori;
- non si riconosce un'identità di luogo.

La proposta

L'attenzione al contenimento dei consumi energetici si è espressa prioritariamente, come già evidenziato, verso lo studio impiantistico delegando talvolta solo ad esso il ruolo princi¬pale per la riduzione degli sprechi e dell'energia dell'edificio. Ulteriori interventi, anche in aree diverse, sono stati differiti per mancanza di risorse. Il risultato è che gli impianti restano comunque, consumano e hanno una durata limitata nel tempo.

Ciò che la bioarchitettura auspica è che l'utilizzo di macchinari sia sempre meno necessaria a favore di una progettazione e riqualificazione dell'esistente mirata ad utilizzare "Tecnologie pigre". I sistemi tecnci devono funzionare in modo autonomo ed avere un numero minimo di pompe, ventilatori e complicate unità di controllo. Il metodo da seguire come dice Bjorne Berge è l'eco-ciclo naturale: accettare la termodinamica e tutte le forze naturali, sole, aria e venti, acqua e calore, per lasciare agire gli elementi secondo la loro natura per sfruttarne al massimo tutte le loro proprietà. La proposta di sviluppo della qualificazione energetica e ambientale si può sintetizzare come qui di seguito.

Selezionare materie prime e materiali da costruzione prodotti su base ecologica

Nel caso della facciata esposta a sud si possono prevedere più tipologie di intervento:

- la schermatura solare nel periodo estivo che può essere risolta a sud nell'ala destra dove vi sono anche ampi balconi con elementi orizzontali frangisole regolabili;
- nell'ala sinistra dove non vi sono elementi aggettanti si può intervenire con un reticolo esterno in alluminio e lamiera che crei zone di ombreggiatura durante le ore più calde e funzione da parete ventilata che d'inverno trattiene il calore;

- tutti i dispositivi leggeri e di facile pulizia e manutenzione dovranno uniformarsi nel colore per armonizzare tutti i corpi fabbrica;
- il bianco riflette bene il calore estivo e contribuisce nella psiche umana a dare un senso di candore e pulizia. Le facciate esposte a nord dovranno essere coibentate o mediante insufflaggio nell'intercapedine interna di cellulosa e rivestimento con cappotto in prossimità delle travi in. cemento armato o prevedendo un rivestimento esterno con materiali naturali (paglia e legno) con sovrastante lamiera dipinta anch'essa di bianco, dove nello spessore potranno trovare alloggio vasi di piante;
- bianchi dovranno essere anche i corpi fabbrica aggiunti in seguito lasciando l'elemento verticale a torre che ospita le scale di un colore grigio più scuro;
- uniformando la struttura si darà identità al luogo, il bianco ed il verde sono i colori meno invasivi per la campagna circostante.

Interazioni energetiche tra verde ed ambiente costruito
- lo studio dell'orientamento dell'edificio è fondamentale per collocare il verde;
- le piante in estate contribuiscono ad abbassare la temperatura esterna di alcuni gradi, mentre l'ombreggiamento che producono sulle pareti dei fronti a sud ed ovest degli edifici consente un notevole risparmio energetico per il raffrescamento degli ambienti interni;
- una superficie al sole può raggiungere valori di temperatura 15-20°C più elevati rispetto ad una ombreggiata dal verde, ovviamente questo dipende dalle zone climatiche delle varie località e dal tipo di pianta arbusto posto di fronte alla parete;
- già a Los Angeles il programma dell'Agenzia delle Protezioni Ambientali degli Stati Uniti in merito all'incremento della temperatura di 5°C dovuta all'effetto serra, aveva previsto come futuro scenario di bloccare l'eliminazione delle aree verdi, di usare colori chiari per le coperture e rinverdire la città ottenendo una riduzione del coefficiente di assorbimento delle superfici di edifici e strade. (cit. di G. Silvestrini);
- simulazioni in merito all'efficacia di un singolo albero con chioma di 8 metri che ombreggia un edificio monofamiliare hanno portato negli Stati Uniti a stimare una riduzione dei consumi di condizionamento annuali compresi tra il 2 e 8% per effetto dell'ombreggiamento ed una quota analoga per la riduzione dei consumi del riscaldamento invernale per il processo di evapotraspirazione con una riduzione della velocità dell'aria e quindi delle infiltrazioni.

La sostenibilità ambientale e il rapporto con la natura
In una Casa di riposo diventa fondamentale per gli anziani ritrovare profumi colori ed esperienze sensoriali legate alla natura circostante, che deve ritornare

predominante rispetto all'edificato ed all'alienazione in ambienti chiusi verso il mondo esterno.
Diventa importante progettare una natura fonte di benessere e salute per tutti. Nel nostro territorio l'acqua è sempre stata presente come energia assoluta per la vita ed il lavoro, e per tanto va rivalutata nella progettazione portandola alla luce e utilizzandola all'interno del paesaggio come fonte di inesauribile benessere.
Le piante contribuiscono ad abbattere l'inquinamento, profumano gli ambienti, stimolano i nostri sensi.

Il progetto del verde
- creare armonia tra verde ed architettura;
- riproporre la corte lombarda come esperienze plurisensoriali per risvegliare i ricordi, identificare i luoghi e regalare benessere psicofisico agli anziani, mediante porticati pergolati e percorsi verdi;
- porre l'attenzione sugli odori, sui colori e sulle esperienze tattili, riproponendo percorsi d'acqua e panchine con sedute ricavate sui muretti ad altezze differenti che separano le aiuole;
- eliminare tutte le barriere architettoniche anche all'esterno, creare percorsi preferenziali;
- disegnare dei luoghi di aggregazione anche all'aperto, delle stanze a cielo aperto, dando identità a tutti gi spazi mediante colori e differenti arredi.

Conclusioni
I nostri anziani come i nostri bambini sono gli utenti più deboli della nostra società e come tali vanno ancor più protetti, le strutture che li accolgono devono essere pensate per proteggere il bene psicofisico degli abitanti ed i materiali e le finiture edili con cui si costruiscono questi luoghi devono essere il più possibili salubri. Esistono molte costruzioni che hanno bisogno di adeguamenti strutturali, energetici e climatici importanti ed i primi fabbricati sul quale si dovrebbe dare priorità ed incentivi sono sicuramente quelli che svolgono un ruolo sociale così importante.

5. Pizzighettone: valorizzazione dell'area denominata "casematte lato nord occidentale" e aree esterne

Pizzighettone si presenta come uno dei centri rimasti più suggestivi del territorio. Il complesso fortificato è costituito da numerosi monumenti storici costruiti in epoche diverse che vanno dal periodo medievale al 1700: la torre del Guado, che rappresenta ciò che resta di un antico castello, la chiesa di San Bassiano che si affaccia sulla piazza principale del Comune, costruita a partire dall'anno Mille ed oggetto di numerose ristrutturazioni nei secoli; la Porta Cremona ed il Rivellino ed infine le mura che circondano il centro di Pizzighettone, ampie e suggestive, che ospitano grandi locali che nei secoli hanno avuto destinazioni diverse.

Gli immobili, tutti vincolati secondo il Decreto legislativo n°42/2004, sono stati oggetto di un" Programma di valorizzazione del complesso delle cinta murarie, delle casematte interne alle mura, del rivellino e della torre del castello detta del Guado", promosso dal Comune con il fine di dare nuova vita a questi monumenti di straordinaria bellezza e promuovere per Pizzighettone attività legate al turismo, al commercio sostenibile dei prodotti delle Terre di Mezzo sia di tipo agricolo sia di tipo artigianale.

Pizzighettone è attorniata da una natura straordinaria ancora selvaggia, lambita dal fiume Adda. Dall'alto dei percorsi accessibili delle mura è possibile ammirare un paesaggio suggestivo. Inoltre vi sono numerose attività di produzione agricola a Km Zero.

Le recenti ristrutturazioni della Piazza d'Armi e della piazza dove si affaccia l'antica chiesa di San Bassiano ed i portici del Comune hanno riqualificato l'intero comparto creando le premesse che in questi luoghi possano sorgere numerose attività legate al turismo.

La proposta

Le casematte costituiscono un esempio perfetto di architettura sostenibile a basso impatto ambientale: gli ampi parametri murari in mattoni cotti ed il rivestimento del solaio in terra, fanno sì che all'interno di queste sale con copertura a volta la temperatura d'inverno e d'estate sia costantemente intorno ai 17°. Ogni stanza collegata centralmente all'altra con aperture frontali verso l'esterno, sormontata da aperture a finestra più piccole, ospita un grande camino con doppia funzionalità: riscaldare gli ambienti durante la stagione più fredda e ventilare durante i periodi più umidi.

Le riqualificazioni inerenti gli ambienti saranno effettuate nel massimo rispetto della struttura ed i materiali per allestire le attività dovranno essere ecologici e facilmente asportabili. La riqualificazione esterna della piazza e delle strade, in particolare quella su cui si affacciano le casematte che erano utilizzate come car-

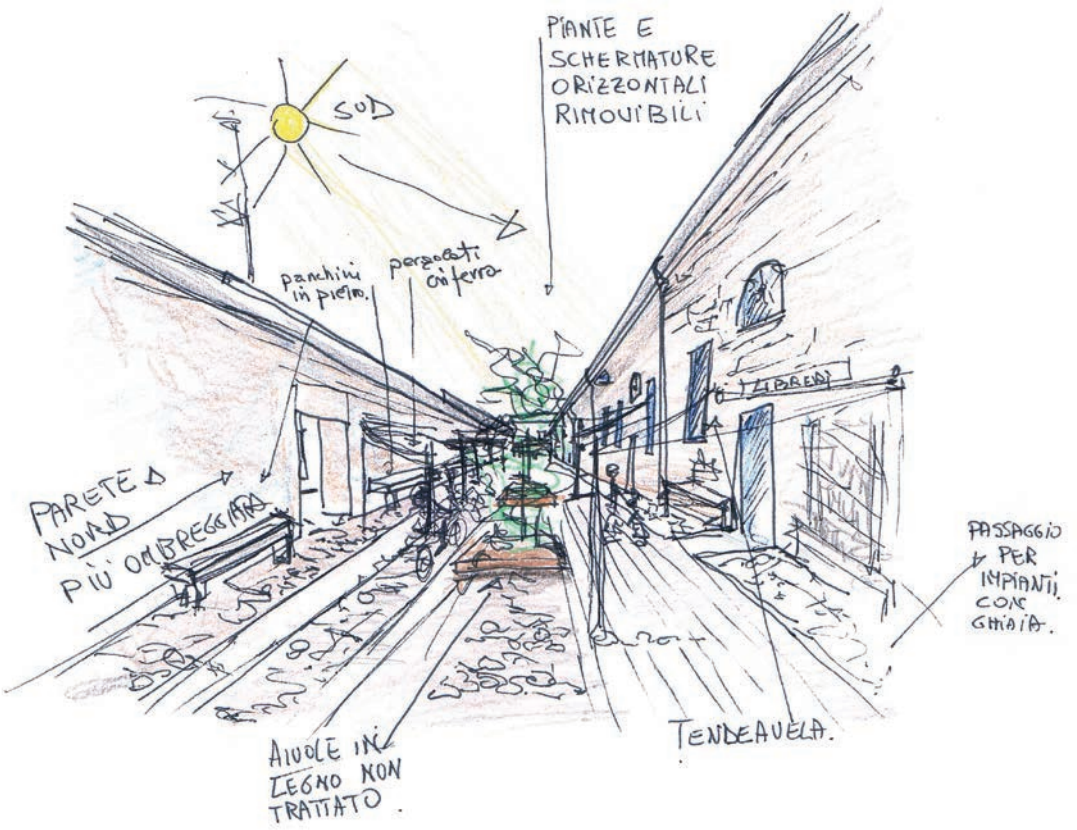


SUD

area esposta a sud
calda, assolata d'estate

area esposta a nord
flussi freddi

area esposta a ovest
calda d'estate
piovosa d'inverno



hotel in bioarchitettura
con giardino pensile e vista
sul paesaggio
portale aperto al piano terra

elementi di
schermatura mobili

SUD

elementi di
schermatura
mobili

SEDUTE

vele

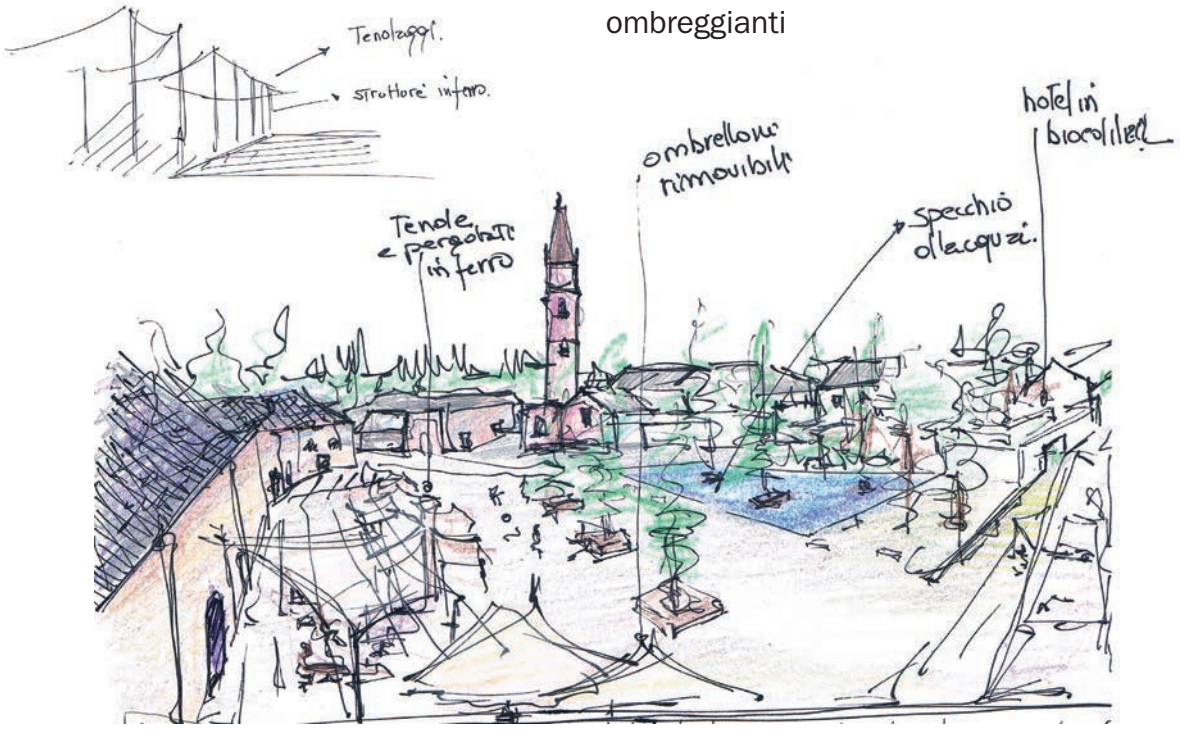
obrelloni

vele

collegamento visivo con la
chiesa nuovo allineamento del
parcheggio che col tempo
potrebbe essere spostato
fuori le mura

la piazza d'acqua per portare
frescura d'estate, alimentata
dal recupero dell'acqua piovana

mercato tipo mediovale
con stutture in ferro e teli
ombreggianti



ceri, oltre ad abbellire ed impreziosire le pavimentazioni ha lasciato dei condotti vuoti e riempiti di ghiaia, utilizzabili per alloggiare gli impianti sul fronte del prospetto senza fare brecce nelle antiche mura.
Rispettando la struttura che funziona benissimo dal punto vista bioclimatico e del risparmio energetico, ciò che si può migliorare è l'ombreggiamento estivo delle parti aperte del contesto.
Di fatto la grande piazza delle armi e la via sul quale si affacciano le casematte disposte sul lato nord occidentale hanno il prospetto completamente affacciato a sud. D'estate, come confermato dagli abitanti, non si trova riparo dai raggi del sole, così come assolato è tutto il piazzale che si estende fino alla chiesa.
Osservando gli antichi borghi turistici d'Italia emerge subito come i portici, i viali alberati, i vuoti ed i pieni contribuiscano insieme alle bellezze artistiche e monumentali a dare quella sensazione di benessere e qualità ambientale che il resto dei paesi europei ci invidia.
È necessario, per portare la gente ad utilizzare questi spazi, creare dei luoghi esterni non solo belli ma vivibili soprattutto d'estate quando aumenta il turismo e si può godere maggiormente della vita all'aperto e delle bellezze naturali.
Vi sono numerosi esempi negli ultimi anni di riqualificazione energetica degli spazi interni ed esterni pensati per l'estate, dove spesso si preferisce chiudersi in un ambiente condizionato, energeticamente dissipante, piuttosto che stare sotto il sole caldo.

La riqualificazione può avvenire attraverso

- la piantumazione di alberi a foglia caduca e manto fitto sui prospetti del fronte a sud degli edifici ma considerando la distanza del cono d'ombra e l'ampiezza delle radici, al fine di non creare danni agli edifici stessi garantendo ombra sia al passeggio, sia al fronte murario dell'edificio nelle ore calde;
- d'inverno le foglie caduche degli alberi posti a sud non interferiranno con il soleggiamento e l'apporto di energia gratuita del sole;
- dove non sarà possibile piantare alberi si potranno aprire grandi tende a vela di colore bianco che riflettendo la luce garantiranno frescura alle attività sottostanti (a Matera d'estate le tende a vela e gli ombrelloni di colore bianco raffrescano senza rovinare il paesaggio monumentale dei sassi);
- aiuole in legno di larice non trattato che ingrigito al sole diventerà protetto in maniera naturale dagli agenti atmosferici, potranno essere ubicate in più luoghi strategici per fornire sedute alle famiglie, agli anziani e ai ragazzi che qui vorranno riposare all'ombra di un po' di verde e attorniati da piante aromatiche;
- il grande spazio offre l'occasione per organizzare mercati all'aperto con strutture in ferro e tendaggi asportabili.

La centralità dell'acqua

Anche l'acqua diventa una fonte energetica importante, sarebbe interessante utilizzarne l'energia idroelettrica per illuminare tutte le aree pubbliche a led del centro storico di Pizzighettone e fornire energia auto-prodotta (vista l'abbondanza di acqua nel territorio) per incentivare le attività turistiche nel Comune.

In meridione l'abbondanza di vento ha favorito l'utilizzo di sistemi di produzione di energia alternativa, l'acqua che da sempre è stata utilizzata nelle vecchie attività agricole o tessili di questo territorio, da noi è diventata sinonimo di sporcizia, umidità, presenza di animali non graditi, un elemento da cui proteggersi non più elemento di vita.

Se l'acqua che costeggia i bastioni e lambisce Pizzighettone, entrasse nella piazza d'Armi, il beneficio di frescura che d'estate si avrebbe sarebbe enorme. L'acqua recuperata dai pluviali delle grandi coperture potrà essere convogliata in una sorta di fontana di acqua molto grande al cui interno potranno essere piantate, in grandi vasconi di terra, grandi piante. Si potrà inoltre aggiungere anche un sistema di nebulizzazione di acqua nelle ore più calde.

Vi sono molti esempi nel mondo di riqualificazioni sostenibili proprio utilizzando l'acqua. A Milano, piazza "Gae Aulenti" è stata premiata dal "Landscape Institute" come una delle piazze più belle del mondo anche in termini di innovazione e tutela ambientale. Coperta da tre fontane circolari e dotata di pannelli fotovoltaici che alimentano gli edifici della zona, registra temperature fino a 9°C inferiori rispetto alle aree circostanti. A Bordeaux– place de la Bourse tra la piazza settecentesca e il fiume è stato collocato uno specchio d'acqua, dotato di 900 nebulizzatori, in grado di abbassare le temperature in estate. Realizzate anche strisce di verde attrezzato con funzione schermante dai venti invernali e dal sole estivo.

Entro il 2020 Parigi mira ad offrire una qualità della vita più alta per cittadini e visitatori, tutelandoli dalle ondate di calore con la creazione di nuovi spazi all'aria aperta. Tra gli obiettivi ci sono 20mila alberi piantati, 30 ettari di verde, un milione di metri quadri di tetti e pareti verdi, 20 strade verdi e un percorso sperimentale di raffreddamento.

Conclusioni

Creare un ambiente consono per la vita significa contribuire non solo al rispetto del nostro territorio ed al nostro clima che regola l'attività dell'ecosistema in cui viviamo, ma anche godere di un benessere psicofisico immediato. Questo è il motore del turismo, se la coscienza ecologica è più difficile da diffondere perché presuppone un'educazione al risparmio delle risorse ed al rispetto della natura non immediatamente legati ad un profitto economico a breve termine, il benessere psicofisico è immediatamente percepito ed è quello che ci invoglia a tornare

in un luogo per sostarvi più a lungo, a ricordarlo e a diffonderne la conoscenza. In un luogo piacevole apriranno nuove attività in modo naturale: artigianato, ristoranti tipici, vendita di prodotti del posto innescheranno una nuova catena ecologica di reciproca sostenibilità.
L'edificio posto a barriera tra l'area parcheggio attuale e le casematte a nord, attualmente di proprietà comunale ed in disuso potrà essere recuperato secondo criteri ecologici e di bioarchitettura per un 'attività alberghiera e nell'area solare potrà essere realizzato un giardino pensile, da dove godere di una splendida vista. Al piano terra dell'edificio si potrà aprire un portale di collegamento tra le due aree in modo da allargare la visuale delle casematte che rimangono più nascoste e creare nuovi scorci paesaggistici verso la chiesa ed i portici. Inizialmente in questa piazza rimarranno i posteggi meglio organizzati e senza verde di risulta al centro della circolazione, ma con il tempo le macchine potrebbero meglio essere collocate al di fuori delle mura del centro storico, per rendere ancora più salubre ed ecologica la fruibilità di questi luoghi.

Simona Prete nasce a Crema nel 1970. Si laurea in architettura al Politecnico di Milano nel 1995 con la tesi in bioarchitettura: "Le radici della bioarchitettura nel Movimento Moderno". Ha collaborato con Michele de Lucchi, con Giancarlo Allen dell'Anab (Associazione nazionale di bioarchitettura) e con Sergio Los. Dal 1998 esercita la professione di architetto con studio a Crema. Elabora progetti di bioarchitettura coniugando: la qualità ambientale legata alla salute e al benessere di chi abita, le strategie bioclimatiche, le tecniche costruttive bioecologiche più innovative ed aggiornate.



Conclusioni

Con questa terza pubblicazione, che prende in esame i Comuni cremonesi delle Terre di Mezzo, si conclude la serie di progetti per il territorio presentati dal consigliere regionale Agostino Alloni nella collana: "I quaderni".
Proposte concrete che spaziano dal settore dei trasporti – è il caso dello studio relativo all'istituzione del treno diretto Crema-Milano – all'agricoltura – con il riconoscimento dell'Oglio Po quale distretto bioagricolo - ai progetti pilota in materia di sviluppo sostenibile e bioarchitettura al centro di questo terzo volume. Come accaduto nelle edizioni precedenti, il lavoro di approfondimento condotto da esperti del settore prende le mosse dall'analisi del territorio, mette a fuoco le esigenze e le principali criticità di ogni singola realtà ed offre alcune soluzioni che, se opportunamente innescate, sono in grado di generare ricadute positive nei rispettivi ambiti di riferimento.
Tra le sfide da affrontare e vincere nel breve-medio periodo, quella dell'abbattimento delle emissioni in atmosfera delle sostanze inquinanti è prioritaria. Salvaguardia ambientale e modelli di crescita "Carbon Zero" da diverso tempo fanno parte dell'agenda di lavoro delle amministrazioni locali e dei loro stakeholder. Una priorità di tutti, che nel territorio delle Terre di Mezzo si identifica in un insieme di progetti pilota pensati in chiave locale, ma replicabili su vasta scala. La Lombardia da tempo è chiamata ad affrontare il nodo cruciale del consumo di suolo: un'erosione continua che ha portato le aree agricole sotto il milione di ettari, dato non ipotizzabile solo qualche decennio fa. Lo studio di respiro internazionale dell'architetto Magnoli così come l'analisi territoriale condotta dall'ingegner Lombardi sui Comuni cremonesi delle Terre di Mezzo e i casi pratici analizzati dall'architetto Prete dimostrano come modalità di intervento innovative e rispettose dell'ambiente possono contribuire a ridurre l'utilizzo delle materie prime di origine fossile, diminuendo le emissioni di inquinanti e integrando il concetto di buona pratica. Per raggiungere l'obiettivo però, è necessario l'impegno delle amministrazioni locali, garanti della tutela del territorio, chiamate a fare squadra attraverso accordi di programma o protocolli d'intesa che recepiscano le linee guida presenti all'interno di questo studio. Un passo fondamentale, che dovrà trovare necessariamente il sostegno di Regione e Stato, chiamati a loro volta ad intervenire sotto il profilo legislativo per incentivare la sostenibilità nei campi dell'edilizia e delle energie rinnovabili. Il cammino è ancora tutto da scrivere, ma su un punto non ci dovranno essere divergenze: quello che attende le comunità non può che essere un percorso da compiere insieme. Lo studio "Obiettivo Carbon Zero - Un progetto per le Terre di Mezzo" e le relative schede di approfondimento sono pubblicati sul sito del Gruppo Pd della Regione Lombardia.

I diritti sulle immagini e su altri contenuti presenti nel libro sono protetti
da Copyright. La riproduzione o l'uso di questi contenuti (grafica, testi, ecc.)
è permessa solo con autorizzazione scritta indipendentemente dal mezzo
di comunicazione utilizzato.

"Obiettivo Carbon Zero. Un progetto per le Terre di Mezzo" fa parte della collana "I quaderni del Cremasco, Cremonese e Casalasco".

Editore:
Gruppo Cons. Regionale Partito Democratico della Lombardia
Consiglio Regionale della Lombardia
Via Fabio Filzi, 22 - 20124 Milano

Coordinamento, progetto grafico e impaginazione:
Puntografica di Angelo Valenzano - Crema

Fotografie:
Angelo Peia

Stampa:
Sigraf S.r.l. - Treviglio

Si ringraziano per la collaborazione:
Agostino Alloni, Enrico Brambilla, Marco Ermentini, Chris Luebkeman, Ricardo Jordan, Tommaso Dal Bosco, Gian Carlo Magnoli, Dario Lombardi, Simona Prete, i Sindaci dei Comuni delle Terre di Mezzo, il Presidente e il Consiglio di Amministrazione della Casa di Riposo Villa Sacro Cuore di Casalmorano, gli Uffici tecnici dei Comuni delle Terre di Mezzo e dell'Aler Cremona.

Per la stampa di questo libro è stata utilizzata carta FSC.

Stampato nel mese di febbraio 2018.

Nella collana "I quaderni" sono stati pubblicati precedentemente i seguenti studi: *Treno diretto Crema-Milano - In viaggio verso la modernità* (novembre 2011); *Bioagricoltura nell'Oglio-Po le ragioni del distretto rurale* (giugno 2013).