



Università
Ca' Foscari
Venezia
Facoltà
di Lingue
e Letterature
Straniere

Corso di Laurea
in Interpretariato e Traduzione
Editoriale e Settoriale

Prova finale di Laurea

Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici

Relatrice

Ch. Prof.ssa Nicoletta Pesaro

Laureanda

Francesca Ghedin

Matricola 821689

Anno Accademico

2012 / 2013

INDICE

<i>Abstract</i>	pag. 4
<i>Introduzione</i>	pag. 6
<i>Capitolo Primo</i>	
1. Architettura come ponte tra culture, luoghi, identità	pag. 8
1.1 Sistemi ambientali e processi antropici: un equilibrio di relazioni	pag. 8
1.2 Cultura del luogo: Genius Loci e Feng Shui	pag. 10
<i>Capitolo Secondo</i>	
2. Fenomenologia dell'architettura	pag. 18
2.1 Percezione dell'oggetto e psicologia della forma	pag. 18
2.2 Architettura sostenibile: naturalizzazione e integrazione	pag. 21
<i>Capitolo Terzo</i>	
3. Traduzioni	pag. 30
3.1 Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici	pag. 30
3.2 Ricerche nel campo degli edifici a consumo zero	pag. 81
3.3 Prospettive sul consumo energetico nell'edilizia e sulla riduzione delle emissioni di gas serra	pag. 98
<i>Capitolo Quarto</i>	
4. Commento traduttologico	pag. 109
4.1 Analisi del prototesto	pag. 109
4.1.1 Fattori di specificità del prototesto	pag. 110
4.1.2 Tipologia Testuale	pag. 111
4.1.3 Lettore Modello	pag. 114
4.1.4 Dominante	pag. 115
4.2 Macrostrategia e microstrategia traduttiva	pag. 117
4.2.1 Microstrategia traduttiva	pag. 121
4.2.2.1 Fattori linguistici	pag. 121

4.2.2.1.1	Fattori fonologici	pag. 121
4.2.2.1.2	Fattori lessicali	pag. 121
4.2.2.1.3	Fattori grammaticali	pag. 133
4.2.2.1.4	Fattori testuali	pag. 136
4.2.2.2	Fattori extralinguistici	pag. 140
4.2.2.2.1	Fattori culturali	pag. 140

Glossario

5.	Termini tecnici settoriali	pag. 144
5.1	Edilizia Sostenibile	pag. 144
5.2	Chimica	pag. 155
5.3	Fisica	pag. 155
5.4	Statistica	pag. 156
5.5	Ambiente	pag. 156
5.6	Architettura e ingegneria	pag. 158
5.7	Politica	pag. 163
5.8	Industria	pag. 164
5.9	Legislazione	pag. 164
5.10	Economia	pag. 165
5.11	Elettronica	pag. 166
5.12	Nomi propri	pag. 167

<i>Bibliografia</i>	pag. 169
----------------------------	----------

ABSTRACT

The relationship between humans and the environment has always been a key element in their existence at a social, cultural, psychological and philosophical level. According to Kantian tradition, the very essence of existence is intimately linked to the awareness of the relationship between one's own identity and an external dimension, therefore the meaning of being a body, being an individual is just to be linked to a certain world, a place which is intelligible as a living totality. Through a brief introduction to this relationship and its implications, as well as the translation of a Chinese text on sustainable architecture, this thesis aims to describe how a conscious approach to building can alter natural elements without destroying them, making them an environmental adaptability tool in the architectural projects, transforming the artificial places, from a potential environmental hazard, into an occasion to find ecological balance. The first two chapters introduce to the reader the premises of sustainable architecture, such as the philosophical and cultural value of the space, the spatial perception of the individuals, as well as the local features and their chemical, physical and scientific implications. The third chapter deals with the translation of a Chinese text about the most recent technological innovations in this field, such as the building-integrated applications of renewable energies and different kinds of sustainable buildings. At last, the fourth chapter delves into a detailed analysis of the translating process, which underlines the main features of the Chinese text and explains through several examples the most relevant translating choices, as well as the most relevant technical terms observed.

摘要

人类与环境的关系一直以来都是从社会、文化、心理及哲学等层面分析人类存在的关键要素。按照康德的传统概念，存在的本质在于对自身身份和外界环境之间的关系的认知，所以作为个体，作为个人就意味着与一个特定的世界发生联系，这个世界可被理解为生命的整体。通过简要介绍这种关系及其含意，以及通过翻译一份有关可持续建筑的中文文本，本论文旨在描述如何一种有意识的建设方法能够改动而不破坏自然元件，使其成为建筑设计中的一种适应环境的工具，使一些可能会对环境造成损害的人造项目变成具有生态平衡的地方。前两章将向读者介绍可持续建筑的前提，如空间的哲学和文化价值，人的空间知觉，以及地域特征和相关的化学含义、物理含义、科学含义等。第三章涉及相关领域近期技术创新方面的一份中文文本的翻译，内容包括可再生能源在建筑中的应用集成以及各种不同的可持续建筑形式。最后，第四章将深入探讨翻译过程中的具体感悟，强调中文文本的主要特点，并通过举例说明最中肯的翻译选择，以及最要紧观察的术语。

INTRODUZIONE

Questa tesi intende approfondire alcune tematiche connesse allo sviluppo dell'architettura sostenibile, la cui attualità a livello comunitario e internazionale è sempre più evidente. Se generalmente per far fronte all'emergenza ambientale si punta alla costruzione di impianti per la produzione di energia rinnovabile, con notevoli costi di investimento e limitate possibilità di realizzazione, non sempre le potenzialità dell'architettura sostenibile sono sfruttate al massimo; si è deciso quindi di approfondire questo tema, da un lato attraverso ricerche mirate e pluridisciplinari, dall'altro applicando le competenze acquisite al termine del corso di laurea in *Interpretariato e Traduzione Editoriale, Settoriale*, traducendo un testo in lingua cinese inerente al tema scelto.

Il primo capitolo della tesi è focalizzato sulla funzione relazionale del luogo e sulle sue implicazioni culturali. Possiamo individuare tre diverse dicotomie: *uomo -ambiente*, *interno-esterno*, *paesaggio naturale-paesaggio artificiale*, che rispecchiano il rapporto tra identità, spazi ed emozioni diverse, insite nel luogo e in chi lo osserva. Viene quindi evidenziata la necessità di creare un equilibrio dinamico tra questi elementi, in linea con l'evoluzione continua del mondo biologico. In seguito viene approfondito il ruolo dell'ambiente sul piano culturale, attraverso esempi di cultura del luogo provenienti dal mondo occidentale e orientale. Punto di contatto tra questi diversi sviluppi è un approccio all'ambiente basato sull'osservazione dei fenomeni ad esso connessi.

Il secondo capitolo indaga nel campo della filosofia e della psicologia, al fine di spiegare il modo in cui il soggetto percepisce gli oggetti e stabilisce con essi una comunicazione di tipo sensoriale. Particolare attenzione è posta inoltre sullo sviluppo del concetto di *fenomenologia*, intesa come intuizione della realtà attraverso l'osservazione dei fenomeni che la compongono, e sulla sua applicazione in ambito architettonico: un approccio fenomenologico all'architettura consente di integrare gli edifici nell'ambiente con la piena consapevolezza del potenziale comunicativo, delle implicazioni culturali e delle proprietà fisiche che lo caratterizzano, senza stravolgere il suo equilibrio biologico. A livello tecnico, questo avviene principalmente attraverso l'applicazione consapevole di strategie come la *naturalizzazione* degli spazi artificiali e l'integrazione delle energie rinnovabili negli edifici.

Il terzo capitolo presenta la traduzione di tre sezioni tratte dal libro "Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici" (*Ke zaisheng nengyuan zai jianzhu zhong de yingyong*

jicheng, 可再生能源在建筑中的应用集成), scritto da Liu Ling Xiang 刘令湘. Questo testo rappresenta un interessante esempio della diffusione delle tecnologie sostenibili a livello internazionale, in particolare delle più innovative strategie per l'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici. Nelle sezioni tradotte sono descritte le principali tipologie di edifici sostenibili esistenti e in fase di realizzazione sperimentale, inoltre viene presentato un quadro generale delle prospettive di riduzione delle emissioni di gas serra e dei consumi energetici in ambito edilizio; questo dimostra una crescente consapevolezza della necessità di diffondere l'architettura sostenibile anche in Cina, il Paese con il più alto tasso di emissioni di CO² a livello mondiale (23.5%).

Il quarto capitolo è costituito dal commento traduttologico, ovvero dalla descrizione del percorso traduttivo intrapreso e delle scelte operate in fase di traduzione. All'interno del commento si possono individuare tre sezioni principali: analisi del prototesto, macrostrategia traduttiva e microstrategia traduttiva. Nella prima sezione il testo cinese viene analizzato e classificato in base alle sue caratteristiche (fattori di specificità, tipologia testuale, lettore modello, dominante); nella seconda sezione viene scelto l'approccio più adatto alla traduzione sulla base della tipologia e del successivo contesto di inserimento del testo; nella terza sezione, infine, vengono presentati alcuni dei segmenti testuali più significativi, che hanno portato alla formulazione di scelte traduttive specifiche a livello linguistico ed extralinguistico.

CAPITOLO PRIMO

1. Architettura come ponte tra culture, luoghi, identità

Non c'è immagine al mondo in cui manchi il centro: esso è il punto dello spazio da cui comincia la visione, assumendo il valore di centro e fulcro universale. Esso coincide con il punto di prima e più importante umanizzazione dello spazio, nel senso che in quel punto avviene il primo, profondo, umbilicale rapporto con la vita universale, consacrato cioè dalla rivelazione (ecco la componente mitica, storica, dell'immagine del mondo) attraverso il quale l'uomo entra in rapporto con l'universo.¹

Il rapporto che l'uomo stabilisce con l'universo che lo circonda è una delle più significative espressioni dell'identità umana, che vi si relaziona secondo la propria percezione e la consapevolezza delle diverse connotazioni che lo spazio può assumere nella propria e nelle altre culture. Questo rapporto determina diversi risvolti sul piano sociale, come ad esempio l'assegnazione di un grande ufficio a un dirigente per evidenziarne l'autorità e l'attribuzione di uno spazio standard ai dipendenti di un'azienda, perché non vi siano dubbi sulla loro condizione di uguaglianza. Non mancano le conseguenze sul piano relazionale, ad esempio nella gestione dello spazio che ci separa da un'altra persona, più ristretto in alcune culture e più ampio in altre. Al contempo la percezione spaziale influisce sulla psicologia e sulla creatività umana: possiamo notare una tendenza a valorizzare gli elementi naturali di un certo paesaggio che sono in grado di emozionare i suoi fruitori, come nel caso delle città turistiche e delle comunità montane. Se il paesaggio naturale è in grado di trasmettere emozioni, si può dire lo stesso dei paesaggi artificiali, anche se naturalmente queste emozioni sono veicolate dagli individui che si occupano della loro realizzazione e determinate dalla funzione e dalla collocazione di dato paesaggio.

1.1 Sistemi ambientali e processi antropici: un equilibrio di relazioni

Il paesaggio si configura nella dicotomia naturale - artificiale, in cui partecipano una molteplicità di fattori. Un luogo artificiale è innanzitutto caratterizzato dalla sua possibilità di apertura: la compattezza o la trasparenza delle delimitazioni influenzano lo spazio, che può apparire come isolato o parte di una totalità più vasta.² L'essenza dell'architettura può essere identificata

¹ Eugenio Turri, *Antropologia del paesaggio*, Milano, Ed. Comunità, 1974, p. 110.

² Christian Norberg Schulz, *Genius loci: paesaggio, ambiente, architettura*, Milano, Ed. Electa, 1979.

pertanto nel rapporto interno - esterno e nella percezione globale che ne deriva. Ogni edificio contribuisce a creare l'identità complessa del paesaggio artificiale nella sua dimensione interna ed esterna. Nel momento in cui gli spazi aperti vengono frammentati, si frammenta con essi l'identità unitaria del paesaggio, ed è proprio questa frammentazione che determina la trasformazione degli ambienti urbani, che rende più netta la separazione tra la natura e la città, tra un paesaggio onirico del desiderio e un ambiente che crea separazione, solitudine e distacco. Per questa ragione nei processi costruttivi è opportuno non limitarsi a seguire regole stilistiche arbitrariamente determinate, che producono una rischiosa separazione tra le componenti filosofiche, psicologiche, fisiche che contraddistinguono il legame tra essere umano e ambiente. L'architettura deve invece essere in grado di recuperare ed elaborare forme naturali secondo una concezione antroposofica, manipolando gli elementi naturali, alterandoli senza distruggerli e rendendoli strumento di adattabilità ambientale nel progetto architettonico.³

Il raggiungimento di un equilibrio tra sistemi ambientali e processi antropici, tuttavia, non è prioritario soltanto a livello filosofico, psicologico e fisico: a fronte della crescente emergenza ambientale, rappresenta un elemento cruciale nella ridefinizione delle modalità con cui gli insediamenti umani modificano il mondo biologico. Se la manipolazione della natura è un processo del tutto naturale e condiviso da tutte le specie, infatti, non si può tuttavia dire che gli insediamenti umani non costituiscano frequentemente un pericolo ambientale. Per scongiurarlo è quindi necessario passare da un'*artificializzazione* violenta a un accostamento alla natura che miri a trasformarla al fine di avvicinarla, mantenendo lo stesso equilibrio dinamico che si può riscontrare nel mondo biologico.

Le configurazioni dei layout urbani assorbono, più nella forma che nella sostanza, aspetti organici e schemi che sembrano derivati da memorie di un passato quasi primordiale, tanto da realizzare connessioni bio-morfologiche finalizzate all'esplorazione di quelle relazioni tra disegno dei sistemi funzionali urbani e contrapposte componenti di un simbolico mondo naturale.⁴

Se le specie competono fra loro per la sopravvivenza, le strutture competono fra loro per costituire un ordine formale complesso, che si articola in continui e nuovi stadi di evoluzione. Il ruolo prioritario dell'architettura in questo processo consiste quindi nell'evitare lo sviluppo di un'anarchia formale, favorendo piuttosto un'*artificializzazione* naturale e compatibile dell'ambiente, fondata sullo studio dei principi strutturali della biologia e sull'applicazione delle più recenti

³ Annarita Ferrante, *La città a pezzi o i pezzi di città nella costruzione sostenibile dei luoghi urbani*, Bologna, Ed. Perdisa, 2006.

⁴ *Ibid.*, p.8.

innovazioni tecnologiche. L'ambiente artificiale, come quello naturale, sottende infatti una complessità di relazioni tra gli elementi che lo compongono, che deve essere salvaguardata: solo se le funzioni dei diversi edifici sono interconnesse possono strutturarsi a vicenda in un equilibrio dinamico continuo che non stravolge l'integrità dell'ambiente in cui si inseriscono.

1.2 Cultura del luogo: Genius Loci e Feng Shui

Un luogo artificiale è però qualcosa di più: nella sua qualità di edificio appoggia sul terreno e si eleva verso il cielo. Il carattere del luogo è ampiamente determinato dalla modalità di concretizzazione del poggiare e dell'elevarsi, ciò è valido anche per interi insediamenti come le città. Quando una città affascina per un suo particolare carattere distintivo, in genere vuol dire che la maggior parte dei suoi edifici intrattengono un rapporto analogo con il cielo e con la terra, ossia sembrano esprimere una forma di vita comune, delle affinità nell'essere al mondo; ne nasce così un *genius loci* che consente l'identificazione umana.⁵

La storia delle implicazioni culturali che il luogo ha assunto nel corso dei secoli ci aiuta ad identificarne alcuni caratteri distintivi. Possiamo riscontrare, soprattutto nelle città del passato, un vero e proprio culto del luogo, naturale e artificiale, in un connubio che lo colloca in una dimensione di profonda sacralità e spiritualità. Ad esempio, la tradizione mitologica dell'antica Grecia narra che Zeus avesse fatto volare due aquile, ordinando loro di incontrarsi al centro della terra (Gaia); su questo punto, poi, sarebbe stato posto un santuario, dedicato dapprima al culto di Gaia e in seguito al culto di Apollo. Nella città designata, Delfi, fu posta una pietra, denominata ὀμφαλός, "ombelico", che la identificava come il centro del mondo. Al di là della dimensione religiosa legata al culto delle divinità greche, sappiamo che il luogo designato come centro del mondo presentava caratteristiche paesaggistiche che furono determinanti per la costruzione del santuario. Il sito religioso fu collocato alle pendici del monte Parnaso, considerato per via della sua altezza, come il monte Olimpo, luogo della ierogamia del cielo (Urano) e della terra (Gaia). Caratteristica peculiare del terreno di fondazione, secondo quanto emerso da studi successivi, era invece la presenza di calcari bituminosi e rocce contenenti gas, oli e altri elementi petrolchimici, che a causa dei frequenti movimenti delle placche in quell'area e delle conseguenti temperature elevate nel sottosuolo producevano esalazioni di gas metano, butano e propano. Queste esalazioni sono la probabile causa dello stato di trance in cui cadeva la Pizia, sacerdotessa del santuario di Delfi, nel pronunciare gli oracoli che la resero la più importante istituzione religiosa del mondo classico.

⁵ Christian Norberg Schulz, *Genius loci: paesaggio, ambiente, architettura*, Milano, Ed. Electa, 1979.

Un'altra testimonianza dello stretto legame tra la conformazione del paesaggio e la sacralità del luogo proviene dal mondo romano. In questo caso possiamo riscontrare la presenza di una vera e propria entità spirituale, il *genius loci*, nume tutelare degli spazi abitati e frequentati dagli uomini. Nell'antica Roma a ogni luogo corrispondeva un *genius*, uno spirito che poteva rivelarsi propizio o ostile a seconda dell'atteggiamento degli individui nei suoi confronti. Devastare l'ambiente o appropriarsi delle sue risorse impropriamente poteva inimicare lo spirito che vi risiedeva, mentre la preghiera e le offerte potevano renderlo propizio. Questo spirito era presente soprattutto nei siti caratterizzati da un paesaggio particolarmente singolare, sia a livello di percezione visiva che a livello di storia locale, e in alcuni casi aveva assunto un'importanza tale da cedere il proprio nome al luogo che lo ospitava. Non va dimenticato inoltre che il *genius*, la cui etimologia deriva da *gignere* (generare, creare) rappresentava una forza creatrice unitaria eppure divisibile in diverse *forme generandi*. Si può quindi dire che la città di Roma, permeata da questa forza creatrice in ogni dove, fosse formata da una moltitudine di singoli spazi che, grazie alla presenza dello spirito del luogo, si distinguevano gli uni dagli altri per la propria dimensione di "interiorità spirituale". Ciascuno di questi spazi era infatti in grado di emanare un senso di protezione, di attaccamento alla natura e di appartenenza a un mondo "conosciuto", ed è proprio sulla capacità di trasmettere queste sensazioni che si fonda la vera essenza del *genius loci* romano.⁶ Al giorno d'oggi, per estensione, il termine ha assunto una connotazione più moderna, seppur non priva di riferimenti culturali, in architettura, indicando il complesso "carattere locale" di un luogo, cosituito dalla molteplicità di caratteristiche a livello storico, sociale, architettonico e biologico che lo contraddistinguono e ne consentono l'identificazione da parte degli individui che vi transitano o risiedono.

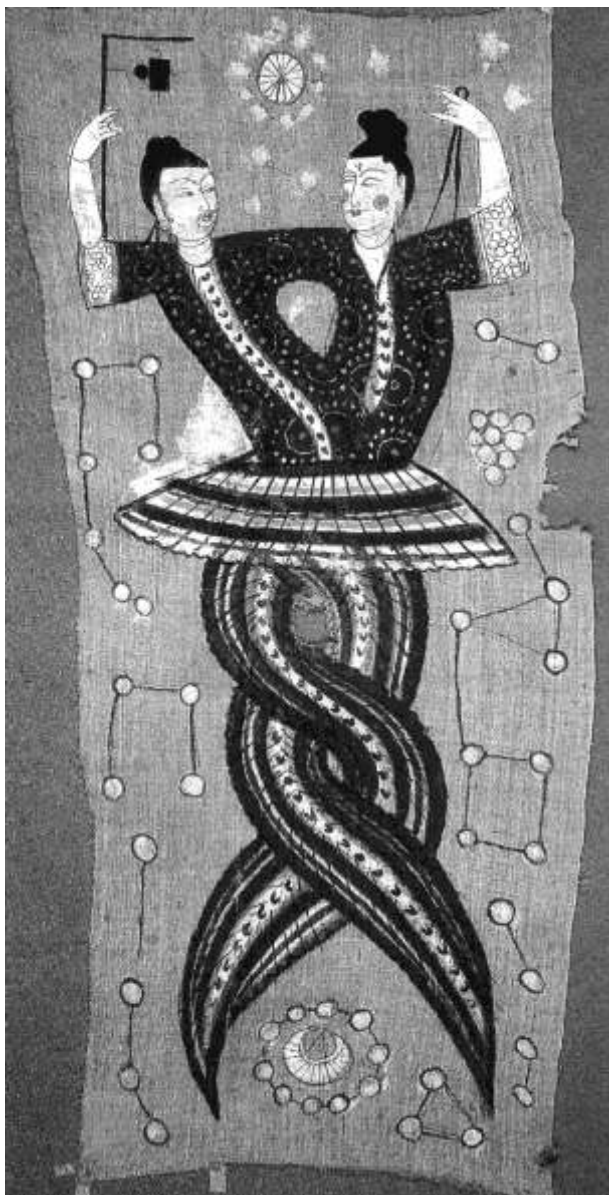
In alcuni casi la cultura del luogo ha assunto un ruolo ancora più eclatante e centrale nella vita dell'uomo, diventando il fondamento per la strutturazione di veri e propri canoni architettonici sopravvissuti fino ad oggi: è il caso del *feng shui* (风水), arte geomantica cinese che nasce come sintesi di diversi campi di studi, tra cui il taoismo, la psicologia e l'astrologia. Secondo lo studioso Ravier Guy-Charles,

[...] il *feng shui* è la combinazione di molteplici (diverse) discipline orientali, ma anche occidentali, strettamente legate fra loro. Come tutti i processi "globalizzanti", è impossibile considerarla una scienza esatta nel senso occidentale del termine. Noi la definiremo come *scienza tradizionale*, intendendo con questo un sistema empirico nella sua globalità ma radicato su una vera e propria

⁶ Christian Norberg Schulz, *Genius loci: paesaggio, ambiente, architettura*, Milano, Ed. Electa, 1979.

teoria coerente a un lungo periodo di pratica nella propria sfera culturale di origine.⁷

Non esiste una datazione ufficiale corrispondente alla nascita del *feng shui*: archeologicamente si può riscontrare un'influenza dei principi costruttivi che lo contraddistinguono sin dal Neolitico, mentre la tradizione ne fa risalire le origini all'epoca dei sovrani mitici Fu Xi (伏羲) e Huang Di (黄帝). È interessante notare come Fu Xi sia generalmente ritratto dall'arte cinese come un essere dalla testa umana e dal corpo di serpente che tiene tra le mani una squadra (*juchi* 矩尺), con il corpo intrecciato a quello della sorella e moglie Nü Wa (女媧), che tiene tra le mani un compasso (*yuangui* 圆规). Si narra che Fu Xi con la squadra prese le misure della terra, che era



Raffigurazione della coppia Fu Xi – Nü Wa

quadrata, mentre Nü Wa tracciò il perimetro circolare del cielo con il compasso; il significato di questi due attrezzi è strettamente connesso al fatto che i due stabilirono, secondo il mito, i primi standard di misurazione dell'epoca e rappresenta inoltre la compenetrazione di elementi opposti: maschile/rotondo/*yang* (阳) e femminile/quadrato/*yin* (阴). Fu Xi fu anche il primo a tracciare gli otto trigrammi o *ba gua* (八卦) che avrebbero costituito le basi del metodo divinatorio del *Classico dei Mutamenti*, o *Yi Jing* (易经), e avrebbero trovato ampio utilizzo anche nella pratica del *feng shui*. Si narra che per la loro creazione Fu Xi osservò il mondo circostante, i fenomeni celesti e terreni, gli esseri viventi, l'ambiente e il suo stesso corpo, categorizzandoli secondo le loro caratteristiche in otto diversi concetti; attribuì quindi a ciascuno di essi un simbolo, condensando tutto lo scibile negli otto trigrammi. Proprio per questa ragione, si riteneva che attraverso lo studio dei *ba gua* fosse possibile comprendere la volontà celeste e la sua interrelazione con tutti gli esseri.

⁷ Guy-Charles Ravier, *Traité pratique du feng shui*, Ed. De l'Aire, Lausanne, 1991, p. 65.



Rappresentazione dei *ba gua*

Secondo lo storico Fan Zuyu (范祖禹) della dinastia Song (宋朝), Fu Xi fu in grado di comprendere i messaggi celesti perché il suo carattere morale era in armonia con il cielo e con la terra, e fu proprio questa caratteristica a consentirgli di inventare gli otto trigrammi, simboli cosmici in grado di spiegare la verità della materia e di indicare la via per costruire una relazione armoniosa tra l'uomo e l'ambiente.

Possiamo riscontrare una prima definizione del termine *feng shui* nel *Libro delle Sepolture* o *Zang Shu* (葬书), attribuito a un leggendario studioso, indovino e astrologo vissuto durante il regno della dinastia Jin (晋朝), Guo Pu (郭璞). Il manoscritto illustra in tre capitoli le strategie più significative per la sepoltura dei defunti antenati, in modo che questi possano influire positivamente sulla buona sorte dei loro discendenti; nonostante il tema principale di questo testo siano le tombe, *yinzhai* (阴宅), i contenuti possono essere applicati anche alle abitazioni *yangzhai* (阳宅), com'è dimostrato dal fatto che molti successivi testi di *feng shui* che trattano nello specifico di abitazioni possano essere considerati commentari di questo testo. La sezione più significativa è quella dei "capitoli interni" o *nei pian* (内篇), in cui particolare attenzione va posta ai versi 10-12:

“经曰，气乘风散，界水则止。”

Il Classico recita: quando il *qi* cavalca il vento vi si disperde, quando incontra un corso d'acqua vi si trattiene.

“古人聚之使不散，行之使有止，故谓之风水。”

Gli antichi sapevano concentrare il *qi* per non disperderlo, farlo scorrere per poi trattenerlo, perciò questa pratica prese il nome di vento-acqua [*feng shui*].

“风水之法，得水为上，藏风次之。”

Questa è la legge del vento-acqua [*feng shui*]: in primo luogo ottenere l'acqua, in secondo luogo celare il vento.

La traduzione di questi versi è controversa: la scrittura non alfabetica, la presenza frequente di monosillabi polisemantici e la difficoltà di stabilirne a priori la classe di appartenenza per via della mancanza di un sistema organico di affissi flessionali fanno della lingua cinese scritta di quest'epoca un mezzo di comunicazione ambiguo e di difficile accesso. Proprio grazie a questo carattere quasi inaccessibile la "lingua letteraria" (*wenyan* 文言), basata sulle strutture grammaticali

della lingua cinese classica del periodo pre-imperiale e sviluppatasi in forma scritta nei secoli successivi, assicurava a una ristretta élite di funzionari-letterati dell'epoca il controllo totale della complessa struttura burocratica e di potere dell'Impero.⁸

Una prima ambiguità è presente nel verso 10 con il riferimento a un *Jing* 经, un “Classico” che potrebbe essere identificato con diverse opere. Secondo alcuni studiosi moderni, il verso trae spunto da un testo antecedente denominato *Qingnan Jing* 青囊经, in cui è citato un concetto molto simile: il *qi* 气 è distrutto dal vento ed è fermato dall'acqua; sarebbe pertanto questo il Classico a cui si fa riferimento. Secondo altri, invece, è più probabile che il Classico a cui si fa riferimento sia il *Classico delle sepolture* o *Zang Jing* (葬经), menzionato da alcuni autori e tuttavia andato perduto. Per la traduzione di *zhi* (止) si è scelto di optare per il verbo “trattenere” invece del verbo “fermarsi”: nel cinese letterario *zhi* 止 può infatti significare “fermarsi” (*ting* 停) ma anche “restare per un certo periodo di tempo” (*tingliu* 停留). Il rapporto di subordinazione implicito tra le due frasi *qi cheng feng san* 气乘风散 e *jie shui ze zhi* 界水则止 è stato infine esplicitato con valore temporale per facilitare la comprensione dei nessi logici.

Al verso 11 si parla invece degli “antichi” (*guren* 古人), riferendosi agli sciamani delle dinastie mitiche Xia (夏) e Shang (商). Si riteneva infatti che in quest'epoca gli uomini avessero un contatto più diretto e primordiale con la natura, che consentiva loro di vivere in totale armonia con l'ambiente circostante e con gli altri esseri. In questo caso possiamo riscontrare una costruzione tipica del cinese letterario: si tratta di un fenomeno di nominalizzazione di una frase verbale, in cui una frase verbale, semplice o complessa, viene incassata in un'altra frase, verbale o nominale, detta matrice, come costituente nominale. La nominalizzazione di una frase verbale comporta il suo declassamento a sintagma nominale e, di conseguenza, la perdita di qualsiasi autonomia sintattica.⁹ In questo caso la particella di nominalizzazione *zhi* 之 è posta tra la frase verbale nominalizzata che funge da soggetto “il concentrare degli antichi” (*guren ju* 古人聚) e la frase verbale che funge da predicato “fa sì che non si disperda” (*shi bu san* 使不散). Naturalmente per maggiore chiarezza la struttura della frase è stata adattata agli standard comunicativi della lingua italiana e il valore verbale della frase nominalizzata è stato ripristinato. Si è scelto infine di esplicitare il soggetto di “prendere il nome di” (*wei* 谓), ovvero il fatto che “Gli antichi sapevano raccogliere il *qi* senza disperderlo, farlo scorrere per poi trattenerlo”; poiché la lingua italiana necessita di un soggetto

⁸ Maurizio Scarpari, *Avviamento allo studio del cinese classico*, Venezia, Ed. Cafoscarina, 1995.

⁹ Maurizio Scarpari, *Breve introduzione alla lingua cinese classica*, Venezia, Ed. Cafoscarina, 1995.

(implicito o esplicito) in ogni frase, per maggiore chiarezza si è scelto di riprendere il soggetto nell'ultima frase con un aggettivo dimostrativo “questa pratica”.

Al verso 12, il carattere *cang* 藏 ha il duplice significato di nascondere/celare e di depositare/contenere. Questo ha portato spesso ad una traduzione illogica, secondo la quale è necessario ‘catturare’ il vento, benché nella prima frase si sia detto che è una fonte di dispersione del *qi* 气. Secondo alcuni commentatori delle dinastie Yuan (元朝) e Qing (清朝), il significato corretto è quello di nascondere/celare, ovvero bloccare il passaggio, al vento. Le due frasi *de shui wei shang* 得水为上, *cang feng cizhi* 藏风次之 sono state tradotte nel modo più letterale possibile, evitando esplicitazioni chiarificatrici. L’espressione “in primo luogo ottenere l’acqua, in secondo luogo celare il vento” può tuttavia essere interpretata più chiaramente come “in primo luogo è necessario trovare un luogo in cui sia presente dell’acqua, in secondo luogo è necessario trovare un luogo riparato dal vento”.

Grande enfasi è posta in questi versi sul concetto di *qi* (气), la cui importanza è tale da aver influenzato e plasmato la cultura cinese nelle sue massime espressioni: la filosofia taoista, le arti marziali, così come la medicina tradizionale cinese e il *feng shui*, sviluppano la propria dimensione teorica e pratica proprio sulla base di questo concetto. L’etimologia è legata alla versione non semplificata del carattere *qi* (氣), raffigurante una nuvola di vapore (*qi* 气) che sale dal riso (*mi* 米); questo simboleggia da un lato la capacità dell’energia di trasformare la materia (l’acqua, portata ad ebollizione, subisce un cambiamento di stato a causa dell’energia termica a cui è sottoposta e diventa vapore) e dall’altro la capacità della materia di produrre energia (nei chicchi di riso è presente energia allo stato potenziale, che viene messa in atto in seguito al processo digestivo dai suoi fruitori). Possiamo quindi individuare un legame tra il concetto di *qi* nel mondo orientale e quello di *energia* nel mondo occidentale, anche se la natura del *qi* ha delle proprietà specifiche. Nei *Capitoli Esterni* (*wai pian* 外篇) del *Zhuang Zi* (庄子), opera scritta nel periodo degli Stati Combattenti dall’omonimo maestro, è scritto:

“人之生，气之聚也。聚则为生，散则为死。故曰：通天下一气耳。”

Quando gli uomini nascono il *qi* vi si concentra.

Se si concentra c’è la vita, se si disperde c’è la morte.

Si può quindi dire che vi sia un unico *qi*, che pervade e connette ogni cosa nel mondo.

Il *qi* può essere quindi definito come “principio o forza vitale”, che scorre sotto forma di

energia attraverso il corpo umano e intorno ad esso, concentrandosi in ogni essere vivente e collegandolo a tutto ciò che lo circonda. Si ritiene che la sua concentrazione o dispersione sia in grado di influire su diversi aspetti della vita, come la salute, la ricchezza, la fortuna, l'energia e molti altri. Per questa ragione è necessario che i vivi, così come i defunti, dispongano di uno spazio in cui il *qi* possa scorrere e concentrarsi diffondendo la propria forza vitale benefica. Ogni elemento presente in un ambiente può influire sul flusso di *qi*, rallentandolo, modificandone la direzione o accelerandolo, determinando conseguenze significative su chi si trova in quel luogo. L'arte geomantica del *feng shui* ha quindi il compito di cercare l'armonia tra i flussi di *qi* e gli elementi presenti nell'ambiente, stabilendo un equilibrio di interazioni energetiche.

Si possono individuare due principali "scuole classiche" di *feng shui*: nella prima fase di sviluppo, identificata in seguito come *scuola della forma* (*xingshi pai* 形式派), l'attenzione è posta sulla forma e sulla disposizione degli ambienti per permettere il passaggio del *qi*, contrapponendo forme stabili ed elevate, ovvero elementi *yang* 阳 (pieni) - con funzione *yin* 阴 (contenere, proteggere) agli spazi destinati agli spostamenti, *yin* 阴 (vuoti) - con funzione *yang* 阳 (attività, movimento). La configurazione del luogo viene inoltre valutata in base all'influsso dei quattro animali celesti: la *tartaruga nera* (*xuanwu* 玄武) rappresenta la montagna, collocata alle spalle della costruzione per proteggerla; il *drago verde* (*qinglong* 青龙) e la *tigre bianca* (*baihu* 白虎) corrispondono alle colline collocate alla sua sinistra e alla sua destra; la *fenice rossa* (*zhuque* 朱雀) rappresenta lo spazio aperto opposto alla montagna. Questi quattro animali celesti assumono il valore di punti cardinali, al cui centro è posto il *serpente*, che simboleggia l'elemento *terra*.

In seguito, con lo sviluppo della *scuola della bussola* (*liqi pai* 理气派), si può assistere all'introduzione nelle pratiche del *feng shui* di una particolare bussola magnetica denominata *luopan* (罗盘), utilizzata per individuare il flusso di *qi*. Il suo funzionamento è basato sui *ba gua* e consente di mettere in relazione il flusso di *qi* con i cinque elementi, che rappresentano le cinque fasi del movimento del *qi*: la sua forma statica può essere identificata con l'acqua (*shui* 水), la sua manifestazione corrisponde al legno (*mu* 木), il suo fluire costante corrisponde al fuoco (*huo* 火), la sua condensazione corrisponde al metallo (*jin* 金) e l'equilibrio raggiunto in seguito al susseguirsi delle prime quattro fasi corrisponde alla *terra* (*tu* 土). Ognuno di questi elementi è caratterizzato da una polarità positiva o negativa, identificabile come *yin* (阴) o *yang* (阳): legno e fuoco sono di natura *yang*, metallo e acqua sono di natura *yin*, la terra rappresenta un elemento neutro su cui si basano e si rinnovano tutti gli altri. La relazione esistente tra questi elementi e la loro polarità è di



Funzionamento del *luopan*

estrema importanza in quanto può condizionare la posizione, la struttura e la disposizione degli ambienti negli edifici. L'acqua e il fuoco, ad esempio, rappresentano la totale opposizione dei principi *yin* e *yang*, per questo sono disposti simmetricamente nel *ba gua*; l'acqua, *yin*, è dominata dal fuoco, *yang*, perciò secondo i principi del *feng shui* gli ambienti in cui si fa uso di acqua e fuoco (bagno e cucina) non devono essere posti a distanza ravvicinata.

In epoca moderna, più precisamente a partire dagli anni '80 del secolo scorso, possiamo inoltre assistere alla nascita di un genere definito dagli esperti "Pop Feng Shui", diffuso attraverso testi commerciali in tutto il mondo sull'onda del movimento New Age. Naturalmente si tratta di testi approssimativi che non tengono conto del fatto che, per quanto misteriosi possano sembrare a volte i suoi effetti, il *feng shui* è un prodotto dell'intelligenza umana, e come tale, è soggetto a errori e condizionamenti storici e culturali. Si può tuttavia riscontrare anche uno sviluppo più recente e di grande rilevanza a livello scientifico: frutto del lavoro di ricerca e sperimentazione autonoma di una minoranza di studiosi e professionisti, il "feng shui scientifico-intuitivo" rivaluta la teoria e le pratiche delle scuole classiche attraverso un approccio pragmatico e sperimentale. Questo tipo di approccio si allontana considerevolmente dalla tradizione, epurandola dalle stratificazioni scaramantico-religiose e dalle imprecisioni scientifiche, eppure riconosce in essa diversi punti di riferimento, gli stessi dei primi praticanti cinesi: l'osservazione e lo studio della natura. La morfologia del sito, gli spostamenti dei venti, l'orientamento della struttura, la percezione degli spazi, il microclima, l'inclinazione del terreno, la vegetazione e la qualità del suolo sono solo alcuni dei fattori che venivano osservati e valutati nella costruzione di un luogo artificiale secondo i canoni del *feng shui* e che ci consentono di identificare, all'interno di un sistema di credenze mistiche e filosofiche, un carattere moderno e scientifico.

Per comprendere gli elementi chiave della relazione - primordiale e moderna - tra uomo e ambiente è quindi necessario un approccio scientifico e consapevole all'ambiente e alle culture del luogo. Questo approccio, che può essere definito *fenomenologico*, si pone due importanti obiettivi: sul piano fisico, osservare e studiare i fenomeni connessi alla relazione tra l'ambiente naturale e il luogo artificiale; sul piano fisiologico, osservare e studiare i fenomeni connessi all'organismo, alla sensibilità corporea e alla psicologia umana in relazione all'ambiente, sempre nel pieno rispetto del carattere del luogo, o *genius loci*, e in una ricerca continua di equilibrio, come avviene nel *feng shui*.

CAPITOLO SECONDO

2. Fenomenologia dell'architettura

Se finora sono state presentate le implicazioni di un approccio fenomenologico in relazione a diverse culture del luogo, non va tuttavia dimenticato che il concetto di fenomenologia trae le sue origini dalla filosofia, si sviluppa in una dimensione più prettamente psicologica e solo in seguito trova un'applicazione in ambito architettonico. Etimologicamente il termine deriva da *φαινόμενον*, ovvero “ciò che appare, ciò che si manifesta”, ma ha avuto una molteplicità di interpretazioni a seconda degli autori che ne hanno fatto uso. Per primo Lambert l'ha definito, nel suo *Nuovo Organo* (1764) come “dottrina dell'apparenza sensibile nella nostra conoscenza”; nei *Principi metafisici delle scienze naturali* (1786), Kant ha inteso la fenomenologia come “sezione della metafisica della natura che delinea il riposo o il movimento in rapporto al mondo della rappresentazione”; Hegel nella *Fenomenologia dello Spirito* (1805-1806) l'ha descritta come “manifestazione dello Spirito agli occhi del filosofo, nella storia, nell'arte e nella religione”. Solo con il XX secolo si è sviluppato un pensiero più unitario, che ha preso il nome di *scuola fenomenologica* e ha trovato il suo padre fondatore in Husserl. L'innovazione di Husserl è legata a una nuova concezione di fenomeno, che non rappresenta meramente il modo in cui le cose appaiono al soggetto, ma anche le cose stesse che si realizzano nei fenomeni; in questa chiave la fenomenologia rappresenta un ritorno ai fenomeni e di conseguenza un “ritorno alle cose stesse”.

2.1 Percezione dell'oggetto e psicologia della forma

Sebbene a livello filosofico la fenomenologia di Husserl sia stata progressivamente superata dall'esistenzialismo heideggeriano, la sua attualità in ambito psicologico è ancora considerevole: con il suo contributo essenziale alle teorie della percezione visiva, Husserl ha infatti gettato le basi per la teorizzazione della *Gestaltpsychologie*. Uno degli aspetti che hanno influenzato maggiormente gli studi in questo campo è il concetto di *intenzionalità*: definita come “proprietà dei vissuti di essere coscienza di qualche cosa”, l'intenzionalità associa ad ogni atto conoscitivo soggettivo una relazione con l'oggetto conosciuto, rivelando il rapporto di inerenza reciproca tra soggetto e oggetto, tra l'io e il mondo che lo circonda. Con la consapevolezza di potersi muovere all'interno del mondo senza esserne separato, il soggetto può percepire ciò che lo circonda

attraverso una *prospettiva fenomenologica*. Questa prospettiva ha un carattere *trascendentale*, è priva cioè di riferimenti alle percezioni empiriche ed è costituita unicamente da un'*intuizione eidetica*, da un "puro sguardo" in grado di comprendere l'essenza dei fenomeni. Per raggiungere questo livello trascendentale è necessario effettuare una *riduzione fenomenologica*, tralasciando momentaneamente il mondo naturale che rappresenta la nostra "realtà conosciuta", preliminarmente esistente. A questo punto l'esperienza del reale non procede attraverso il pensiero, in senso ingenuo e diretto. Si attua piuttosto una "conversione dello sguardo", che permette di passare da una visione quotidiana e ordinaria, immersa nelle cose, a una visione "di secondo grado", che è al contempo coscienza di sé e coscienza dell'oggetto. Solo con questa apparente introversione soggettiva è quindi possibile cogliere l'autentica realtà delle cose, il fenomeno.¹⁰

Nella sua ultima opera, *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale* (1936), Husserl postula inoltre un quesito fondamentale. Sviluppa la propria riflessione a fronte delle grandi tragedie del Novecento, il primo conflitto mondiale e il nazismo, chiedendosi come sia possibile che le scienze non siano state in grado di contrastarne lo sviluppo. Individua quindi in esse una sostanziale crisi che rispecchia quella dell'umanità del suo tempo: da un lato, l'atteggiamento naturalistico della scienza ha portato alla pretesa di spiegare la realtà nella sua totalità, dall'altro la scienza, come gli uomini, ha una totale incapacità di dare una spiegazione al senso della vita. Husserl si sofferma quindi su quello che per i greci era il concetto di τέλος, di "fine ultimo dell'esistenza", identificabile con la tendenza di ciò che esiste, come parte del mondo organico o di quello inorganico, a dirigersi verso il suo "luogo naturale". Più precisamente, secondo la cosmologia aristotelica i corpi si trovano nel proprio luogo naturale oppure non vi si trovano; in quest'ultimo caso, si dirigono verso il proprio luogo naturale con un moto che è detto naturale,¹¹ e questo avviene perché "la natura è un principio e una causa del movimento e della quiete in tutto ciò che esiste di per sé e non per accidente".¹² Secondo Husserl, per risollevare l'umanità dalla crisi è necessario recuperare questo τέλος, portando gli individui a riscoprire il *Lebenswelt* o "mondo della vita", a cui appartengono in chiave pre-categoriale. Questo può avvenire solo attraverso un approccio fenomenologico alla realtà, che consente di percepire la ragione universale e innata dell'esistenza: l'insieme dei fenomeni puri in cui essa si manifesta prima di essere sottoposta allo sguardo della scienza, della politica, della religione, dell'ideologia.¹³

¹⁰ Fonte: *Dizionario di filosofia Treccani*, 2009.

¹¹ Boris G. Kuznecov, *Galileo*, Bari, Ed. Dedalo, 1979, p. 90.

¹² Aristotele, *Fisica*, Milano, Ed. Rusconi, 1995, vol. II.

¹³ Edmund Husserl, *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale: introduzione alla filosofia fenomenologica*, Milano, Ed. Il Saggiatore, 1961.

Anche Merleau-Ponty, noto studioso delle teorie di Husserl ed esponente della scuola fenomenologica francese, ha sviluppato la propria riflessione sulla base di queste premesse, addentrandosi in un'analisi più mirata nel campo della percezione. Merleau-Ponty riprende il concetto di *Lebenswelt* ma sottolinea il primato della percezione rispetto all'esistenza di una realtà che trascende la coscienza. La sua posizione presenta numerosi punti di contatto con la *psicologia della Gestalt* (o *della forma*), secondo la quale l'esperienza umana deve essere considerata come un unico fenomeno sovraordinato rispetto alla somma delle sue parti, e non scissa nelle sue componenti secondo la concezione comportamentista della psicologia del tempo. Questa concezione, altamente innovativa, consente di rintracciare le basi del comportamento nel modo in cui la realtà viene percepita, e non in ciò che la costituisce; per questo la teoria della *Gestalt* si svilupperà, in linea con il pensiero di Husserl e Merleau-Ponty, intorno allo studio dei processi percettivi e alla ricerca di una percezione immediata del mondo fenomenico. Nella *Fenomenologia della percezione* Merleau-Ponty propone inoltre una nuova interpretazione delle distinzioni tra *biologico* e *mentale*, concepite come diversi livelli di concettualizzazione del comportamento umano. Nell'essere umano la dimensione biologica (il corpo) coesiste con quella psicologica (la mente) ed è in grado di condizionarla nella percezione della realtà. Allo stesso modo, le "proprietà sensoriali" di una cosa costituiscono un tutt'uno, così come lo sguardo, il tatto e tutti gli altri sensi sono insieme le potenze di uno stesso corpo integrate in una sola azione.¹⁴

La cosa è dunque il correlato del mio corpo e, più in generale, della mia esistenza, della quale il mio corpo è solo la struttura stabilizzata. La cosa si costituisce nella presa del mio corpo su di essa, non è anzitutto un significato per l'intelletto, ma una struttura accessibile all'ispezione del corpo, e se vogliamo descrivere il reale così come ci appare nell'esperienza percettiva, lo troviamo carico di predicati antropologici. Poiché le relazioni tra le cose o fra gli aspetti delle cose sono sempre mediate dal nostro corpo, l'intera natura è la messa in scena della nostra vita, oppure il nostro interlocutore in una sorta di dialogo.¹⁵

Le cose hanno quindi le stesse articolazioni della nostra esistenza e possono trovarsi al termine di uno sguardo o di un'esplorazione sensoriale che le investe di umanità. In questa misura, ogni percezione è una comunicazione, il compimento da parte nostra di un'intenzione estranea, o viceversa è la realizzazione all'esterno delle nostre potenze percettive. Così come avviene tra gli uomini, le cose realizzano un "miracolo dell'espressione": una dimensione interiore si rivela all'esterno e si carica di un significato che non si può comprendere pienamente se non cercandolo con lo sguardo là dove si trova.¹⁶

¹⁴ Maurice Merleau-Ponty, *Fenomenologia della percezione*, Milano, Ed. Il Saggiatore, 1965, p. 415.

¹⁵ *Ibid.*, p. 418.

¹⁶ *Ibid.*, p. 417.

2.2 Architettura sostenibile: naturalizzazione e integrazione

Le istanze filosofiche e psicologiche che caratterizzano l'atto percettivo sono di estrema rilevanza in ambito architettonico: nella costruzione di un luogo artificiale, infatti, è necessario avere piena consapevolezza del potenziale espressivo degli oggetti, della loro correlazione con il mondo fenomenico e del rapporto di interdipendenza che essi stabiliscono con la dimensione biologica e psicologica umana. Questo consente di utilizzare lo spazio costruito per comunicare, creare nuovi stimoli per un'esperienza percettiva, mettere in contatto gli elementi artificiali con il sito che li ospita nel pieno rispetto del *genius loci*, dell'ambiente e delle tradizioni locali. Poiché non esistono modelli di riferimento universali per quanto riguarda la compatibilità e la comunicatività delle strutture, vi sono molteplici possibilità di integrazione degli edifici nell'ambiente, dettate in parte dalla ragione e in parte dall'intuizione. Si può tuttavia riscontrare una tendenza sempre più diffusa all'abbandono dei canoni stilistici precostituiti o individuali in favore di una concezione più dinamica del progetto. Progettare significa infatti comprendere, analizzare e mettere in relazione una molteplicità di fattori in continua evoluzione. Possiamo identificare nella progettazione due fasi principali: la prima consiste nella lettura del luogo, ovvero nell'analisi delle proprietà spaziali, prospettiche, climatiche, geologiche e paesaggistiche del sito, nonché dei fattori culturali, storici e sociali che interagiscono con esso; la seconda consiste invece nella formulazione di idee sulla base dei dati raccolti, ovvero nella creazione di nuovi canoni, di nuove forme e di nuove regole per l'organizzazione degli spazi, cercando di stabilire una stretta correlazione tra le potenzialità dello spazio artificiale e le proprietà intrinseche della dimensione biologica e psicologica umana con cui questi spazi dovranno relazionarsi. Il processo generativo di un edificio si fonda sulla visione o previsione dei suddetti fattori e sull'applicazione del pensiero umano in ambito architettonico, al fine di dare un'interpretazione originale allo spazio attraverso nuove modalità di espressione. In questo senso, il processo progettuale può essere assimilato al processo di creazione artistica e letteraria, da un lato perché è immerso in una ricerca continua di nuove forme espressive e figurative, dall'altro perché risente di influenze esterne di carattere sociale, storico, culturale che vengono incorporate nella "comunicazione" in modo implicito o esplicito, infine perché permette di stabilire una stretta relazione con i propri interlocutori. Secondo l'architetto contemporaneo Steven Holl, studioso e sostenitore delle teorie di Merleau-Ponty, l'architettura presenta tuttavia delle caratteristiche distintive:

A differenza delle altre arti, una costruzione che poggia sul suolo è anche il risultato dell'esperienza di un luogo: il sito di un edificio non è una semplice componente della sua concezione, è un fondamento fisico e metafisico. [...] L'architettura non è tanto un inserimento nel paesaggio quanto lo strumento per spiegarlo: [...] unificando il primo piano, quello di mezzo e le vedute distanti, lega la prospettiva al dettaglio e il materiale allo spazio.¹⁷

Il paesaggio è quindi determinante nella costruzione di un edificio, non rappresenta meramente il suo contesto di inserimento ma un fattore costitutivo della sua stessa forma: la complessità del paesaggio urbano e naturale viene introiettata nell'edificio e percepita dai soggetti che lo osservano come un tutt'uno con esso. La creazione di spazi complessi, l'uso dei materiali, della luce e dell'ombra, dei fenomeni cromatici, della geometria, della texture e dei dettagli consente di trasformare un edificio in un'esperienza sensoriale per i soggetti che vi si relazionano, ed è proprio attraverso il silenzio dei fenomeni percettivi che l'architettura si esprime. A questo proposito Holl dichiara:

La mia battaglia è di cercare ed estrarre il potenziale fenomenico dell'idea di partenza. Credo che la prova della verità dell'architettura stia nei fenomeni generati da un corpo che si muove nello spazio: una cosa che si può sentire e percepire anche senza capire l'intento programmatico dell'architetto. In questo senso l'architettura è un linguaggio universale.¹⁸

Lo scopo principale di un approccio fenomenologico dell'architettura consiste quindi nel consentire ai fruitori dell'ambiente artificiale di prendere parte a una comunicazione universale, in quanto strettamente connessa alla dimensione biologica e psicologica umana. Questo luogo artificiale deve consentire l'identificazione umana e integrarsi con l'ambiente circostante, nel rispetto delle sue caratteristiche naturali, storiche e culturali. Se così non fosse, si finirebbe col creare dei non-luoghi alienanti, che rappresenterebbero per l'uomo un ostacolo all'individuazione del suo *τέλος*. Quali sono allora gli elementi che consentono questo tipo di integrazione degli elementi artificiali con l'ambiente, determinandone la *naturalizzazione*? In primo luogo, la luce naturale rappresenta una forza essenziale: essa è strettamente connessa al passare del tempo e delle stagioni, alla posizione delle ombre e di conseguenza alle condizioni termiche dell'edificio. La luce naturale dà inoltre luogo ai fenomeni della rifrazione e della riflessione sull'acqua e permette, attraverso la trasparenza delle superfici e la geometria delle forme, di creare dei giochi di luce sorprendenti. Anche il calore emanato dal sole può essere sfruttato all'interno dell'edificio: se il vetro di una finestra è collocato all'estremità esterna del muro, può assorbire una quantità maggiore di calore, mentre collocarlo all'estremità interna del muro consente di raffreddare l'ambiente

¹⁷ Steven Holl, *Anchoring*, New York, Princeton Architectural Press, 1989.

¹⁸ Steven Holl, *Parallax, architettura e percezione*, Milano, Ed. Postmedia books, 2004.

interno. Non è da trascurare l'aspetto cromatico: il tono, l'intensità e la saturazione del colore negli spazi artificiali vengono alterati dalla luce naturale e dai colori presenti nell'ambiente circostante. Una colorazione bianca delle mura esterne, ad esempio, permette di catturare il colore rosso del tramonto o i riflessi blu nella neve. Anche la scelta dei materiali è determinante nel creare forme, colori e strutture che rispecchiano quelle del mondo biologico. Il telaio in calcestruzzo può costituire l'esoscheletro dell'edificio, il calore del legno può rivestirlo, il ferro può proteggerlo. A livello di proporzioni, l'armonia volumetrica si crea più facilmente adottando moduli che rispecchiano il rapporto della sezione aurea 1:1,618, mentre l'asimmetria consente di produrre ombre, luci e sensazioni prospettiche in continuo cambiamento. Un altro importante aspetto da considerare è che, all'interno di un edificio, la gamma di prospettive interne si dispiega davanti a chi lo osserva seguendo il percorso compiuto dal suo sguardo. Anche il movimento del corpo crea variazioni prospettiche: la variazione dinamica di spazi originata dalla posizione del corpo in movimento mentre sperimenta lo spazio, altresì definita *parallasse*, è in grado di influire sulla percezione globale dello spazio, per questo la disposizione delle superfici deve essere stabilita sulla base delle posizioni e dei percorsi che il soggetto può adottare al suo interno¹⁹. Il reperimento delle soluzioni migliori in base a un dato contesto non è però un processo sistematico: in primo luogo è necessario saper osservare e ascoltare il luogo, intravedendo le forme potenziali che potrebbe assumere per rispondere a determinate esigenze funzionali, tecniche, economiche, sociali ed espressive. Trattandosi di un'elaborazione che si sviluppa partendo da un'idea, possiamo inoltre riconoscere nell'intuizione architettonica un intrinseco valore artistico, poetico e filosofico.

Per rispondere a tutte le sfide che la progettazione contemporanea si trova ad affrontare, è necessario affiancare all'intuizione e all'osservazione la conoscenza delle più recenti innovazioni tecnologiche sul piano della sostenibilità ambientale. A partire dal XX secolo, il continuo aumento demografico, l'inquinamento ambientale legato al consumo di combustibili fossili e l'aumento esponenziale della produzione industriale hanno portato a conseguenze drastiche e ormai inarrestabili, come il progressivo esaurimento delle risorse naturali, il riscaldamento globale, lo scioglimento dei ghiacci artici e l'effetto serra. Per questo motivo a partire dagli anni '70 del secolo scorso si è reso necessario lo sviluppo di un'architettura sostenibile, ovvero di un insieme di discipline che adottano un atteggiamento ecologicamente corretto nelle fasi di progettazione, costruzione, manutenzione, rinnovamento e demolizione degli edifici. Questo atteggiamento si realizza in ambito architettonico adottando strategie come: un utilizzo parsimonioso delle risorse tradizionali, l'integrazione delle risorse rinnovabili negli edifici, l'impiego di materiali ecologici e

¹⁹ Steven Holl, *House: Black Swan Theory*, New York, Princeton Architectural Press, 2007.

riciclabili, l'utilizzo di macchinari ad alta efficienza energetica. È inoltre essenziale che l'inserimento degli edifici nell'ambiente circostante avvenga in conformità con i principi costitutivi dello sviluppo sostenibile, definito dalla *World Commission on Environment and Development* come "condizione che consente di soddisfare dei bisogni delle generazioni attuali, senza compromettere il benessere di quelle future".²⁰ Il settore edilizio è attualmente responsabile del 33% delle emissioni globali di carbonio, del 25% del consumo di acqua, del 40% del consumo di risorse²¹ e di circa 1/3 del consumo energetico globale; secondo le tendenze attuali, inoltre, si stima che la domanda energetica del settore aumenterà del 60% entro il 2050.²² Anche le risorse del suolo sono ampiamente sfruttate nei processi costruttivi: metà dei minerali estratti dalla crosta terrestre è destinata alla realizzazione di ambienti artificiali, che producono ogni anno 450 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e da demolizione, pari a più di 1/4 dei rifiuti globali.²³ Con la costruzione di nuovi edifici sostenibili, il riadattamento di quelli attualmente esistenti e l'impiego delle tecnologie edilizie sostenibili in commercio, tuttavia, l'architettura sostenibile potrebbe potenzialmente portare le emissioni a 1/4 dei livelli attuali e ridurre i costi energetici di una quota compresa tra il 30% e l'80%.²⁴ Per questo motivo a partire dai primi anni '90 numerose istituzioni e associazioni internazionali hanno dato vita a progetti modello, incontri al vertice, piani d'azione e programmi finalizzati alla ricerca, allo sviluppo e al raggiungimento di nuovi obiettivi nel campo dello sviluppo e dell'architettura sostenibile. Tra questi vanno citati: il Piano d'Azione *Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment* e il programma *Energy in Buildings and Communities Programme* (EBC), promossi dall'Agazia Internazionale dell'Energia (AIE); la *Johannesburg Renewable Energy Coalition* (JREC), coalizione di governi finalizzata al raggiungimento degli obiettivi posti nel corso del *World Summit for Sustainable Development* (WSSD); il progetto *Sustainable Buildings and Climate Initiative* (SBCI), promosso all'interno del *United Nations Environment Program* (UNEP) e l'*Agenda 21*, Piano d'Azione dell'ONU per lo sviluppo sostenibile nel XXI secolo. Per quanto riguarda l'Europa, la Commissione Europea ha stabilito delle direttive per il rendimento energetico e numerosi provvedimenti, come la presentazione obbligatoria di certificati di efficienza energetica ai clienti per la vendita o l'affitto di alloggi, che hanno portato a una parziale riduzione dei consumi. La strategia "Europa 2020" ha posto un ulteriore importante e difficile obiettivo: l'aumento del 20% della produzione energetica da fonti rinnovabili, l'aumento del 20% del risparmio energetico e la riduzione del 20% delle

²⁰ World Commission on Environment and Development - *Rapporto Brundtland*, 1987.

²¹ Fonte: <http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>.

²² AIE, *World Energy Outlook*, 2009/2010.

²³ http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2004/com2004_0060it01.pdf.

²⁴ Fonte: <http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>.

emissioni di gas serra entro il 2020.²⁵ Conoscere l'architettura sostenibile non è però prioritario solo nell'ambito delle istituzioni internazionali e dei tecnici del settore. Ogni singolo individuo può investire in questo campo e adottare alcuni accorgimenti, in fase di progettazione come nel normale utilizzo degli edifici, che possono ridurre o addirittura dimezzare i consumi energetici e le emissioni di gas serra. Quali sono, quindi, le caratteristiche che rendono un edificio *sostenibile*?

Abbiamo già enunciato alcune considerazioni di tipo culturale, filosofico e psicologico che precedono la formulazione di un progetto e l'importanza della *naturalizzazione* dello spazio artificiale, che avviene sfruttando le potenzialità degli elementi naturali all'interno dell'edificio. Un'altra caratteristica essenziale perché un edificio possa essere definito *sostenibile* è una progettazione consapevole a livello scientifico e tecnologico che preveda, oltre all'inserimento compatibile dell'edificio nell'ambiente, l'integrazione delle energie rinnovabili al suo interno:

- **Energia solare:**

Si possono distinguere due sistemi per il guadagno di energia solare: i *sistemi solari attivi* e i *sistemi solari passivi*. Si definisce "passivo" un sistema che consente di accumulare e distribuire il calore prodotto dalle radiazioni solari senza impiego di installazioni, sfruttando l'*effetto serra* e la *massa termica* dell'edificio. Nel primo caso si può parlare di guadagno solare *diretto*: l'effetto serra permette infatti, sfruttando l'energia solare che entra nell'edificio attraverso delle superfici trasparenti, di riscaldare direttamente gli ambienti. Le radiazioni solari a bassa lunghezza d'onda attraversano il materiale trasparente, ad esempio una lastra di vetro, e si accumulano nell'ambiente interno, dove avviene uno scambio di calore per convezione con l'aria; a questo punto le stesse radiazioni subiscono un aumento di temperatura che porta la loro lunghezza d'onda ad aumentare oltre i 9 μm (circa 30-35°C) e non riescono ad attraversare nuovamente la superficie vetrata: l'energia solare viene così intrappolata in forma termica. Per questo motivo, una buona disposizione delle vetrate all'interno dell'edificio consente di raccogliere una quantità maggiore di calore d'inverno o viceversa di evitare il riscaldamento eccessivo d'estate. La facciata rivolta a sud generalmente ha il più elevato guadagno termico, seguita dalle facciate rivolte a sud-est e a sud-ovest. Aumentare le dimensioni delle finestre rivolte verso sud consente quindi di accumulare una quantità maggiore di calore, riducendo la necessità di riscaldamento d'inverno. Diversamente, nel periodo estivo è necessario schermare le superfici vetrate maggiormente esposte al sole, impedendo alle radiazioni di entrare nell'edificio e di surriscaldare gli ambienti. Per quanto riguarda invece i sistemi solari a guadagno *indiretto*, è la *massa termica* delle pareti esterne ad accumulare il calore

²⁵ Fonte: http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf.

solare e a trasferirlo poi all'interno dell'edificio per convezione e irraggiamento. Appartengono a questa categoria i *muri solari*, come ad esempio i *muri massivi* e il *muro di Trombe-Michel*: mentre i muri massivi sono privi di aperture, il muro di Trombe-Michel è un muro solare con aperture superiori e inferiori che consentono la ventilazione naturale all'interno dell'ambiente riscaldato. Per poter immagazzinare e trasmettere il calore all'interno, le pareti devono essere costituite da materiali di costruzione pesanti (mattoni, calcestruzzo, pietre arenarie calcaree) ed essere rivolte verso sud. Normalmente i muri solari sono verniciati con colori scuri (per aumentare l'assorbimento delle radiazioni solari fino al 95%) e protetti all'esterno da una vetrata, posta a circa 10 cm dal muro, che riduce la dispersione del calore. Uno dei principali vantaggi dei sistemi passivi è costituito dal fatto che la trasmissione del calore nell'edificio avviene quando la temperatura accumulata è più elevata di quella dell'aria all'interno, quindi anche dopo l'irradiazione solare; in questo modo il calore accumulato durante il giorno viene rilasciato nelle ore serali e notturne o nei giorni più freddi. Naturalmente, nonostante i sistemi solari passivi non necessitino di impianti per l'accumulo di energia elettrica, particolare attenzione va posta all'isolamento delle superfici, alla loro massa termica e alla loro ermeticità, per evitare le perdite d'aria e di calore.

I sistemi solari "attivi" sono invece costituiti da dispositivi che permettono di captare le radiazioni solari e di convertirle in energia elettrica e termica. Questi dispositivi, definiti *collettori* per la loro capacità di captare le radiazioni solari, possono essere di due tipi: *collettori solari fotovoltaici* e *collettori solari termici*. I collettori solari fotovoltaici sono utilizzati per produrre energia elettrica sfruttando l'*effetto fotovoltaico*. Questo fenomeno si verifica con l'esposizione alle radiazioni solari di alcuni materiali semiconduttori, come il *silicio* e l'*arseniuro di gallio*; i *fotoni*, che costituiscono i campi elettromagnetici delle radiazioni solari, vengono assorbiti dal materiale, causando uno spostamento degli elettroni al suo interno e dando vita a una carica elettrica. Ogni collettore è costituito da celle fotovoltaiche, che generalmente misurano 125x125 mm e hanno uno spessore compreso tra 0,25 e 0,35 mm. Possono essere costituite da silicio monocristallino, policristallino o amorfo e sono in grado di produrre, con un irraggiamento di 1 kW/m² a una temperatura di 25°C, una corrente di intensità compresa tra i 3 e i 4 A. I *collettori solari termici*, diversamente, utilizzano alcuni materiali a buona conduzione termica (ad esempio metalli e leghe come rame o acciaio) per formare una *piastra captante*, in grado di catturare le radiazioni solari e cedere con facilità il calore accumulato. La piastra viene trattata con vernici scure o opache, che eliminano le perdite di luce solare per riflessione e aumentano la capacità di assorbimento del calore, inoltre è attraversata da una serie di canalizzazioni, al cui interno scorre un *fluido termovettore* (generalmente una soluzione di acqua e glicole propilenico) che deve essere riscaldato. Poiché la maggior quota possibile di energia solare incidente deve essere trasferita al fluido, la piastra

captante è inserita tra due *strati isolanti* (spesso poliuretano, lana di vetro, lana di roccia o lana di poliestere) che impediscono la dispersione energetica; due *lastre trasparenti di copertura* (in vetro o polycarbonato), poste all'esterno dei materiali isolanti, consentono inoltre di massimizzare la penetrazione delle radiazioni solari nel collettore. Il tutto è inserito in una *scatola di contenimento* che costituisce l'unità strutturale dei moduli solari termici. Una volta riscaldato, il fluido termovettore viene riversato in un serbatoio, in cui l'energia termica viene accumulata per un successivo utilizzo, ad esempio per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria.

Energia eolica:

Nonostante l'installazione negli spazi aperti consenta un rendimento energetico notevolmente maggiore, l'energia eolica rappresenta un'altra importante risorsa rinnovabile che può essere integrata negli edifici. Esistono diversi tipi di turbine eoliche (Savonius, Darrieus, multipala...), tuttavia le turbine più diffuse per l'integrazione negli edifici sono le turbine assiali, che possono essere di due tipi: *ad asse orizzontale* o HAWT (Horizontal-Axis Wind Turbine) oppure *ad asse verticale* o VAWT (Vertical-Axis Wind Turbine). Un'ulteriore classificazione può essere applicata in base alla potenza nominale: è definito *mini-eolico* un impianto con una potenza nominale compresa tra i 20 kW e i 200 kW, mentre per *micro-eolico* si intendono impianti con potenza nominale inferiore ai 20 kW. A prescindere dalla potenza dell'impianto, i generatori eolici assiali hanno i medesimi principi di funzionamento: quando il vento raggiunge la *velocità minima di avvio* imprime il movimento alle *pale* (generalmente in fibra di vetro o lega di alluminio); l'energia cinetica viene quindi trasferita al *rotore*, che a sua volta la trasmette all'*albero di trasmissione*, imprimendogli un moto rotatorio all'interno della *navicella*; un *generatore elettrico* posto al termine dell'albero di trasmissione converte il moto rotatorio in energia elettrica, che viene poi convogliata nei cavi che scorrono all'interno della *torre* e infine distribuita nella rete elettrica. La maggior parte degli impianti eolici sono inoltre dotati di un *inverter*, che trasforma la corrente continua in corrente alternata a 220 V, adatta al consumo.

Energia idraulica:

Rispetto ai grandi impianti idroelettrici, che pur non producendo inquinamento hanno un impatto consistente sul paesaggio e riducono le possibilità di utilizzo delle risorse idriche, gli impianti idroelettrici su piccola scala sono differenziati, distribuiti sul territorio, gestiti in piccole comunità e integrati per un uso vario ed equilibrato delle acque; costituiscono quindi un'importante risorsa in ambito residenziale, commerciale e agricolo per piccole località. Si possono individuare: *micro impianti*, con potenza inferiore ai 100 kW, *mini impianti*, con potenza compresa tra 100 kW e

1000 kW, e infine *piccoli impianti*, con potenza compresa tra 1000 kW e 10000 kW. Il loro utilizzo è molteplice: possono essere impiegati per il rifornimento degli acquedotti e dei sistemi di irrigazione collegati a gruppi di edifici, oppure per l'approvvigionamento energetico di edifici singoli, quartieri o comunità isolate. L'alto rendimento energetico, i bassi costi di investimento e la capacità di migliorare le condizioni idrogeologiche del territorio hanno portato questa tecnologia a un crescente sviluppo.

Energia da fonti biologiche:

L'energia da fonti biologiche, detta anche *bioenergia*, si ottiene dalla conversione di biomassa in vari tipi di combustibile biologico. A questo proposito va ricordato che per *biomassa* si intende "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".²⁶ È particolarmente significativo in ambito edilizio l'impiego di *combustibili organici* per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua. Un esempio è costituito dalle *caldaie a pellet*, che sfruttano un combustibile costituito da legno vergine essiccato e pressato in piccoli cilindri. Grazie all'elevato rendimento energetico (spesso superiore al 90%) e alla semplicità di utilizzo, le caldaie a *pellet* stanno avendo una sempre maggiore diffusione. Inoltre, un bruciatore a *pellet* può essere collocato all'esterno delle caldaie a gas o gasolio, riadattando l'impianto preesistente senza costosi rinnovamenti. Un altro importante vantaggio è costituito dalla completa automazione del sistema di carica del combustibile, che viene prelevato direttamente dal serbatoio di stoccaggio. Negli impianti di riscaldamento a *pellet*, un microprocessore regola e ottimizza l'ingresso del *pellet* e dell'aria nella camera di combustione, un *accumulatore* minimizza i tempi di accensione e spegnimento, e uno *scambiatore di calore a condensazione* consente di aumentare la potenza termica del 10-20% a seconda del fluido e della temperatura del circuito di ritorno, aumentando il rendimento energetico oltre al 100%.

Energia geotermica:

È definita *geotermica* l'energia generata per mezzo di fonti geologiche di calore, ovvero sfruttando il calore presente in strati più profondi della crosta terrestre. In passato non sempre era possibile utilizzare questo tipo di energia, in quanto i *pozzi geotermici* si trovavano a profondità tali da renderne spesso impossibile l'accesso. Occorreva pertanto individuare i pozzi accessibili e valutare la fattibilità della realizzazione a seconda della conformazione geologica locale. Le recenti

²⁶ Fonte: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=Oj:L:2009:140:0016:0062:it:PDF>, p.27.

innovazioni scientifiche hanno però portato allo sviluppo della tecnologia delle *pompe di calore*, in grado di sfruttare il calore geotermico anche a temperature meno elevate (12 - 14°C) e adatte all'integrazione negli edifici. Il principio di funzionamento delle pompe di calore consiste essenzialmente nella trasmissione del calore da un ambiente a bassa temperatura, definito "sorgente fredda" a un ambiente con temperatura più elevata, definito "sorgente calda". Le pompe di calore geotermiche impiegate in ambito edilizio sono generalmente *a compressione*: comprimono un fluido *termovettore* per trasformarlo ciclicamente da liquido a gassoso e viceversa, ovviando al problema del suo esaurimento (dovuto all'evaporazione). Il fluido (generalmente acqua) attraversa una *valvola di laminazione*, ovvero una strozzatura che degrada la pressione in attrito. Entra quindi nell'*evaporatore*, dove passa dallo stato liquido allo stato gassoso sottraendo calore alla sorgente fredda; nel *compressore* viene sottoposto a pressione con conseguente aumento della temperatura; raggiunge poi il *condensatore*, ovvero il radiatore posto all'interno dell'edificio, dove cambia di fase rilasciando il calore di liquefazione all'esterno. Il vapore torna quindi allo stato liquido ed entra nuovamente nella valvola di laminazione, iniziando un nuovo ciclo. Con questa procedura è possibile utilizzare l'energia termica per riscaldare i locali (che costituiscono la "sorgente calda") o per il riscaldamento dell'acqua. La maggior parte delle pompe di calore è inoltre reversibile, pertanto si può attuare anche il procedimento inverso, utilizzando le pompe di calore come condizionatori nella stagione estiva. Questa tecnologia permette quindi di coprire i consumi legati al riscaldamento e al raffreddamento degli edifici, in qualsiasi condizione geologica e climatica.

Oltre all'integrazione delle energie rinnovabili, una serie di comportamenti e strategie consentono di migliorare l'efficienza energetica dell'edificio riducendone al contempo le emissioni di gas serra. Per quanto riguarda lo smaltimento dei rifiuti, alcune pratiche ecologiche sono il riciclaggio, lo smaltimento degli scarichi fognari tramite *fitodepurazione* e il compostaggio; anche l'impiego di materiali di costruzione sani, organici o riciclabili, privi di *composti organici volatili*, evita di produrre rifiuti da demolizione ed emissioni inquinanti, consentendo al contempo una maggiore flessibilità di utilizzo all'interno del ciclo di vita dell'edificio. A livello di risparmio energetico, l'utilizzo di dispositivi elettrici a basso consumo, l'alta efficienza dei macchinari, il risparmio dell'acqua e il recupero di calore dagli impianti consente di evitare gli sprechi. Per quanto riguarda la produzione di energia, lo stoccaggio di energia elettrica e termica e l'utilizzo di tecnologie di cogenerazione consentono di ottimizzare ulteriormente il guadagno energetico.

Nel capitolo seguente saranno presentate in dettaglio le applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici, le più recenti ricerche nel campo degli edifici a consumo zero e le prospettive sulla riduzione del consumo energetico e delle emissioni di gas serra in ambito edilizio.

CAPITOLO TERZO

Traduzioni

1. Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici

L'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici consiste essenzialmente nella combinazione delle caratteristiche di diverse risorse rinnovabili. Un sistema di approvvigionamento energetico, integrato in misura adeguata e ragionevole negli edifici, consente di creare un rapporto armonioso con l'ambiente circostante e di spianare nuove strade per un'edilizia globale a prova di clima (Climate-proof Housing).

1.1 Introduzione

Le caratteristiche delle energie rinnovabili sono: la bassa densità energetica (come nel caso dell'energia solare e della bioenergia); la stretta correlazione con il territorio (come nel caso dell'energia solare termoelettrica, eolica, mareomotrice, geotermica, ecc) e la stretta correlazione con il tempo e le stagioni (come nel caso dell'energia solare, eolica, idroelettrica, ecc). Per l'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici è necessario considerare tutti questi fattori.

Mentre la produzione di energia dai combustibili fossili causa emissioni di gas serra inquinanti, l'utilizzo di energie rinnovabili può ridurre significativamente le emissioni di gas serra e i cambiamenti climatici legati al riscaldamento globale. D'altro canto, però, bisogna prestare attenzione all'impatto che le risorse rinnovabili impiegate potrebbero avere sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

Uno dei principali edifici a prova di cambiamenti climatici finora realizzati utilizzando le risorse energetiche è la *casa passiva* (Passivhaus); inoltre gli *edifici indipendenti* (Autonomous), *a emissioni di carbonio zero* (Zero Carbon) e *a consumo energetico zero* (Zero Energy), insieme ad altri, presentano numerosi esempi di utilizzo pratico delle risorse rinnovabili.

Questo capitolo descrive gli edifici a prova di cambiamenti climatici già realizzati e al

contempo come potrebbero essere realizzati in futuro. In seguito approfondisce l'integrazione negli edifici di: generatori di energia fotovoltaica, energia solare termica, energia eolica su piccola scala, celle a combustibile, energia micro-idroelettrica e bioenergia. Le integrazioni delle energie rinnovabili negli edifici sono quindi sintetizzate con rappresentazioni grafiche.

1.2 La strada verso un'edilizia a prova di cambiamenti climatici

1.2.1 Edifici a prova di cambiamenti climatici finora realizzati

1.2.1.1 Case passive

Uno dei principali edifici a prova di cambiamenti climatici realizzati utilizzando le risorse rinnovabili è la casa passiva. Nel 1990 a Darmstadt, in Germania, è stata progettata e costruita la prima casa passiva, visibile nell'immagine 1-1. L'immagine 1-2 delinea invece un profilo delle principali caratteristiche delle case passive.



Immagine 1-1 Facciata a sud della prima casa passiva costruita nel quartiere di Kranichstein, Darmstadt. (Fonte: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Deutschland)



Immagine 1-2 Principali caratteristiche delle case passive (Fonte: Wikipedia)

1.2.1.2 Edifici indipendenti

I cosiddetti *edifici indipendenti* (Autonomous) sono stati sviluppati dopo le case passive, quando nel 1993 il *Dipartimento di Architettura dell'Università di Nottingham* ne ha costruito un prototipo nei dintorni di Southwell Minster. Non solo questo edificio è a zero emissioni di carbonio, ma non necessita nemmeno del collegamento con l'esterno per la fornitura di energia elettrica; eccezion fatta per il collegamento telefonico, infatti, è collegato alla rete elettrica pubblica solo per trasferirvi l'elettricità in eccesso prodotta dai moduli solari fotovoltaici.

Questo è l'edificio indipendente progettato da Robert Vale e Brenda Vale. L'immagine 1-3 illustra la sezione del tetto, delle mura e del pavimento. Tra le sue caratteristiche vi sono uno strato a elevato isolamento termico, un'elevata massa termica e una struttura rinforzata.

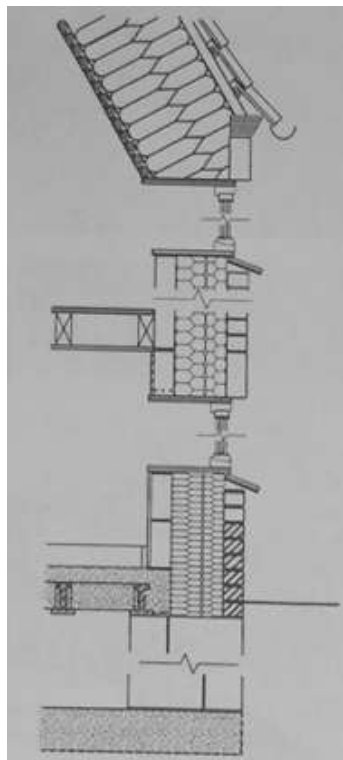


Immagine 1-3 Sezione del tetto, delle mura e del pavimento di un edificio indipendente (Fonte: Peter Smit)

1.2.1.3 Case passive alimentate a energia solare

Oltre alla progettazione di edifici indipendenti, Robert Vale e Brenda Vale si sono occupati anche della costruzione della prima casa ecologica autosufficiente o *casa solare passiva* (Passive

Solar House) ad Hockerton. Gli interni, gli esterni, le risorse rinnovabili, la pianificazione e il design del progetto di edilizia residenziale di Hockerton (Hockerton Housing Project, HHP) sono sintetizzati nell'immagine 1-4.



Immagine 1-4 Esterni, interni, risorse rinnovabili, pianificazione e design dell'HHP (Fonte: Hockerton Housing Project)

Il progetto HHP è stato realizzato nel 1998, dopo 3 anni di progettazione e 18 mesi di lavori per la costruzione. Non si tratta solo del primo edificio a consumo zero inglese, la sua autosufficienza nel bilancio tra input e output energetico l'ha reso il quartiere residenziale con il più elevato guadagno energetico e con il minor costo energetico rispetto al ciclo di vita europeo. Le sue caratteristiche principali sono le seguenti:

- 1) Utilizza il più possibile materiali di costruzione sani, organici o riciclabili, per un'autosufficienza su più vasta scala.
- 2) La casa è suddivisa in lotti e se non d'inverno, quando sfrutta l'energia solare passiva, non necessita di riscaldamento.
- 3) Due turbine eoliche forniscono 225 kW di energia e insieme ai generatori fotovoltaici forniscono in totale 3400 kWh all'anno di energia.
- 4) C'è un sistema di auto-manutenzione degli impianti per la fornitura e lo scarico dell'acqua.
- 5) Vi sono cinque unità residenziali, ognuna dotata di un balcone e interrata sul retro (rivolto verso nord) da un terrapieno, in modo da aumentare la massa termica.
- 6) Le residenze sono state disposte a intervalli standard di 3.2 m in modo da agevolare la costruzione. In totale la facciata rivolta verso sud misura 19 m e su di essa vi sono finestre alla francese alte 3 m.
- 7) Le stanze di servizio che non hanno grande necessità d'illuminazione naturale, come le camere o i bagni, sono poste sul retro della casa.
- 8) La superficie a sudovest è costituita da 10 hm² di pendio, in origine destinato all'uso agricolo e ora adibito alla coltivazione e all'allevamento per uno sviluppo sostenibile e una maggiore autosufficienza. Inoltre, è possibile utilizzare il sistema di fitodepurazione a canneto per il trattamento delle acque reflue.

1.2.1.4 Case solari a Friburgo, Germania

Nel 1992 il *Fraunhofer Institute for Solar Energy Research* ha costruito la prima casa solare a Friburgo in Brisgovia. L'immagine 1-5 ne illustra l'aspetto.



Immagine 1-5 La prima casa solare costruita a Friburgo in Brisgovia
(Fonte: Fraunhofer Institute for Solar Energy Research)

Data la flessibilità dell'autosufficienza energetica emersa nel corso delle misurazioni, questa casa solare può essere definita un progetto sperimentale. Le facciate a sud, est e ovest sono state delimitate da un muro di Trombe.

In questi muri 300 mm di blocchi di silicato di calcio sono stati ricoperti da materiale isolante trasparente (Transparent Insulation Material, TIM) rivestito a sua volta da lastre di polimetilmetacrilato (*plexiglass*) con struttura a nido d'ape. Tra i due strati sono stati quindi posti materiali di schermatura. Con l'apertura o la chiusura dei sistemi di schermatura, il valore di *trasmissione termica* U rispettivamente è di $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$ o $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$. La facciata a nord, priva di corpi isolanti trasparenti, è composta da 300 mm di silicato di calcio e 240 mm di fibra di cellulosa rivestita all'esterno da un pannello di legno protettivo. Le finestre, con tre strati di vetro isolante e valore di U pari a $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$, all'epoca potevano essere definite di prima scelta.

Sul tetto vi sono generatori fotovoltaici in grado di fornire tutta l'energia necessaria e collettori solari in grado di fornire il calore necessario per il riscaldamento dell'acqua. La caratteristica distintiva di queste celle fotovoltaiche è la capacità di emettere e ricevere l'idrogeno prodotto da unità di elettrolisi, alimentando continuamente le celle a combustibile.

L'unico difetto di questa realizzazione sperimentale è che la capacità delle celle a combustibile non è sufficiente quando la temperatura è particolarmente bassa.

1.2.2 I quartieri residenziali verdi finora realizzati

Con il passare del tempo, il successo della casa solare sperimentale e il suo sempre più diffuso impiego hanno indotto la città di Friburgo a riporre le proprie aspettative in un futuro utilizzo dell'energia solare ad alta efficienza energetica e in un futuro sviluppo sostenibile delle risorse rinnovabili nell'industria edile. Nel 2008 la rivista *Observer* ha descritto Friburgo come la città più verde del mondo. La città comprende ormai molti altri edifici simili, come case passive con bassissimi standard di consumo energetico che raggiungono i 15 kWh/(m² * a). L'immagine 1-6 mostra una panoramica dell'area residenziale verde di Friburgo.



Immagine 1-6 Panoramica dell'area residenziale verde di Friburgo
(Fonte: L. Alter)

Il progetto dell'area residenziale verde di Friburgo è basato sull'esposizione alla luce solare. L'approvvigionamento energetico per questo progetto proviene in larga misura dall'energia solare, utilizzata in due diverse forme:

- 1) Attraverso generatori fotovoltaici: non vi sono accumulatori elettrici locali, il generatore è collegato direttamente alla rete elettrica e può utilizzare l'energia che essa fornisce in qualsiasi momento.
- 2) Attraverso campi di collettori solari (Sonnenschiff): l'energia termica che proviene dai campi di collettori solari rifornisce la rete di distribuzione dell'acqua calda, che consente il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua in tutta l'area residenziale.

Le comunità che non hanno ancora impianti di cogenerazione (CHP) utilizzano invece gas naturali (20%) e combustibili provenienti da materiali di scarto della lavorazione del legno nell'area della Foresta Nera (80%). Attraverso pompe di calore geotermiche ottengono inoltre il riscaldamento d'inverno e il raffreddamento d'estate. L'immagine 1-7 illustra, i controlli fondamentali previsti dalle tradizioni progettuali nelle case nell'area residenziale verde a energia solare.

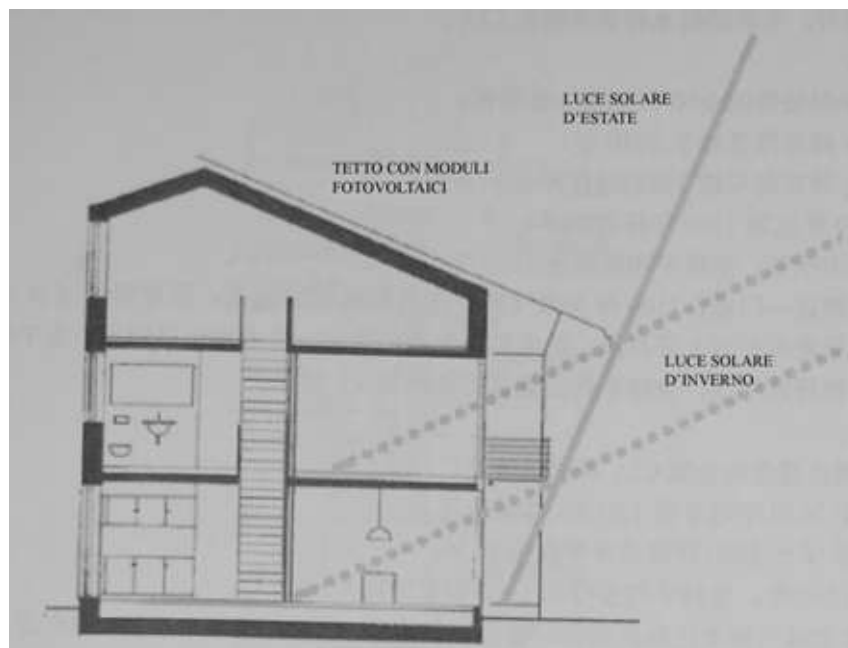


Immagine 1-7 controlli fondamentali previsti dalle tradizioni progettuali nelle case dell'area residenziale verde a energia solare (Fonte: Disch)

1.2.3 Il futuro degli edifici a prova di cambiamenti climatici

1.2.3.1 I quattro scenari di evoluzione del clima globale

Secondo il rapporto della *UK Construction Sector Unit*, mancando il sostegno del governo raggiungere uno standard di emissioni di carbonio pari a zero entro il 2016 è chiaramente impossibile.

In primo luogo bisogna fare una distinzione tra due concetti: *a carbonio neutro* (carbon neutral) e *a emissioni di carbonio zero* (zero carbon). Gli edifici *a carbonio neutro* possono compensare le emissioni di carbonio con il proprio input energetico: nei Paesi in via di sviluppo, ad esempio, le emissioni di carbonio possono essere compensate con la realizzazione di progetti che

utilizzano le risorse rinnovabili o con valide iniziative di rimboschimento. Con l'espressione *a emissioni di carbonio zero* si indicano invece gli edifici o i provvedimenti che consentono di avere una media annua di emissioni di CO₂ pari a zero. Per quanto riguarda gli edifici, le emissioni di carbonio possono essere compensate dall'integrazione di energie rinnovabili o dal reperimento in loco delle stesse.

Portare le emissioni di carbonio a zero non è tuttavia sufficiente: secondo Vicky Pope, direttrice del *Dipartimento di Studi sui Cambiamenti Climatici* dell'*Ufficio Meteorologico Inglese* (Met Office), oggi abbiamo le prove inconfutabili dell'influenza che i cambiamenti climatici potrebbero avere sul nostro pianeta nel 2100. Questi cambiamenti sono quindi stati analizzati secondo 4 diverse ipotesi (scenari):

Primo scenario:

- 1) A partire dal 2010, le emissioni globali di CO₂ inizieranno a diminuire.
- 2) Le emissioni di CO₂ si ridurranno con un tasso annuo del 3%.
- 3) Nel 2050, le emissioni di CO₂ saranno ridotte del 47%.
- 4) Nel 2100 la temperatura media globale avrà un aumento da 2.1 a 2.8 °C rispetto al 1990.

Oltre a questi cambiamenti, il 20- 30% delle specie di tutto il mondo sarà a rischio di estinzione; aumenteranno le minacce di tempeste e inondazioni; la temperatura globale aumenterà di 2°C e più portando la flora e il terreno a perdere la capacità di assorbire CO₂; l'acqua del mare diventerà calda e assorbirà una quantità ancora minore di CO₂.

Secondo scenario:

- 1) Le emissioni globali di CO₂ inizieranno a ridursi presto, ma lentamente.
- 2) La riduzione delle emissioni di CO₂ inizierà nel 2010.
- 3) Le emissioni di CO₂ si ridurranno con un tasso annuo dell'1%.
- 4) Nel 2050 si raggiungeranno i livelli di emissioni del 1990.
- 5) Nel 2100 la temperatura media globale avrà un aumento da 2.9 a 3.8 °C rispetto al 1990.

Oltre a questi cambiamenti, le zone umide costiere si ridurranno del 30%; lo scioglimento dei ghiacci farà aumentare di alcuni metri il livello del mare; ondate di caldo renderanno difficile vivere in un clima salubre e faranno alternare inondazioni e periodi di siccità; a causa delle emissioni di metano dovute all'idrossidazione dei mari e dei ghiacci, la temperatura media del pianeta potrebbe aumentare fino a più di 4°C.

Terzo scenario:

- 1) La diminuzione di emissioni globali di CO₂ sarà tardiva e lenta.
- 2) Dal 2030 le emissioni di CO₂ si ridurranno con un tasso annuo dell'1%.
- 3) Nel 2050 il livello di emissioni sarà più alto del 76% rispetto al 1990.
- 4) Nel 2100 la temperatura media globale avrà un aumento da 4 a 5.2 °C rispetto al 1990.

Oltre a questi cambiamenti, 15 milioni di persone saranno a rischio di disastri alluvionali e saranno 3 milioni gli sfollati a causa delle inondazioni; il riscaldamento globale avrà ripercussioni su scala mondiale, in particolare per quanto riguarda la produzione di alimenti alle basse latitudini.

Quarto scenario:

- 1) Il livello delle emissioni globali di CO₂ rimarrà costante e senza miglioramenti per tutto il ventunesimo secolo.
- 2) Nel 2050 il livello di emissioni sarà più alto del 132% rispetto al 1990.
- 3) Nel 2100 la temperatura media globale avrà un aumento da 5.5 a 7.1 °C rispetto al 1990.

Nel 2100 l'influenza dei cambiamenti climatici globali porterà probabilmente a conseguenze estreme e sconosciute: come minimo le principali specie animali saranno estinte; vi sarà una grave erosione costiera; le zone che si trovano sotto il livello del mare saranno sommerse; i ghiacci artici si ridurranno di una quota compresa tra il 10% e il 20%.

Anche utilizzando i fondi della comunità internazionale per far fronte ai cambiamenti climatici e favorire il progresso, le probabilità che si possa entrare nel terzo o quarto scenario sono alte. Oltre a queste prospettive pessimistiche bisogna tener conto anche della carenza di risorse energetiche, che rende indispensabile aumentare l'efficienza energetica.

1.2.3.2 La necessità di progettazione di nuovi edifici a prova di cambiamenti climatici

Oggi per alcuni versi gli standard edilizi nei Paesi industrializzati tengono conto dell'influenza dei cambiamenti climatici globali, soprattutto perché le loro conseguenze negative potrebbero essere più rapide rispetto alle previsioni. È stato predetto che l'87% degli edifici attuali sarà mantenuto fino al 2050, di conseguenza è arrivato il momento di prendere in considerazione

l'influenza negativa dei cambiamenti climatici, rendendo effettivi e d'obbligo gli standard edilizi nel giro di qualche anno.

Anche se gli esseri umani riuscissero a controllare in modo efficace le emissioni di CO² fino all'esaurimento dei combustibili fossili, il loro utilizzo avrebbe comunque conseguenze inevitabili e sempre più frequenti, come:

- 1) Catastrofi causate da tifoni e trombe d'aria;
- 2) Temperature estremamente calde o estremamente fredde;
- 3) Precipitazioni tali da causare disastri alluvionali e inondazioni;
- 4) Ripetuti periodi di siccità;
- 5) Conseguenze drammatiche, soprattutto nei campi coltivati, in seguito alle inondazioni e ai disastri alluvionali;
- 6) Aumento del tasso d'innalzamento del livello del mare, che attualmente ha già raggiunto i 3 mm all'anno.

L'immagine 1-8 mostra alcune proposte di design strutturale degli edifici in grado di contrastare parzialmente l'influenza negativa dei cambiamenti climatici.



a)



b)

Immagine 1-8 Proposte di design strutturale degli edifici in grado di contrastare l'influenza negativa dei cambiamenti climatici

- a. Dettagli del design strutturale
 - b. Struttura a telaio in acciaio con strato inferiore aperto
- (Fonte: Peter F. Smith)

1.3 Generatori di energia solare fotovoltaica integrati negli edifici

1.3.1 Sviluppo dei pannelli fotovoltaici

Le integrazioni di generatori fotovoltaici negli edifici hanno avuto un rapido sviluppo e secondo le stime dell'*UK Energy Save Trust* potrebbero coprire il 40% del fabbisogno energetico inglese.

I generatori fotovoltaici integrati negli edifici (Building-Integrated PhotoVoltaics, BIPV) sostituiscono con materiali fotovoltaici parte dei materiali di costruzione che normalmente si usano per il rivestimento dell'involucro edilizio, ad esempio sui tetti, sui lucernari o sulla facciata anteriore. I materiali fotovoltaici vengono integrati sempre più frequentemente nei nuovi edifici, diventando una fonte primaria o ausiliaria di energia elettrica. Naturalmente, anche negli edifici già esistenti si intraprendono lavori per il rinnovamento e l'implementazione di BIPV.

L'immagine 1-9 mostra una fase dell'installazione di impianti fotovoltaici integrati sulle tegole di un tetto.



Immagine 1-9 Installazione di impianti fotovoltaici integrati sulle tegole di un tetto
(Fonte: Dow Powerhouse)

Il chiaro vantaggio dei generatori fotovoltaici integrati negli edifici (BIPV) rispetto a molti altri sistemi non integrati risiede nel fatto che l'investimento iniziale per l'acquisto di materiali di costruzione originali può essere rimpiazzato in parte dall'acquisto di moduli BIPV. Questo vantaggio ha fatto sì che i BIPV diventassero il settore produttivo con la più rapida crescita nell'industria dei generatori fotovoltaici.

I moduli fotovoltaici sono stati impiegati negli edifici a partire dagli anni '70, soprattutto nelle aree più remote e prive di collegamento con la rete elettrica. Negli anni '80 i moduli fotovoltaici presenti negli edifici hanno iniziato a produrre energia attraverso impianti collegati in parallelo alla rete elettrica. Dagli anni '90 è stato possibile commerciare i componenti edili per la generazione di energia fotovoltaica integrata negli edifici.

1.3.2 La struttura a celle

L'immagine 1-10 illustra una sezione laterale parziale e ingrandita della struttura a celle nei generatori fotovoltaici integrati negli edifici.

1.3.3 I controlli fondamentali per la progettazione

Alcuni controlli fondamentali per la progettazione di generatori fotovoltaici integrati negli

edifici sono: verificare l'angolo d'incidenza dei raggi solari d'inverno e d'estate; regolare il passaggio della luce del sole con le persiane e i cornicioni; verificare la massa termica; controllare l'assorbimento e la dispersione della luce solare. Nell'immagine 1-11 sono illustrati questi elementi fondamentali.

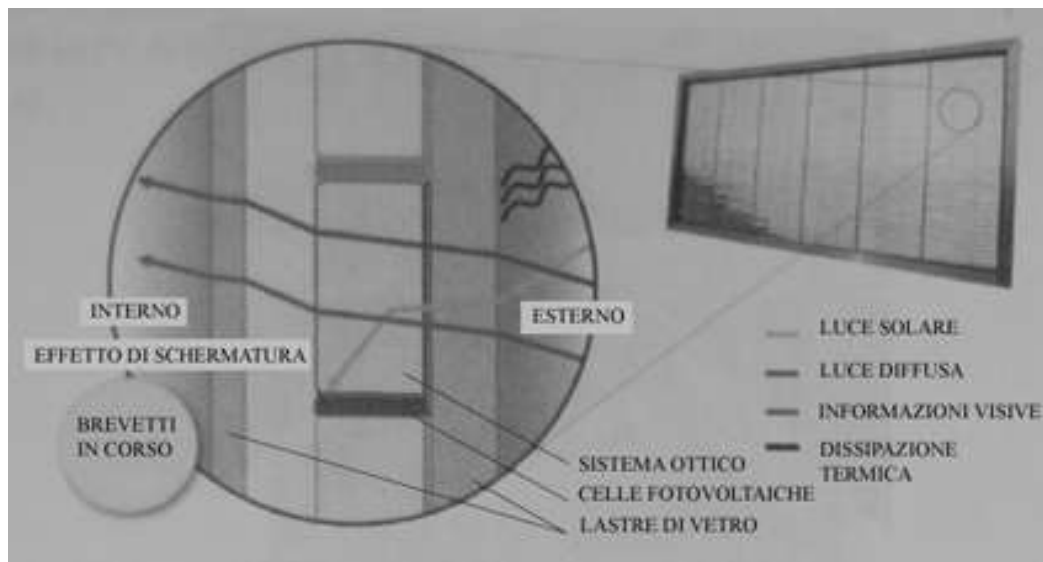


Immagine 1-10 Sezione laterale delle celle nei generatori fotovoltaici integrati negli edifici.
(Fonte: Pythagoras Solar)

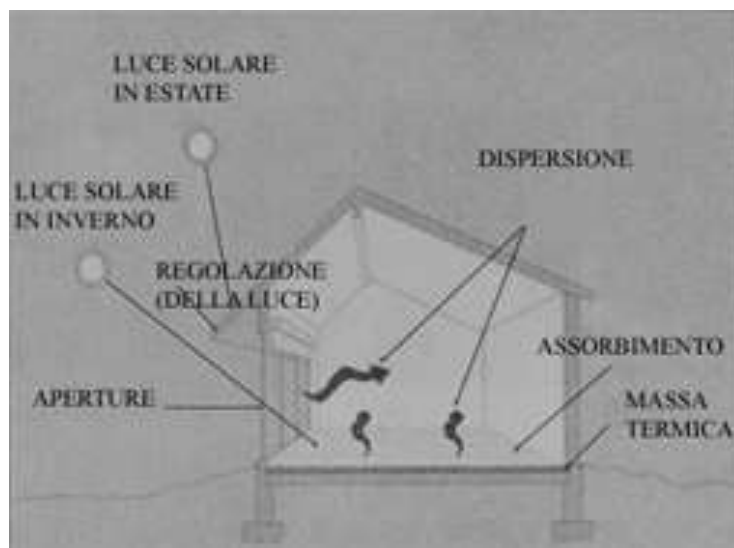


Immagine 1-11 Alcuni elementi fondamentali nella progettazione dei generatori fotovoltaici integrati negli edifici
(Fonte: Solar Choice)

1.3.4 Alcune tipologie di pannelli fotovoltaici

Generalmente i moduli fotovoltaici integrati negli edifici sono delle seguenti tipologie:

1) Su tetto piano:

Oggi le installazioni su tetto piano sono le più comuni. Generalmente si tratta di celle fotovoltaiche a film sottile integrate sui tetti con una membrana polimerica flessibile. L'immagine 1-12 illustra il sistema BIPV CoolPly installato accanto al Gillette Stadium di Foxborough, Massachusetts dall'azienda americana *Solar Frame Works, Co.* Questo sistema è installato sulla membrana monolitica superiore di un tetto piano opaco.

2) Su tetto pavimentato:

- a. La membrana dei BIPV sembra un insieme di tegole.
- b. Le celle fotovoltaiche a film sottile integrate nella copertura solare a lastre dei tetti hanno forma e funzioni simili alle comuni coperture a lastre.
- c. Grazie all'installazione dell'isolamento protettivo e dello strato anti radiazioni UV e antidegradazione idrolitica, la copertura solare a lastre elimina la condensa dalla membrana sul tetto.



Immagine 1-12 Il sistema CoolPly installato dall'azienda *Solar Frame Works, Co.* a Foxborough, Massachusetts
(Fonte: Wikipedia)

L'immagine 1-13 descrive l'applicazione integrata nei tetti pavimentati.



Immagine 1-13 Applicazione integrata nei tetti pavimentati
a. Copertura solare fotovoltaica su una struttura in lastre di ardesia
b. Copertura solare fotovoltaica su lastre d'ardesia installata sul tetto di un edificio
c. Un esempio frequente di copertura con generatori solari
(Fonte: Solar Choice)

3) Su facciata frontale:

La facciata frontale, ricoperta dalla membrana dei BIPV, conferisce agli edifici un aspetto del tutto nuovo. Nell'immagine 1-14 si può vedere l'applicazione integrata della membrana dei BIPV su alcune facciate frontali.

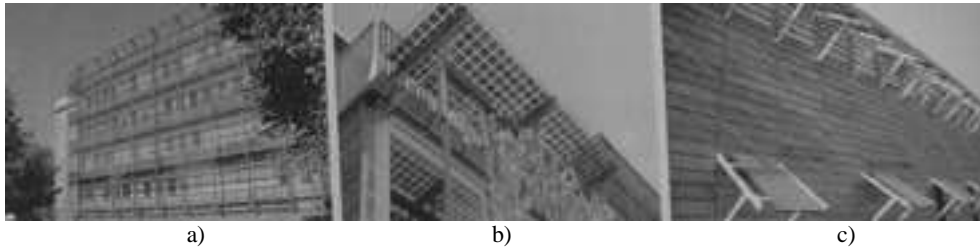


Immagine 1-14 Applicazione integrata della membrana dei BIPV su alcune facciate frontali

- a. Facciata frontale fotovoltaica della *Norway University of Science/Technology*;
 - b. Installazione sulla facciata frontale di un edificio di tettoie fotovoltaiche;
 - c. Installazione sulla facciata frontale di un edificio di dispositivi per l'ombreggiamento delle finestre
- (Fonte: Solar Choice)

4) Vetro fotovoltaico:

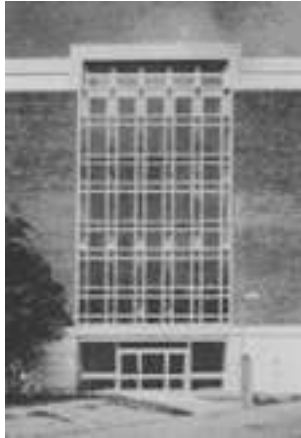
Le membrane semitrasparenti dei BIPV possono sostituire componenti edili come le finestre in vetro, i lucernari, ecc. L'immagine 1-15 illustra questa applicazione integrata.



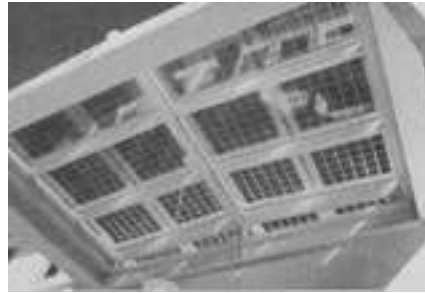
a)



b)



c)



d)

Immagine 1-15 Applicazioni integrate di membrane di vetro dei BIPV

- a. Finestra in vetro fotovoltaico semitrasparente; (Fonte: SiamGPI);
- b. Lucernario in vetro fotovoltaico semitrasparente; (Fonte: SiamGPI);
- c. Finestra in vetro fotovoltaico semitrasparente integrata in un edificio tedesco; (Fonte: Solar Choice)
- d. Lucernario in vetro fotovoltaico semitrasparente integrato in un edificio tedesco (Fonte: Solar Choice)

1.3.5 Vernice fotovoltaica

Secondo il rapporto scritto il 26 dicembre 2011 da Will Shanklin, gli studiosi della *University of Notre Dame* hanno inventato la vernice fotovoltaica, in grado di trasformare l'energia solare in energia elettrica ad uso familiare (Immagine 1-16).

Il segreto del successo della vernice fotovoltaica risiede nei punti quantici (ovvero delle nanoparticelle in grado di produrre energia elettrica) e nell'utilizzo di ossido di titanio ricoperto di solfuro di cadmio o seleniuro di cadmio. La sospensione dei punti quantici in una miscela di acqua e alcool produce un composto chimico diffusibile; in seguito questo composto si diffonde sulla superficie di uno strato elettricamente conduttivo e può così accumulare energia senza bisogno di alcuna installazione.

Attualmente, l'unico difetto è che l'efficienza della conversione dell'energia solare in energia elettrica è troppo bassa, è pari infatti solo all' 1%; normalmente l'efficienza della conversione delle celle solari si aggira intorno al 10% - 15%. Gli studiosi spiegano che se l'efficienza della conversione avesse un leggero aumento la vernice fotovoltaica potrebbe rappresentare un'ottima risorsa, in quanto è economica e molto adattabile.

Se la vernice fotovoltaica venisse commercializzata al momento opportuno potrebbe avere

grandi potenzialità. Spruzzandola sulla vernice dei tetti e dei muri esterni di un'abitazione si potrebbe rimpiazzare la tradizionale fornitura di energia elettrica, consentendo di ridurre le spese per il consumo energetico e contribuendo in modo diretto alla salvaguardia ambientale. Naturalmente, l'efficienza della conversione dell'energia solare in energia elettrica della vernice fotovoltaica non sarà mai elevata come quella dei moduli delle celle fotovoltaiche, tuttavia il basso costo d'investimento e il fatto che non necessiti di una procedura di installazione ne consentiranno sicuramente un rapido sviluppo.

Il responsabile del Dipartimento che si occupa di questa ricerca è Prashant Kamat, Professore di Chimica e Biochimica - erede della cattedra di John A. Zahm e Scienziato al *Notre Dame's Center for Nano Science and Technology* (NDnano). I ricercatori hanno già dato un nome di mercato alla vernice fotovoltaica: *Sun-Believable*.

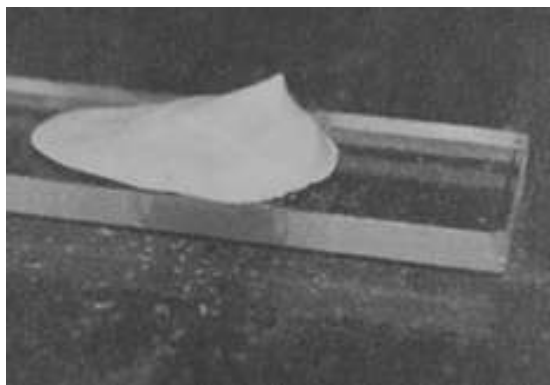


Immagine 1-16 Vernice fotovoltaica
(Fonte: Science Daily)

Secondo un altro rapporto (Margaret Munro, Postmedia News, 2 dicembre 2011), presso la *University of Toronto*, Canada, sono state create delle celle solari spray delle dimensioni di un francobollo. In seguito, i sostenitori di questa tecnologia in Arabia Saudita hanno affermato che le celle fotovoltaiche spray cambieranno il mondo (Immagine 1-17).

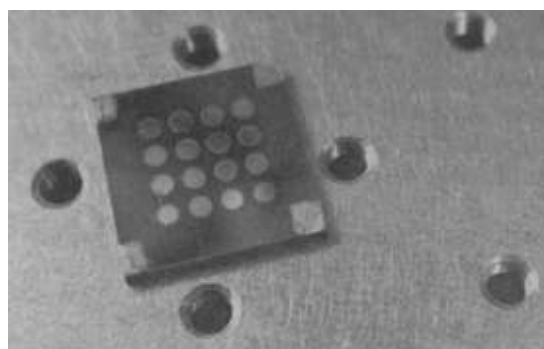


Immagine 1-17 Celle fotovoltaiche spray
(Fonte: Tim Fraser, Postmedia News)

Il prodotto finito sembra un inchiostro oleoso, ma contiene *nano-punti* (nano-dots), ciascuno costituito da un piccolo cristallo. Le dimensioni, il colore e lo spettro di assorbimento sono variabili. Il più alto tasso di efficienza della conversione raggiunto finora è del 6%.

La *University of Toronto* e i Paesi del Medio Oriente hanno firmato un accordo di collaborazione quinquennale per più di 10 milioni di dollari. Ted Sargent, detentore della cattedra di ricerca canadese sulle nanotecnologie, ha dichiarato che lo stoccaggio dell'energia nei generatori fotovoltaici è ancora un problema irrisolto. Ha inoltre spiegato che attualmente la produzione di energia solare fotovoltaica globale copre meno dell'1% del fabbisogno energetico complessivo, e che è previsto che ci vogliano altri 18 anni per raggiungere, nel 2030, il 15%.

1.3.6 Generatori di energia solare fotovoltaica integrati negli edifici, pianificazione e progettazione urbana

I principali fattori che influenzano la pianificazione e la progettazione urbana sono:

- 1) La visibilità del cielo;
- 2) Il rapporto tra superficie e volume (coefficiente di forma);
- 3) Il rapporto tra l'altezza e la distanza degli edifici;
- 4) La tipologia e la posizione degli edifici;

La *CIS Tower* di Manchester, sede della *Co-operative Insurance Society*, può essere considerata un modello di edificio sostenibile con generatori fotovoltaici integrati.

L'immagine 1-18 illustra la *CIS Tower*, rivestita con i pannelli fotovoltaici finanziati dalla città di Manchester per un totale di 5.5 milioni di Sterline. Dal novembre del 2005 questo edificio ha iniziato a produrre energia elettrica per un totale di 8000000 kWh all'anno.

I generatori fotovoltaici integrati hanno permesso di rinnovare la *CIS Tower*, rendendola una vera e propria centrale elettrica verticale e trasformandola in un punto di riferimento per la città di Manchester.

1.3.7 Innovazioni

È notevole che i componenti dei generatori fotovoltaici integrati nell'edificio abbiano rimpiazzato i componenti edili, tuttavia l'estetica rimane il suo più grande difetto, senza contare che buona parte dei componenti fotovoltaici in esso integrati sono a bassa efficienza energetica ed è stato necessario aumentarla utilizzando aggregati di materiali solari.

In America il *CASE* (Center for Architecture Science and Ecology) ha sviluppato una *facciata solare dinamica* (Dynamic Solar Façade), ovvero una fila di collettori solari di forma piramidale (con struttura a nido d'ape), posti sulla superficie delle finestre per permettere ai raggi del sole che entrano negli edifici di produrre energia per il riscaldamento e il raffreddamento. Ogni collettore piramidale può amplificare il raggio di luce fino a 500 volte, per poi incanalarlo in una cella fotovoltaica in arseniuro di gallio, grande quanto un francobollo. Durante il giorno i collettori possono inoltre aumentare la quantità di luce solare convogliata, riducendo la necessità d'illuminazione artificiale all'interno dell'edificio. Inoltre, la subsidenza termica delle celle fotovoltaiche può essere sfruttata per riscaldare l'acqua.

In sintesi, la facciata solare dinamica può raccogliere dal 60% all'80% della luce solare e pertanto utilizzarla consente di ottenere energia elettrica per due anni e mezzo; inoltre, il risparmio sulle spese per il riscaldamento può ammortizzare i costi di investimento. Infine, la facciata solare dinamica può cambiare radicalmente l'estetica degli edifici. L'immagine 1-19 illustra la facciata solare dinamica del *CASE*.



Immagine 1-18 La *CIS Tower* di Manchester, rivestita da moduli solari (Fonte: Wikipedia)

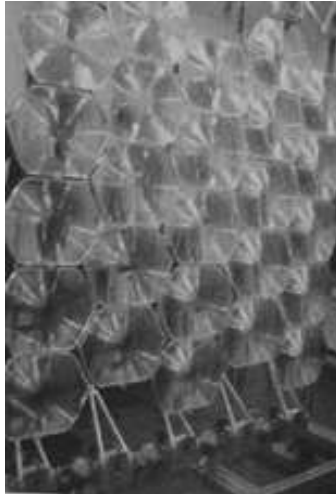


Immagine 1-19 La facciata solare dinamica del *CASE*
(Fonte: Jennifer Kho)

1.4 Generatori di energia eolica integrati negli edifici

1.4.1 Sviluppo dei generatori di energia eolica

Sul ponte delle *Petronas Twin Towers*, situate nel *Bahrain World Trade Center*, Malesia, sono installati tre generatori di energia eolica da 225 kW. Si tratta del primo esempio di generatori di energia eolica integrati negli edifici, visibile in figura 1-20.



Immagine 1-20 *Bahrain World Trade Center*, Malesia: i tre generatori di energia eolica sul ponte delle *Petronas Twin Towers*
(Fonte: Alex Wilson)

Al giorno d'oggi vi è una crescente richiesta di generatori di energia eolica integrati negli edifici.

1.4.2 Le nuove sfide

Anche se l'integrazione di generatori di energia eolica negli edifici ha il merito di favorire uno sviluppo sostenibile, la sua realizzazione presenta numerose problematiche, in particolare nell'ambito del funzionamento operativo e dell'efficacia in termini di costi.

1.4.2.1 Correnti d'aria

La caratteristica più significativa del funzionamento operativo delle turbine eoliche è che si attivano in condizioni di vento molto forte, la cui direzione si mantiene in media uniforme. Nonostante questo nei luoghi più elevati, in particolare sui tetti dei palazzi alti, intorno ai bordi e agli angoli il vento si divide in diverse correnti d'aria, formando dei vortici come in figura 1-21.

1.4.2.2 Rumore e vibrazioni

Il rumore e le vibrazioni causate dalle turbine eoliche rappresentano uno dei più grandi problemi da affrontare per l'integrazione di generatori di energia eolica negli edifici. Le turbine eoliche ad asse verticale sono considerate le più silenziose, anche se la gestione del rumore e delle vibrazioni resta comunque un'enorme sfida. Nella costruzione di *Zhenzhu Plaza* a Guangzhou si è scelto di installare 4 turbine eoliche ad asse verticale nei piani destinati agli impianti tecnologici e non in quelli destinati all'utenza, per ridurre il disturbo provocato agli utenti dal rumore e dalle vibrazioni, come si può vedere nella figura 1-22.



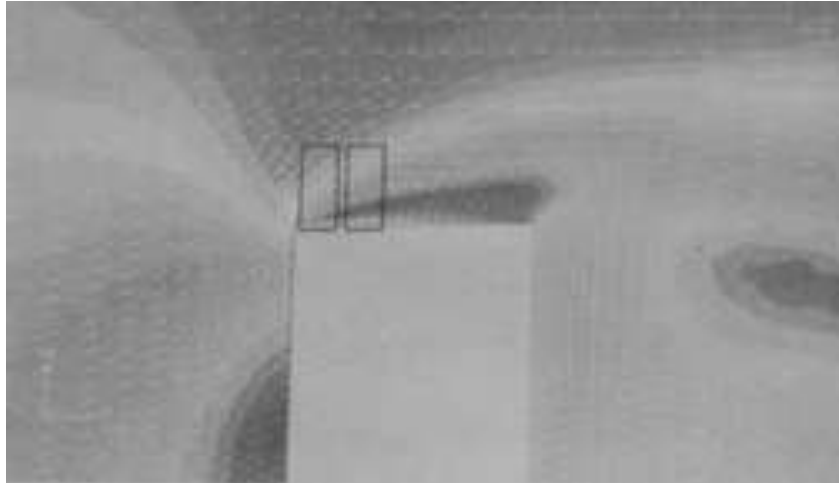


Immagine 1-21 Sui tetti dei palazzi alti, intorno ai bordi e agli angoli il vento si divide in diverse correnti d'aria, formando dei vortici
(Fonte: Reinhold Ziegler)

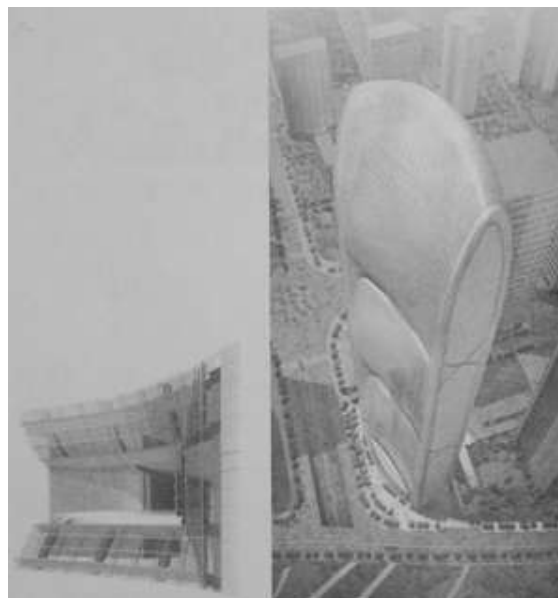


Immagine 1-22 Nella costruzione di *Zhenzhu Plaza* a Guangzhou si è scelto di installare, nei piani destinati agli impianti tecnologici, 4 turbine eoliche ad asse verticale; attraverso la valvola di aspirazione il vento entra nelle turbine in modo da ridurre il disturbo arrecato agli utenti dal rumore e dalle vibrazioni.
(Fonte: Alex Wilson)

Gli ingegneri del *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) sostengono che nel corso dei lavori di costruzione è necessario adottare degli accorgimenti per evitare che la frequenza del rumore e delle vibrazioni negli edifici si avvicini a quella intrinseca dell'edificio stesso.

1.4.2.3 Sicurezza

L'aspetto più importante per la sicurezza nell'installazione delle turbine eoliche è la consapevolezza dei rischi che comportano lo spostamento delle pale eoliche e le ferite che

potrebbero provocare. Le turbine eoliche installate sul colmo del tetto degli edifici o in spazi aperti possono causare solo piccoli incidenti. Se le turbine sono installate ai piani alti di un edificio, però, il problema assume una rilevanza maggiore che deve essere tenuta in considerazione.

1.4.2.4 Difficoltà di misurazione

Spesso vi è una forte discrepanza fra le misurazioni effettuate sul luogo d'installazione delle turbine eoliche e i dati dichiarati dai produttori. La potenza nominale della turbina eolica visibile nell'immagine 1-23/a è di 10 kW AC, tuttavia durante il movimento la potenza non supera mai i 600W. Se le turbine sono situate in cima ai piani alti la potenza può aumentare leggermente.

Anche nel caso della famosa marca americana AeroVironment, che produce mini-turbine eoliche (figura 1-23/b), la misurazione pratica rivela differenze piuttosto consistenti rispetto alla potenza nominale dichiarata.



Immagine 1-23 Spesso vi è una forte discrepanza fra le prestazioni misurate sul luogo d'installazione delle turbine eoliche e i dati dichiarati dai produttori
(Fonte: Alex Wilson)

1.4.2.5 Economicità

Probabilmente l'efficienza in termini economici è il più grande ostacolo nella produzione di energia elettrica da turbine eoliche integrate negli edifici. Oggi le turbine eoliche installate in grandi spazi aperti rappresentano la più economica fonte rinnovabile di energia elettrica. L'efficienza delle

mini-turbine eoliche non si avvicina nemmeno lontanamente a quella delle turbine installate in grandi spazi aperti, infatti i costi per l'integrazione delle mini-turbine negli edifici sono più alti e la quantità di energia che producono è più bassa.

Mettendo a confronto le turbine eoliche installate negli edifici e i generatori fotovoltaici integrati negli edifici, qual è la loro efficienza in termini economici? Stando al rapporto di febbraio 2009 del *Lawrence Berkley National Laboratory*, le spese per l'installazione e il funzionamento delle mini-turbine eoliche prodotte dalla famosa marca americana AeroVironment si aggirano intorno ai 6500-9000 \$/kW, e i generatori fotovoltaici installati negli edifici nel 2007 costano in media 7600 \$/kW, una cifra molto simile.

Secondo i dati forniti da Steven Strong, Presidente della *Solar Design Associates*, l'energia prodotta dalle mini-turbine eoliche AeroVironment va dai 750 ai 1500 kWh/kW di potenza installata nominale (a seconda della potenza del vento), mentre ogni anno la potenza installata nominale dei generatori fotovoltaici installati su un telaio fisso va dai 1100 ai 120 kWh/kW (nella città di Boston) e dai 1400 ai 1560 kWh/kW (nella città di Tucson).

Se si considerano un sistema fotovoltaico e un sistema di mini-turbine eoliche integrato in un edificio, in termini di output energetico e di minor necessità di manutenzione naturalmente il sistema fotovoltaico risulta migliore. Questo è il motivo per cui anche Paul Gipe, per 30 anni promotore dell'energia eolica, ha dichiarato che se si intendono integrare energie rinnovabili negli edifici non vi è sistema migliore del fotovoltaico.

1.4.2.6 Utilizzo delle turbine eoliche per fini pubblicitari

L'immagine "verde" delle aziende e delle organizzazioni che usano le turbine eoliche integrate negli edifici per farsi pubblicità può essere considerata la più convincente, ma naturalmente perché questo avvenga le turbine eoliche devono essere in movimento per la maggior parte del tempo. Nella città di Golden, Colorado, è stata installata dalla Southwest Windpower una turbina eolica Skystream, al fine di pubblicizzare le risorse rinnovabili ed eoliche. Il problema principale consisteva nel far ruotare in continuazione le turbine, soprattutto la mattina durante l'orario di lavoro, per via del passaggio delle macchine nelle vicinanze. La gente è quindi giunta alla seguente conclusione: l'energia eolica non deve essere per nulla funzionale.

1.4.3 Miglioramenti

Il fulcro delle problematiche e delle complicazioni connesse all'integrazione di turbine eoliche negli edifici sono le questioni legate al luogo di installazione e alla forma dell'edificio.

Parte dei problemi deriva dal fatto che nei distretti e nelle periferie urbane ci sono molte correnti d'aria, che rendono impossibile convogliare un flusso di vento sufficiente e in direzione costante nel luogo d'installazione dei generatori di energia eolica. Inoltre, nelle città in cui vi sono molti palazzi alti, rispetto agli spazi aperti e privi di ostacoli delle aree rurali, è molto più difficile prevedere la massa e la densità dell'energia eolica.

La particolarità delle turbine eoliche integrate negli edifici è che dipendono in larga misura dalle variazioni della direzione prevalente e della velocità prevalente del vento. L'immagine 1-24 delinea l'impatto che diverse tipologie di edifici esercitano sui cambiamenti di velocità e di direzione del vento: a sinistra è illustrata l'influenza che la forma circolare di un edificio ha sulle le proprietà dinamiche del vento nelle sue vicinanze; a destra è illustrata la funzione corrispondente di un edificio di forma rettangolare. Naturalmente dal confronto emerge che l'impatto dell'edificio di forma circolare sui cambiamenti della direzione e della velocità prevalente del vento è di gran lunga inferiore.

Spesso i progettisti prediligono gli edifici a sezione ovale (il cui asse viene allineato in base alla direzione prevalente del vento stabilita).

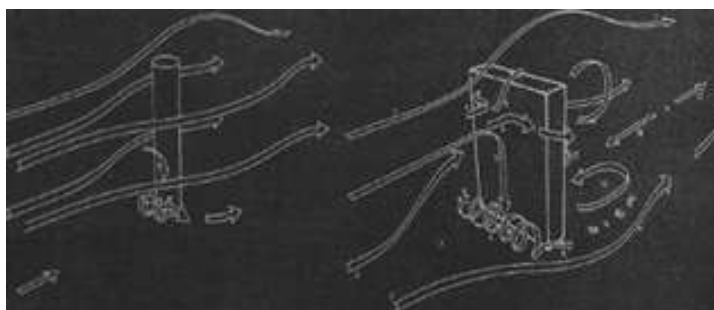


Immagine 1-24 Confronto fra l'influenza che la forma circolare (a sinistra) e rettangolare (a destra) di un edificio ha sulle le proprietà dinamiche del vento nelle sue vicinanze (Fonte: Reinhold Ziegler)

Per quanto riguarda l'installazione di turbine eoliche, la scelta del luogo d'installazione negli

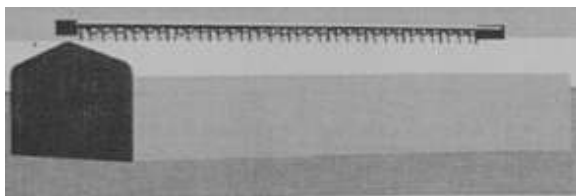
edifici coincide senza dubbio con un punto in cui è possibile ottenere l'output elettrico minimo desiderato. Naturalmente si presenta quindi un problema di costi.

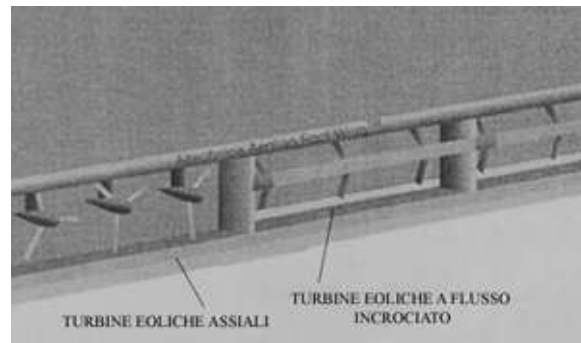
In America ci sono aziende che utilizzano *datalogging systems* da migliaia di dollari, che contengono anche informazioni sulle risorse eoliche: la forza media dei venti, il modo in cui con l'aumentare dell'altezza la potenza del vento diventa più stabile, i risultati di analisi, relative a un periodo di almeno tre mesi, su quale tipo di turbina eolica sia più adatto e quale sia il luogo d'installazione più conveniente.

L'aumento della potenza del vento può far aumentare fino a tre volte e più l'output energetico. Se in un luogo è stato misurato che il vento arriva a 19 km/h, e in un altro che arriva a 24 km/h, naturalmente a parità di potenza delle turbine nel luogo in cui la potenza del vento è di 24 km/h l'energia prodotta sarà maggiore.

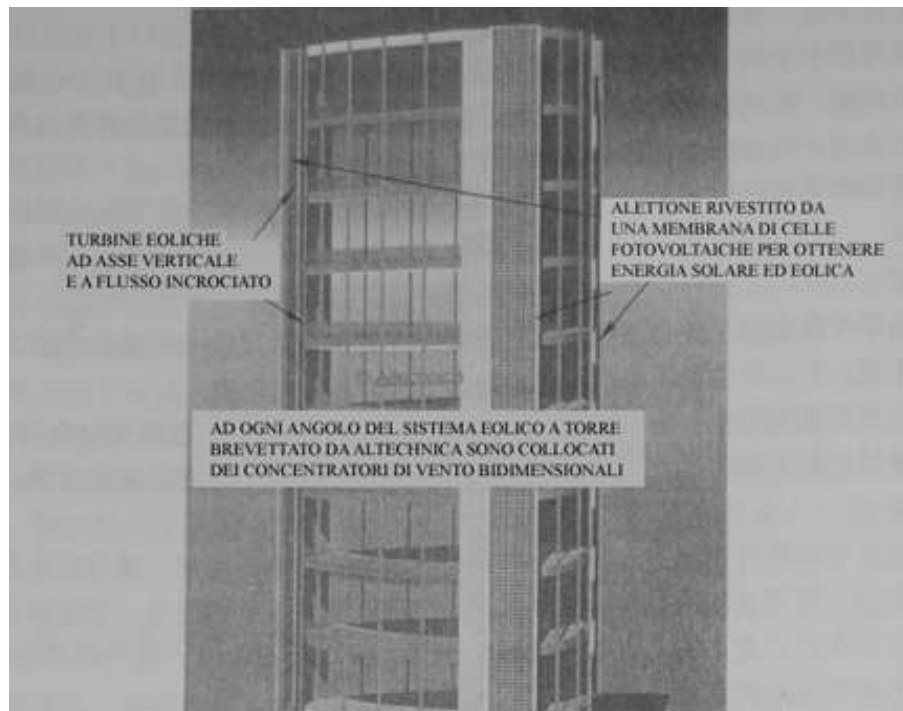
Inoltre, se non si utilizzano *datalogging systems* per effettuare le misurazioni, prima di confermare il luogo d'installazione delle turbine eoliche è necessario prestare attenzione ad alcuni aspetti. Il più importante è l'influenza del luogo, per cui è necessario analizzare le dimensioni, la forma, l'altezza e la distanza di ciascun ostacolo e capire come alberi, edifici e altre strutture possano bloccare il vento influenzando l'energia eolica; bisogna inoltre verificare la portata delle correnti e dei vortici che potrebbero prodursi e se potrebbero portare a un aumento della velocità del vento.

Se poi l'installazione avviene sugli edifici, è necessario capire quale potrebbe essere la loro influenza, considerando i dettagli caratteristici della superficie, dei margini superiori e del tetto, come torri o impianti di refrigeramento. Ad esempio, quando il vento soffia su un dato ostacolo, prende una direzione perpendicolare ad esso e il flusso che parte dall'alto assume una forma ad arco. A questo punto l'aria dall'alto scorre verso il basso, formando delle vere e proprie correnti. Questo fenomeno va tenuto in considerazione, per essere sicuri dell'altezza a cui devono essere installate le turbine per raccogliere una quantità maggiore di energia da correnti stabili. L'immagine 1-25 mostra delle turbine eoliche installate e in funzione su un edificio.

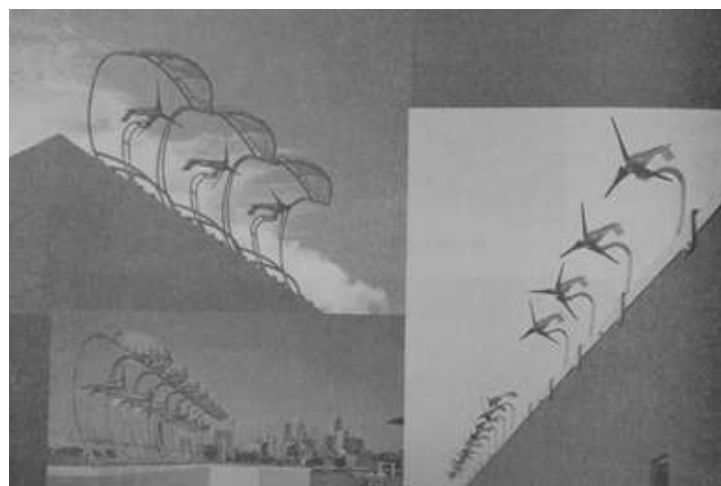




a)



b)



c)

Immagine 1-25 Turbine eoliche installate sugli edifici

- a. Sistema eolico integrato di turbine assiali e turbine a flusso incrociato installato sul tetto di una piattaforma (Fonte: Altechnica)
- b. Torre eolica (Fonte: Altechnica)
- c. Turbine eoliche installate su un edificio, in un ambiente in cui possono accumulare energia eolica (Fonte: Reinhold Ziegler)

1.4.4 Esempi

1.4.4.1 La sede dell'Oklahoma Medical Research Foundation

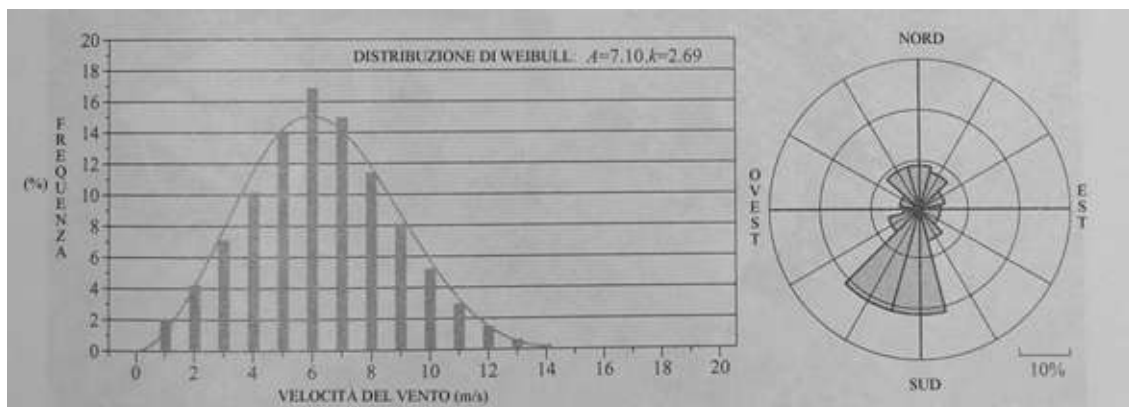
Gli studi, la progettazione e il processo decisionale per l'installazione di turbine eoliche sulla sede dell'*Oklahoma Medical Research Foundation* (OMRF), nella città di Oklahoma, sono illustrate nella figura 1-26.

I progettisti dell'edificio e i fornitori degli impianti per la sede dell'Oklahoma Medical Research Foundation sono:

- Progettazione edilizia: Perkins + Will Inc.
- Tecnologie solari fotovoltaiche: Synergy California L.P.
- Tecnologie delle turbine eoliche: HELIX-WIND Inc.

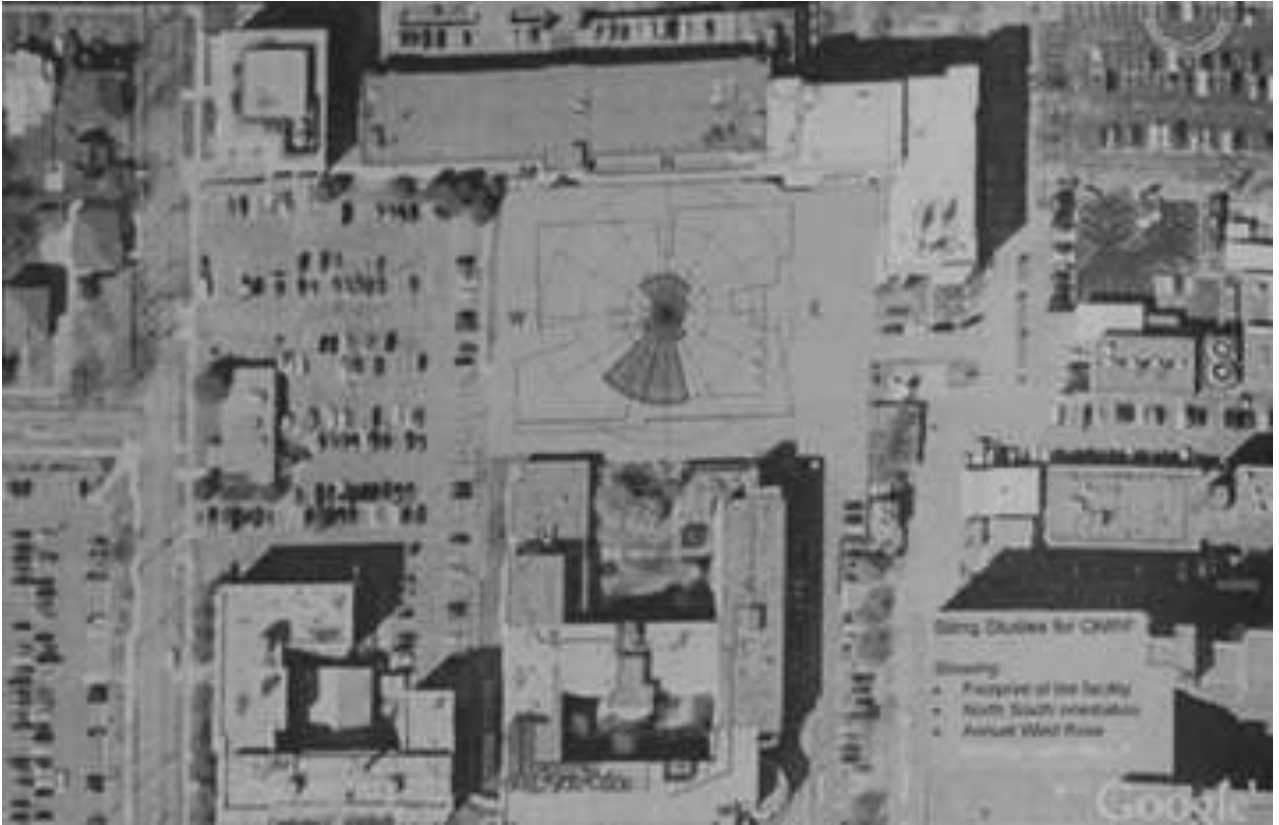


a)



b)

c)



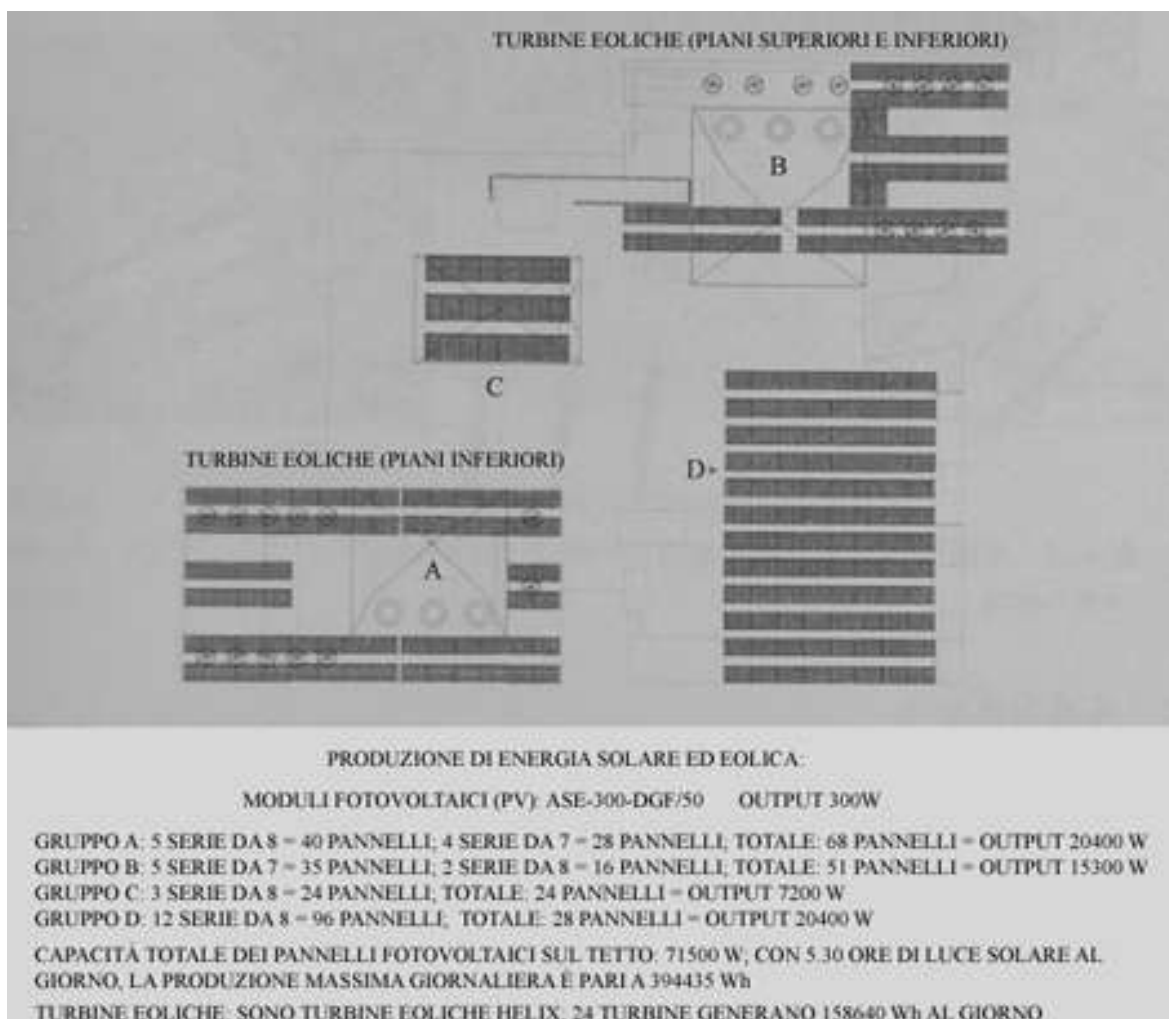
d)



e)



f)



g)

Immagine 1-26 Studi, progettazione e processo decisionale per l'installazione di turbine eoliche sulla sede dell'Oklahoma Medical Research Foundation (OMRF), nella città di Oklahoma

- a. Progettazione edilizia
 - b. Livelli di velocità e frequenza del vento
 - c. Rappresentazione della rosa dei venti
 - d. Vista aerea del sito e delle direzioni del vento
 - e. Sezione del corso del vento proveniente da ovest
 - f. Rappresentazione tridimensionale dei collettori fotovoltaici ed eolici sul tetto dell'edificio
 - g. Grafo planare degli impianti installati in cima all'edificio
- (Fonte: Reinhold Ziegler)

1.4.4.2 La sede della San Francisco Public Utility Commission

Il nuovo quartier generale della *San Francisco Public Utilities Commission* (SFPUC) diventerà l'edificio più sostenibile al mondo. Nei suoi 13 piani di uffici e 21135 m² di superficie lorda di pavimento sono integrate turbine eoliche e impianti fotovoltaici che consentono di risparmiare il 55% di energia rispetto a edifici simili. La nuova sede sarà aperta all'utenza nel 2012.

L'immagine 1-27 illustra la progettazione della nuova sede della SFPUC.

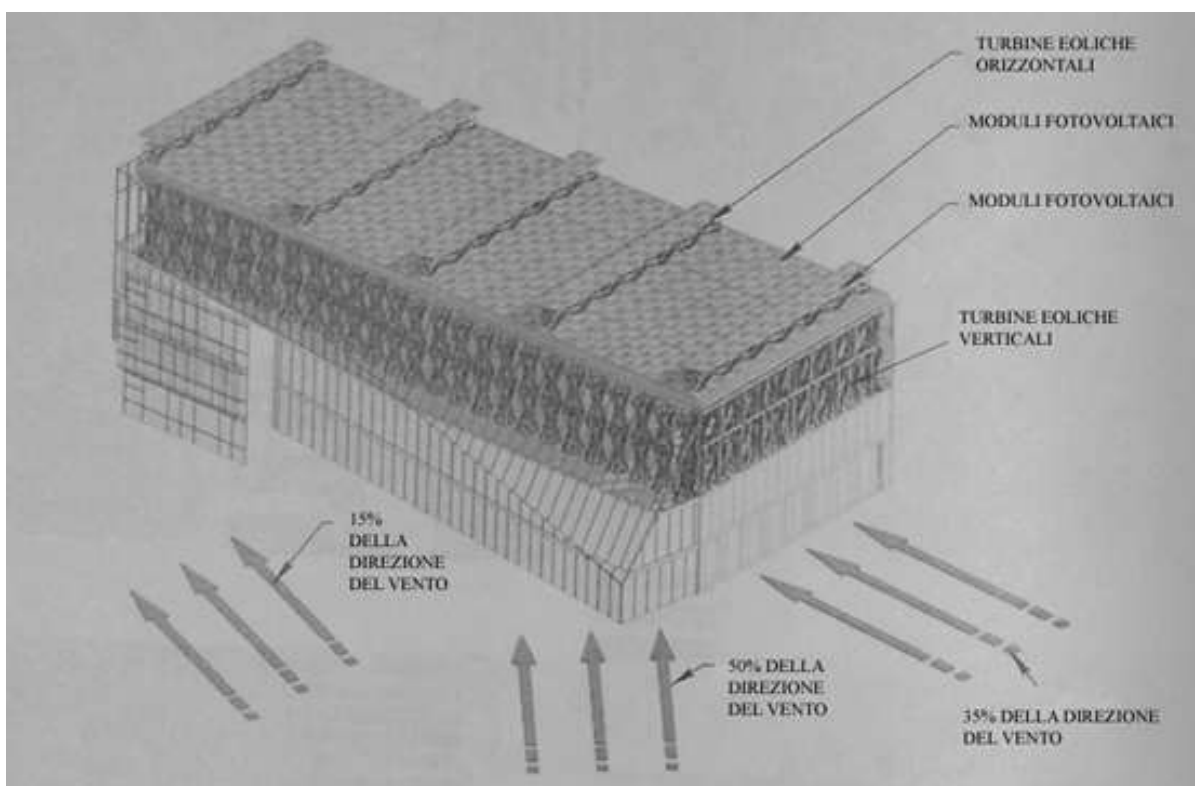


Immagine 1-27 Progettazione della nuova sede della SFPUC
(Fonte: WCN)

1.4.4.3 Autostrade come fonte di energia eolica

Il Dipartimento per i trasporti della California ha introdotto il concetto di *autostrade a energia eolica* (Aero highway): le turbine eoliche, installate sulla barriera divisoria centrale, possono accumulare e trasformare in energia il vento prodotto dal passaggio delle macchine in entrambe le direzioni. L'immagine 1-28 illustra un esempio di autostrada a energia eolica.

1.4.4.4 Il New York Olympic Stadium

Nella città di New York è stato allestito lungo l'East River uno stadio progettato in occasione delle Olimpiadi del 2012. Anche per questo edificio si è pensato di ricorrere alle turbine eoliche, come si può vedere nella figura 1-29.



Immagine 1-28 Autostrada a energia eolica
(Fonte: Aerotecture International Inc.)

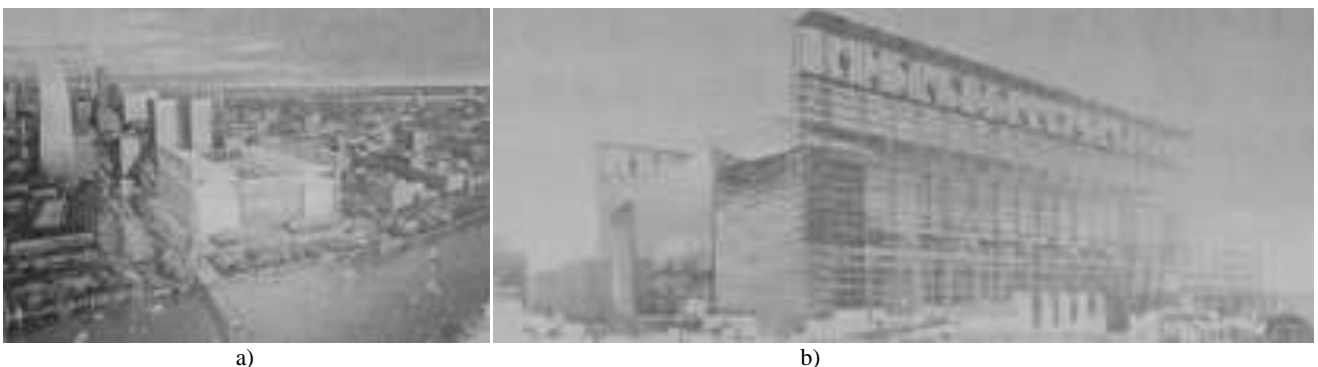


Immagine 1-29 Lo stadio progettato in occasione delle Olimpiadi del 2012 nella città di New York utilizza turbine eoliche
a. Lo stadio lungo l'East River
b. Progettazione dell'Olympic Stadium con turbine eoliche
(Fonte: Wikipedia)

1.5 Integrazione di energia solare termica negli edifici

L'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici è incentrata principalmente sui due tipi di energia più utilizzati, ovvero l'energia elettrica e l'energia termica. In precedenza è stato presentato l'utilizzo di energie rinnovabili integrate negli edifici per produrre energia elettrica, e in modo più specifico nelle sezioni 1.3 e 1.4 sono stati presentati rispettivamente i generatori fotovoltaici integrati negli edifici e i generatori eolici integrati negli edifici. Nella sezione 1.5 viene invece presentata l'energia termica integrata negli edifici, in grado di svolgere alcune funzioni fondamentali per gli edifici a risparmio energetico e a basse emissioni di carbonio, tra cui il riscaldamento e il raffreddamento degli ambienti e il riscaldamento dell'acqua. Nel campo dell'energia termica integrata negli edifici, l'energia solare termica è di fondamentale importanza.

1.5.1 Energia solare termica integrata negli edifici

Gli elementi fondamentali per l'integrazione di energia solare termica sono i collettori solari termici, in grado di trasformare direttamente la luce solare in calore utilizzabile. I collettori solari termici possono essere integrati nell'involucro edilizio o installati sull'edificio, in base a diversi principi estetici. I sistemi solari termici hanno un'alta capacità energetica, inoltre gli utenti finali possono avere enormi benefici e un convincente ritorno d'investimento.

Questo capitolo si focalizza sulla potenza dei collettori solari termici, sullo stoccaggio di energia termica e sulle pompe di calore integrate negli edifici. Questi tre temi corrispondono a 3 delle 4 tecnologie e installazioni promosse dal Piano d'Azione dell'AIE: *Edifici ad alta efficienza energetica: impianti di riscaldamento e raffreddamento*. Per quanto riguarda la rimanente tecnologia, essa è rappresentata dalle tecnologie di cogenerazione per i servizi di costruzione.

1.5.2 Capacità dei pannelli solari termici

Per quanto l'energia solare integrata negli edifici possa non essere considerata tecnologia di alto livello, essa fornisce comunque il maggior contributo per il risparmio energetico a basse

emissioni di carbonio. L'elemento più importante dei sistemi a energia solare integrati negli edifici è rappresentato dai collettori solari termici. La loro efficienza energetica è pari a più del 50% ed è superiore del 10-15% rispetto ai componenti fotovoltaici.

Naturalmente la funzione dei collettori solari termici e la loro collocazione sono strettamente correlate. Generalmente, un campo di collettori solari termici di 10 m² può produrre ogni anno 4 MWh di energia termica. L'immagine 1-40 mostra che un modulo di 3 m² di un collettore solare termico, installato in una zona a sud dell'Inghilterra, ogni giorno produce in media 3.8 kWh di energia termica per tutti i mesi dell'anno. Gli esperimenti dimostrano inoltre che una famiglia di 4-5 persone generalmente ha un consumo giornaliero di circa 100 l d'acqua alla temperatura di 60°C, e che nel giro di 3-9 mesi il funzionamento dei collettori solari termici potrebbe coprire il fabbisogno d'acqua calda della famiglia. Da ottobre a febbraio dell'anno successivo sarebbe però necessario usare ogni giorno anche impianti aggiuntivi, ad esempio riscaldatori a immersione, per garantire un rifornimento della produzione di energia termica, rappresentato nella figura 1-30 con un colore scuro.

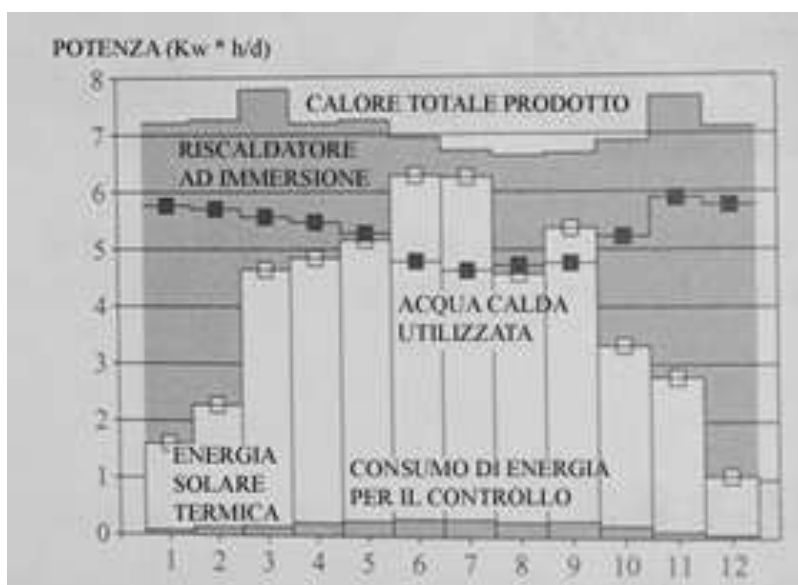


Immagine 1-30 Un modulo di 3 m² di un collettore solare termico, installato in una zona a sud dell'Inghilterra, ogni giorno produce in media 3.8 kWh di energia termica per tutti i mesi dell'anno (Fonte: Mackay, 2008)

1.5.3 Utilizzo di energia proveniente da impianti solari termici all'interno di un centro di stoccaggio inter-stagionale per gruppi di edifici

Per quanto riguarda i centri di stoccaggio inter-stagionale dell'energia proveniente da

impianti solari termici, (Central Solar Heating Plant for Seasonal Storage, CSHPSS), collocati all'interno di gruppi di edifici, il progetto più significativo è stato realizzato nella città di Friedrichshafen, in Germania, e ha un output termico complessivo di 1915 MWh all'anno. L'immagine 1-31 mostra in proporzione l'energia mensile fornita nell'arco di un anno dai combustibili fossili e dagli impianti solari.

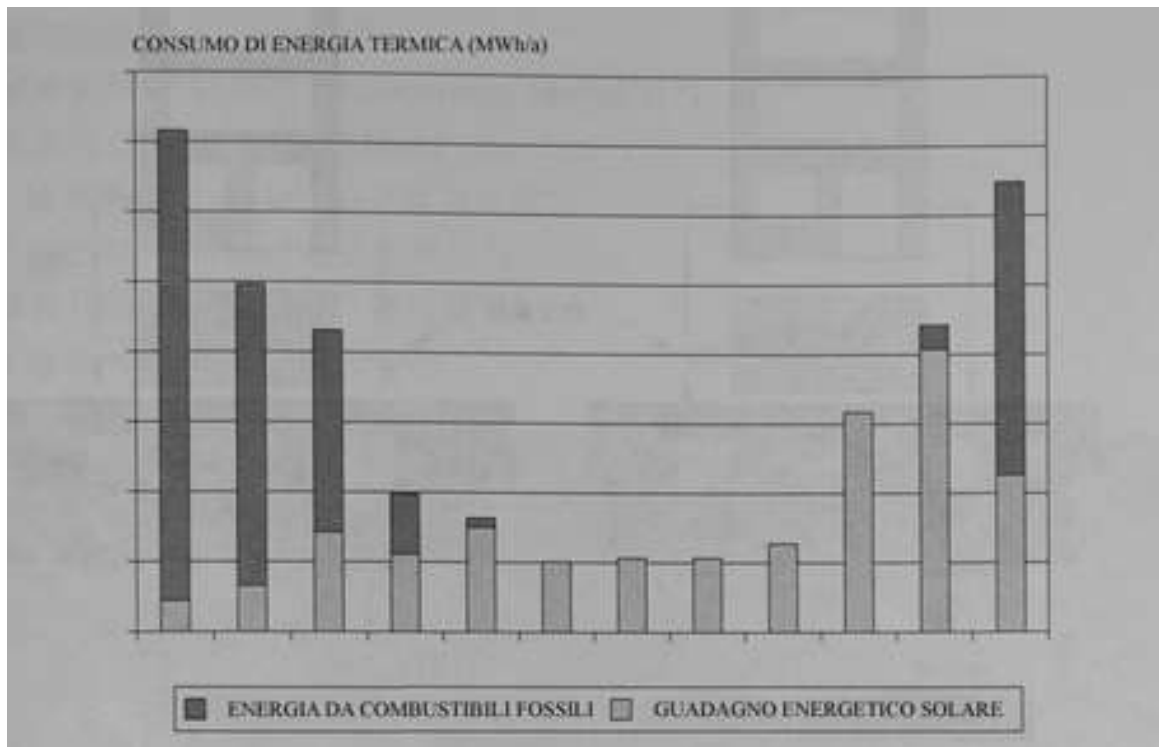


Immagine 1-31 Quantità di energia mensile fornita in proporzione dai combustibili fossili e dagli impianti solari nella città di Friedrichshafen, per un output termico complessivo di 1915 MWh all'anno (Fonte: D. Bauer et al.)

Dall'immagine 1-31 si può evincere come le risorse energetiche solari forniscano in proporzione fino al 50% circa del riscaldamento e del raffreddamento.

1.5.4 Pompe di calore

Le tecnologie delle pompe di calore rappresentano un'estensione delle tecnologie di raffreddamento. Attraverso l'assorbimento del calore passivo presente nel suolo, nell'aria e nell'acqua, le pompe di calore forniscono riscaldamento in inverno e raffreddamento in estate negli ambienti, coprendo inoltre il fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'acqua. In particolare sono utili le risorse geotermiche: uno strato di terra profondo 6 m nel corso dell'anno si mantiene tra i 10 e i 12 °C; uno strato di terra profondo 3 m ha una temperatura che oscilla tra gli 8 e i 15 °C.

Utilizzare una *pompa di calore geotermica* (Ground Source Heat Pump, GSHP) è di grande beneficio per il riscaldamento dell'aria e dell'acqua a basso consumo energetico negli edifici. Il movimento opposto della pompa di calore geotermica può inoltre provvedere al raffreddamento d'estate. Il *coefficiente di prestazione* (Coefficient of Performance) delle pompe di calore è di 1 : 4.

L'immagine 1-32 illustra come una pompa di calore geotermica collegata ad un accumulatore fornisce agli edifici riscaldamento d'inverno, raffreddamento d'estate e riscaldamento dell'acqua a basso consumo energetico.

1.5.5 Combinazione ibrida di generatori fotovoltaici e termici

Le combinazioni ibride di generatori fotovoltaici e termici (Hybrid PV/Thermal system) integrate negli edifici possono fornire allo stesso tempo energia elettrica e termica. L'immagine 1-33 illustra un modulo ibrido realizzato dall' ECN (Energy research Centre of the Netherlands), che utilizzando batterie fotovoltaiche (Shell Solar PV) combina la produzione di energia elettrica e la fornitura di acqua calda.

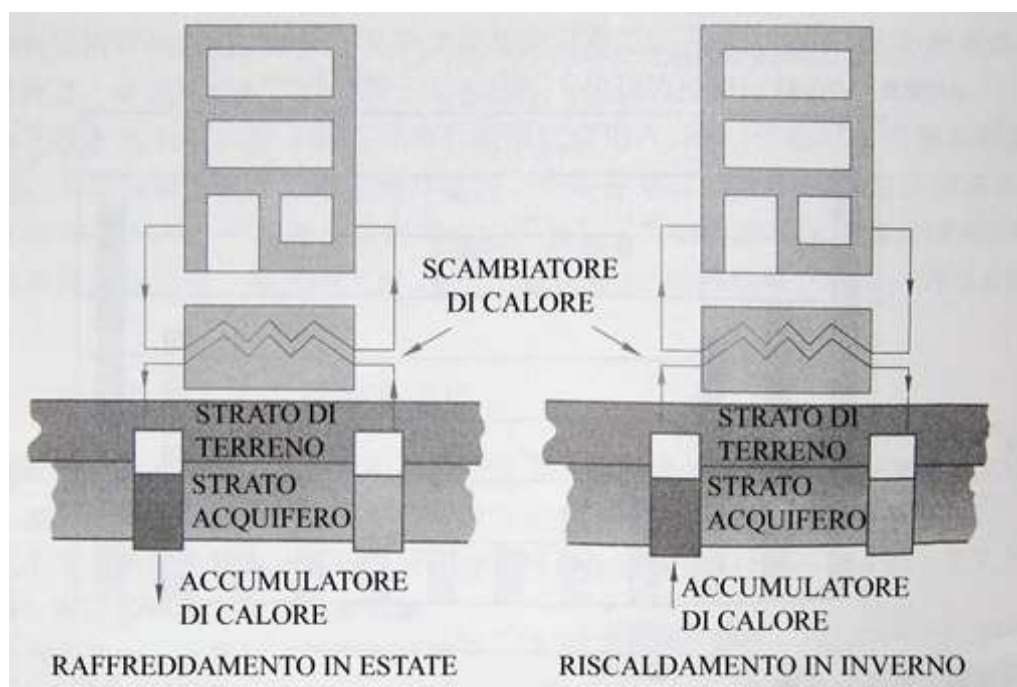


Immagine 1-32 Una pompa di calore geotermica collegata a un accumulatore riscalda l'acqua degli edifici, ne riscalda gli ambienti d'inverno e li raffredda d'estate (Fonte: Wikipedia)

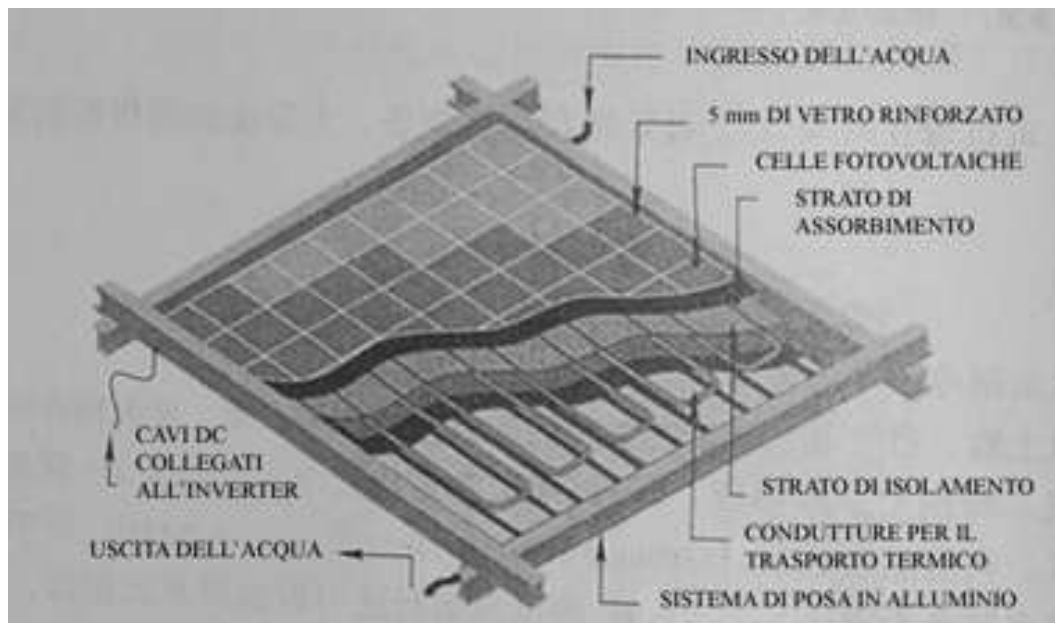


Immagine 1-33 Modulo ibrido realizzato dall' ECN che utilizzando batterie fotovoltaiche combina la produzione di energia elettrica e la fornitura di acqua calda (Fonte: Studio E Architects)

Nei sistemi ibridi di generatori fotovoltaici e termici l'efficienza della produzione energetica è maggiore rispetto ai singoli generatori fotovoltaici.

1.5.6 Progetto per l'integrazione di energia solare termica nella sede dell'Agenzia Internazionale dell' Energia (AIE)

I numerosi progetti modello dell'Agenzia Internazionale dell'Energia che utilizzano tecnologie solari termiche rivelano le straordinarie funzioni delle risorse rinnovabili. L'immagine 1-34 presenta i seguenti progetti:

- 1) *Concept House "Home for Life"* - Aarhus, Danimarca
- 2) *Rifugio "Schiestlhaus"* - Hochschwab, Austria
- 3) *Nuovo complesso residenziale "Ennstal" (ENW)* - Graz, Austria
- 4) *Stazione di ricerca ambientale "Schneefernerhaus" (UFS)* - Schneeferner, Germania
- 5) *Casa passiva "Bramfeld"* - Amburgo, Germania
- 6) *Hotel "Jezerka"* - Seč, Repubblica Ceca
- 7) *Edificio Verde "Klosterenga"* - Oslo, Norvegia
- 8) *Residenza a basso consumo energetico "Sundays"* - Gleisdorf, Austria
- 9) *"Penthouse"* - Vienna, Austria

- 10) *“Residenza sociale”* - Parigi, Francia
- 11) *“Casa norvegese”* - Malmo, Svezia
- 12) *“Centro giovanile Koblach”* - Koblach, Austria



a)



b)



c)



d)



e)



f)



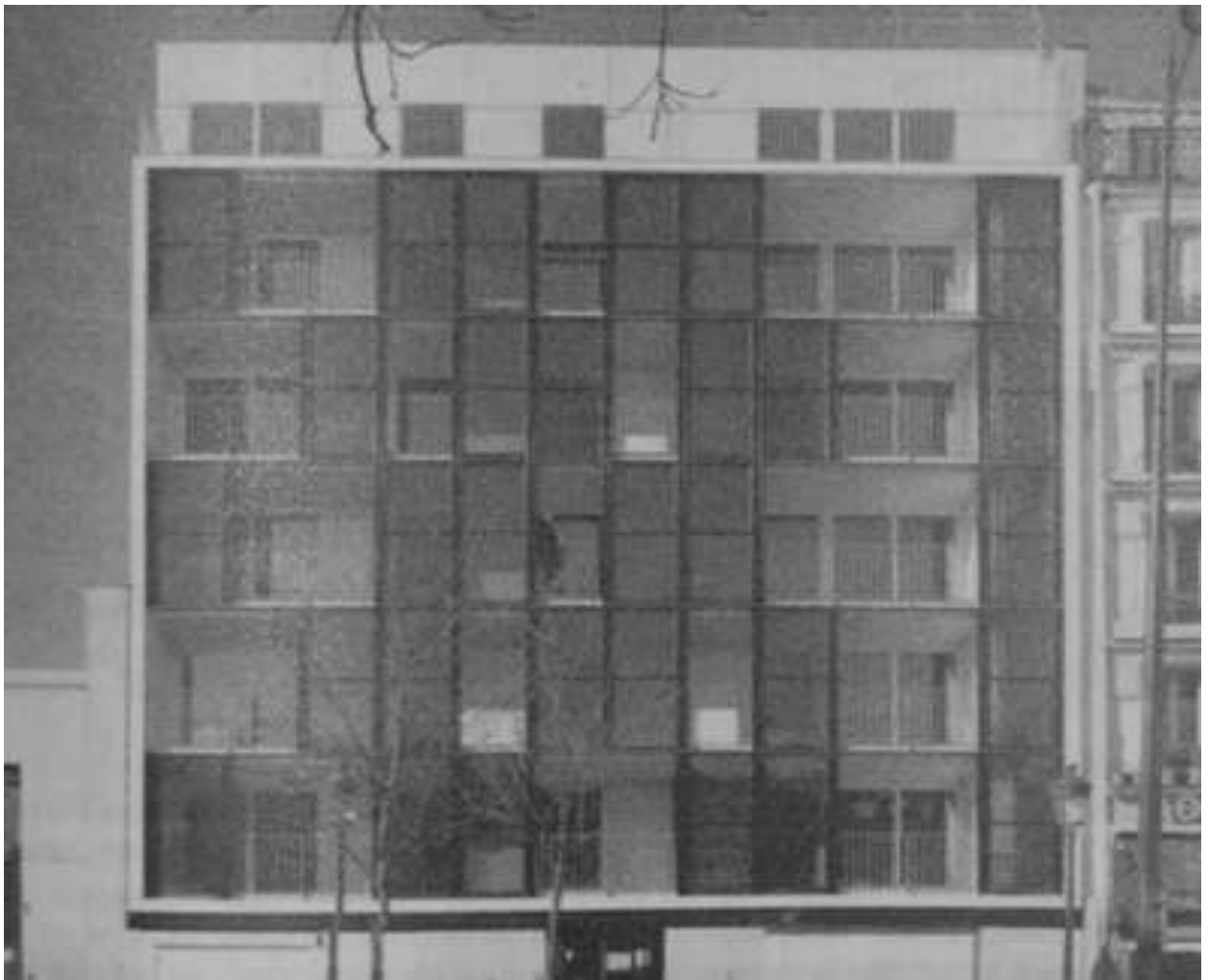
g)



h)



i)



j)



k)



l)

Immagine 1-34 I progetti modello dell'Agencia Internazionale dell'Energia che utilizzano tecnologie solari termiche

- a. *Concept House "Home for Life"* - Aarhus, Danimarca (Fonte: VKR Holding)
- b. *Rifugio alpino "Schiestlhaus"* - Hochschwab, Austria (Fonte: DI)
- c. *Nuovo complesso residenziale "Ennstal" (ENW)* - Graz, Austria (Fonte: AEE INTEC)
- d. *Stazione di ricerca ambientale "Schneefernerhaus" (UFS)* - Ghiacciaio Schneeferner, Germania (Fonte: Fraunhofer ISE)
- e. *Casa passiva "Bramfeld"* - Amburgo, Germania (Fonte: AEE INTEC)
- f. *Hotel "Jezerka"* - Seč, Repubblica Ceca (Fonte: Thermosolar)
- g. *Edificio Verde "Klosterenga"* - Oslo, Norvegia (Fonte: GASA AS)
- h. *Residenza a basso consumo energetico "Sundays"* - Gleisdorf, Austria (Fonte: AEE INTEC)
- i. *"Penthouse"* - Vienna, Austria (Fonte: Viessmann)
- j. *"Residenza sociale"* - Parigi, Francia (Fonte: G. Kalt)
- k. *"Casa norvegese"* - Malmo, Svezia (Fonte: B. Lorsen)
- l. *"Centro giovanile Koblach"* - Koblach, Austria (Fonte: AEE INTEC)

1.6 Altre energie rinnovabili integrate negli edifici

1.6.1 Micro-celle a combustibile

L'applicazione integrata di micro-celle a combustibile negli edifici ha già avuto inizio. Dove c'è bisogno di energia, infatti, tecnologie come le celle a combustibile possono essere applicate in sostituzione delle batterie o delle batterie di ricambio. Quando viene effettuata l'applicazione integrata negli edifici, la loro capacità può variare tra 1 a 100 kW.

Utilizzando le celle a combustibile e sfruttando il calore dell'area possono essere fornite agli edifici e alle comunità le energie più utilizzate: quella elettrica e quella termica. Tra il 2003 e il 2007, il *Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT)*, ovvero il *Centro di Ricerca Tecnica Finlandese*, ha partecipato al progetto dell'AIE previsto dall'*Allegato 42* dell'EBC (the Energy in Buildings and Communities Programme): *Simulazione di celle a combustibile e di altri sistemi di cogenerazione integrati negli edifici* (The Simulation of Building-Integrated Fuel Cell and Other Cogeneration Systems). Il suo obiettivo è di simulare la progettazione, il movimento e l'analisi delle celle a combustibile e di altri sistemi di cogenerazione.

L'immagine 1-35 illustra la configurazione sperimentale del progetto per la *simulazione di celle a combustibile e di altri sistemi di cogenerazione integrati negli edifici*, che comprende celle a combustibile, pompe di calore, cogenerazione, biogas ecc.

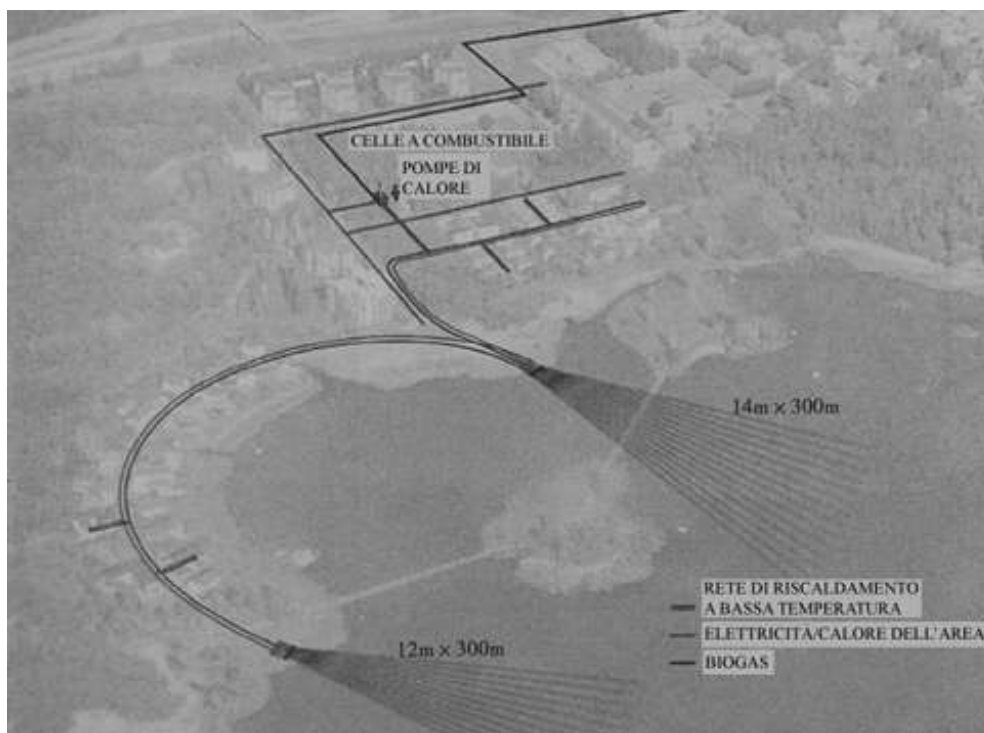


Immagine 1-35 Configurazione sperimentale del progetto per la *simulazione di celle a combustibile e di altri sistemi di cogenerazione integrati negli edifici* del VTT (Finlandia)
(Fonte: VTT)

Tra una decina d'anni, l'integrazione negli edifici di celle a combustibile e altre nuove tecnologie industriali potrebbe svilupparsi al massimo. Anche se le tecnologie stanno maturando, hanno sempre maggiore durata e prezzi sempre più ragionevoli, la loro complessità e la domanda di ricerca e sviluppo saranno ancora molto alte.

1.6.2 Motore Stirling

Come per le micro-celle a combustibile, anche l'applicazione integrata del motore Stirling negli edifici ha già avuto inizio. L'immagine 1-36 illustra la simulazione dell'integrazione di un motore Stirling e altri sistemi di cogenerazione in una sede svizzera della *Siemens*.

In questo caso si tratta di un edificio residenziale composto da quattro unità (ognuna abitabile da una famiglia di tre persone). Utilizzando un sistema di cogenerazione (CHP) situato sotto il pavimento, si possono fornire a questo edificio acqua calda e parte dell'energia termica ed elettrica necessaria.

I sistemi CHP sono composti dal motore Stirling e da un bruciatore ausiliario, in grado di

coprire il carico termico di punta. Il segnale di input U_{SE} rappresenta il controllo, da parte dell'unità di gestione, dell'output elettrico e termico prodotto dal motore Stirling, il segnale di input U_{SB} rappresenta il controllo, da parte dell'unità di gestione, dell'output termico prodotto dal bruciatore ausiliario, infine il segnale di input U_{VLV} rappresenta il controllo, da parte dell'unità di gestione, di quella parte di energia che scorre nel sistema di circolazione del calore.

Attraverso le prestazioni termiche dinamiche dei componenti edili del pavimento, l'energia termica fornita a questo edificio può essere utilizzata per il riscaldamento degli ambienti. Inoltre, l'acqua alla temperatura di 60 °C accumulata nel serbatoio DHW può essere utilizzata dagli utenti. Un'unità di gestione è in grado di bilanciare questi tre segnali di input: il rapporto tra regolazione e controllo serve infatti per svolgere in modo ottimale diverse funzioni, tra cui fornire energia elettrica e termica, garantendo al contempo costi ragionevoli e il maggior beneficio economico in base alla temperatura esterna e alle diverse informazioni tariffarie.

È stato dimostrato che il motore Stirling ha un rendimento elettrico del 25% e un rendimento termico del 70%, mentre il bruciatore ausiliario ha un rendimento termico del 95%; l'installazione di questo sistema CHP consente inoltre un risparmio sul consumo di combustibile pari circa al 24%.

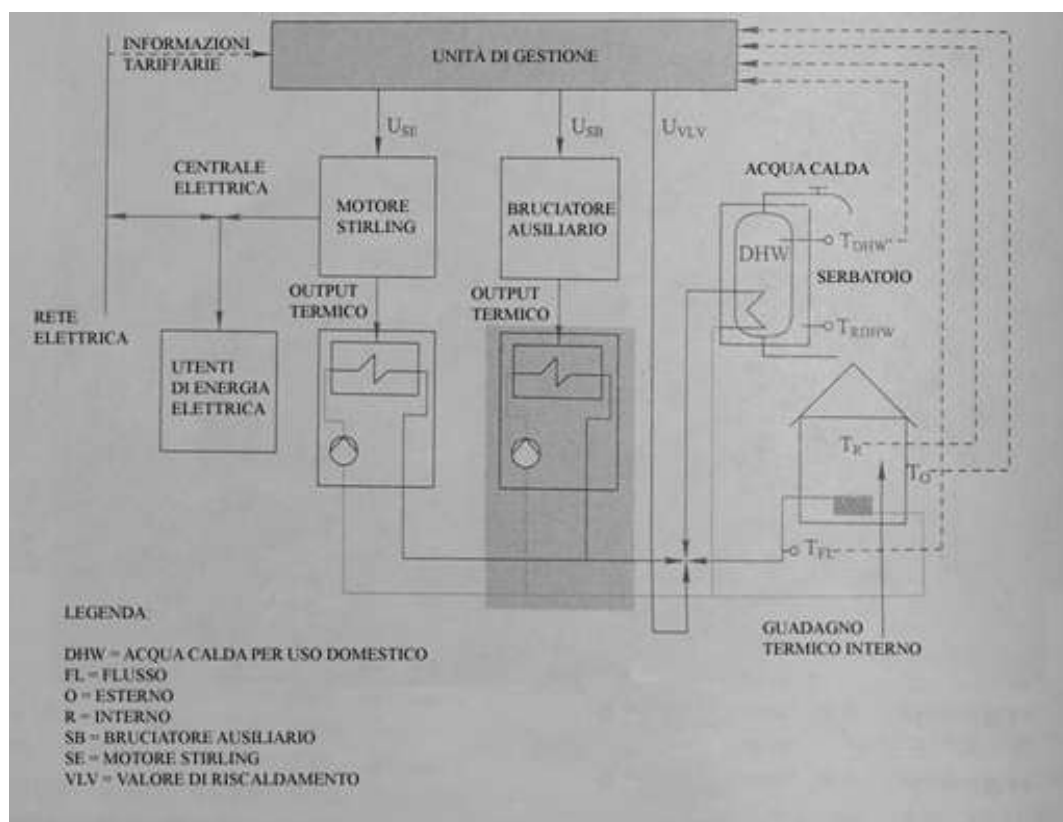


Immagine 1-36 Simulazione dell'integrazione di un motore Stirling e altri sistemi di cogenerazione in un edificio (Fonte: Siemens Switzerland Ltd, 2008)

1.6.3 Energia micro-idroelettrica

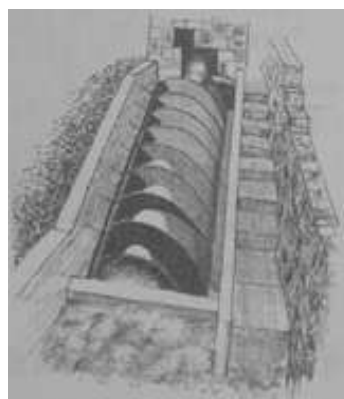
L'energia micro-idroelettrica non è molto conosciuta nel "Pantheon" delle energie rinnovabili. La città di New Mills, nella contea inglese del Derbyshire, è riuscita tuttavia a modificare l'opinione comune su questa tecnologia.

A New Mills è stato utilizzato un generatore di energia elettrica azionato da una turbina idraulica a *vite di Archimede*, in origine adibita all'innalzamento del livello dell'acqua; questo generatore è diventato un elemento chiave del sistema micro-idroelettrico Torrs Hydro, come si può vedere nella figura 1-37/b.

La vite di Archimede, di produzione tedesca, è lunga 11 m, larga 2.6 m e pesante 11.3 t. È stata installata lungo il fiume Goyt per fornire energia al supermercato e al quartiere residenziale della zona. Dalla sua attivazione nel 2008, il progetto Torrs Hydro ha prodotto circa 240000 kWh all'anno, sufficienti a coprire il fabbisogno energetico di 70 famiglie. L'immagine 1-37 illustra il paesaggio lungo la riva del fiume Goyt e l'elemento chiave del progetto Torrs Hydro: la vite di Archimede.



a)



b)

Immagine 1-37 Energia micro-idroelettrica a New Mills, nella contea inglese del Derbyshire

- a. Riva del fiume Goyt
- b. L'elemento chiave del progetto Torrs Hydro: la vite di Archimede
(Fonte: Wikipedia)

In molti luoghi adatti all'installazione si sta valutando l'ipotesi di seguire l'esempio di New Mills per la produzione di energia micro-idroelettrica.

1.6.4 Energia da fonti biologiche

Tra le risorse rinnovabili, oggi l'energia prodotta da biomasse è destinata principalmente all'utilizzo come carburante nelle automobili, in sostituzione dei combustibili fossili o delle miscele di combustibili fossili attualmente impiegate nei veicoli per gli spostamenti. L'energia prodotta da biomasse può essere impiegata anche nelle centrali termoelettriche e bruciata insieme ai combustibili fossili.

Per quanto riguarda l'integrazione di energia prodotta da biomasse negli edifici, oggi la più comune è la combustione di piccoli pezzi di legno (*pellet*). In termini di spazio, questo tipo di applicazione ha sicuramente dei limiti, tuttavia il *pellet* potrebbe dare un contributo concreto per la realizzazione di edifici a emissioni di carbonio zero.

Nella città di Trento, la *Fondazione Bruno Kessler* ha progettato una nuova tecnologia per lo sviluppo sostenibile in grado di utilizzare solo le risorse rinnovabili e proteggere l'ambiente.

Questo progetto comprende le seguenti tecnologie:

- 1) Un motore Stirling (mRT-1K), progetto preliminare di Allan J.Organ;
- 2) La tecnologia dei micro-scambiatori di calore, in grado di ridurre la perdita netta di calore dell'unità di trasmissione, situata sul punto caldo del motore termico;
- 3) Una caldaia a *pellet* in grado di emettere energia termica ed elettrica;
- 4) Un circuito idraulico, che collega il punto freddo del motore Stirling con il generatore di calore collocato sulla seconda sezione della caldaia a *pellet*.

L'obiettivo di questa ricerca è di integrare un generatore di energia micro-termoelettrica in un edificio di un'area residenziale, al fine di garantire un approvvigionamento distribuito delle risorse energetiche. La maggior parte dell'energia prodotta da biomasse fornita all'edificio ha un

rendimento termico utilizzabile per il riscaldamento e il raffreddamento. È stato testato inoltre che l'efficienza termica della caldaia a *pellet* è del 90%.

L'immagine 1-38 rappresenta uno schema del processo di micro-cogenerazione di una caldaia a *pellet* dotata di motore Stirling.

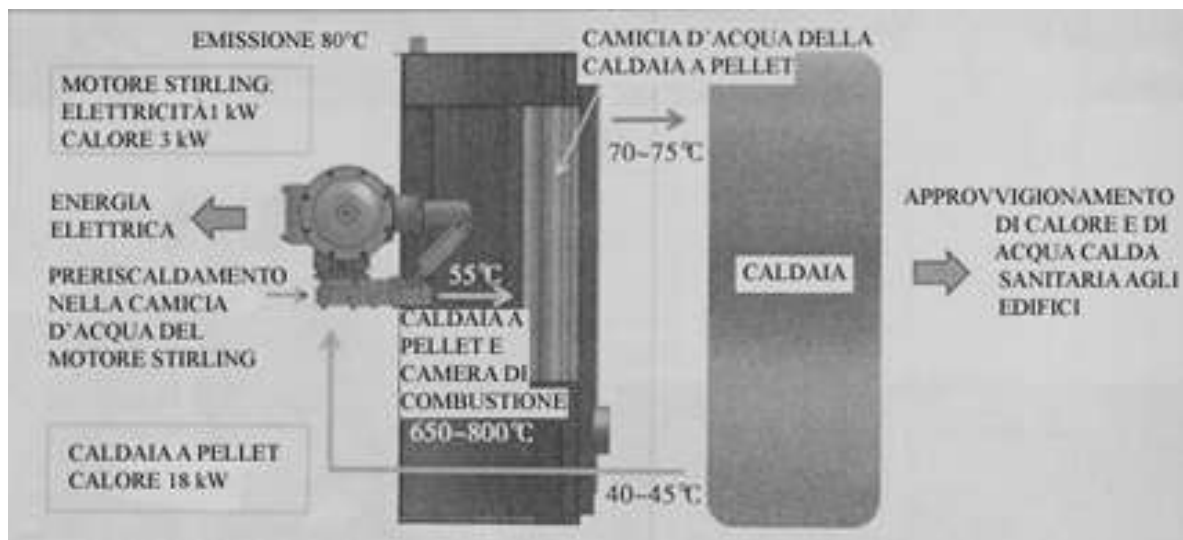


Immagine 1-38 Schema del processo di micro-cogenerazione di una caldaia a *pellet*
(Fonte: L. Crema et al. Energy, Sustainability and Society 2011)

1.7 Riepilogo

L'immagine 1-39 presenta la configurazione complessiva delle energie rinnovabili integrate in un edificio residenziale, in particolare l'applicazione integrata dell'energia solare. Per quanto riguarda l'integrazione delle energie rinnovabili negli edifici su più vasta scala, è necessario che, così come avviene nella comunità residenziale, vi siano legami reciproci anche tra altri edifici o gruppi di edifici con diverse funzioni. In particolare, devono essere interrelate: le tecnologie di cogenerazione, i sistemi di riscaldamento e raffreddamento dell'area, il controllo integrato degli impianti elettrici, la riduzione del consumo energetico e delle emissioni di gas serra e persino le sperimentazioni sugli edifici a consumo zero e a emissioni zero.

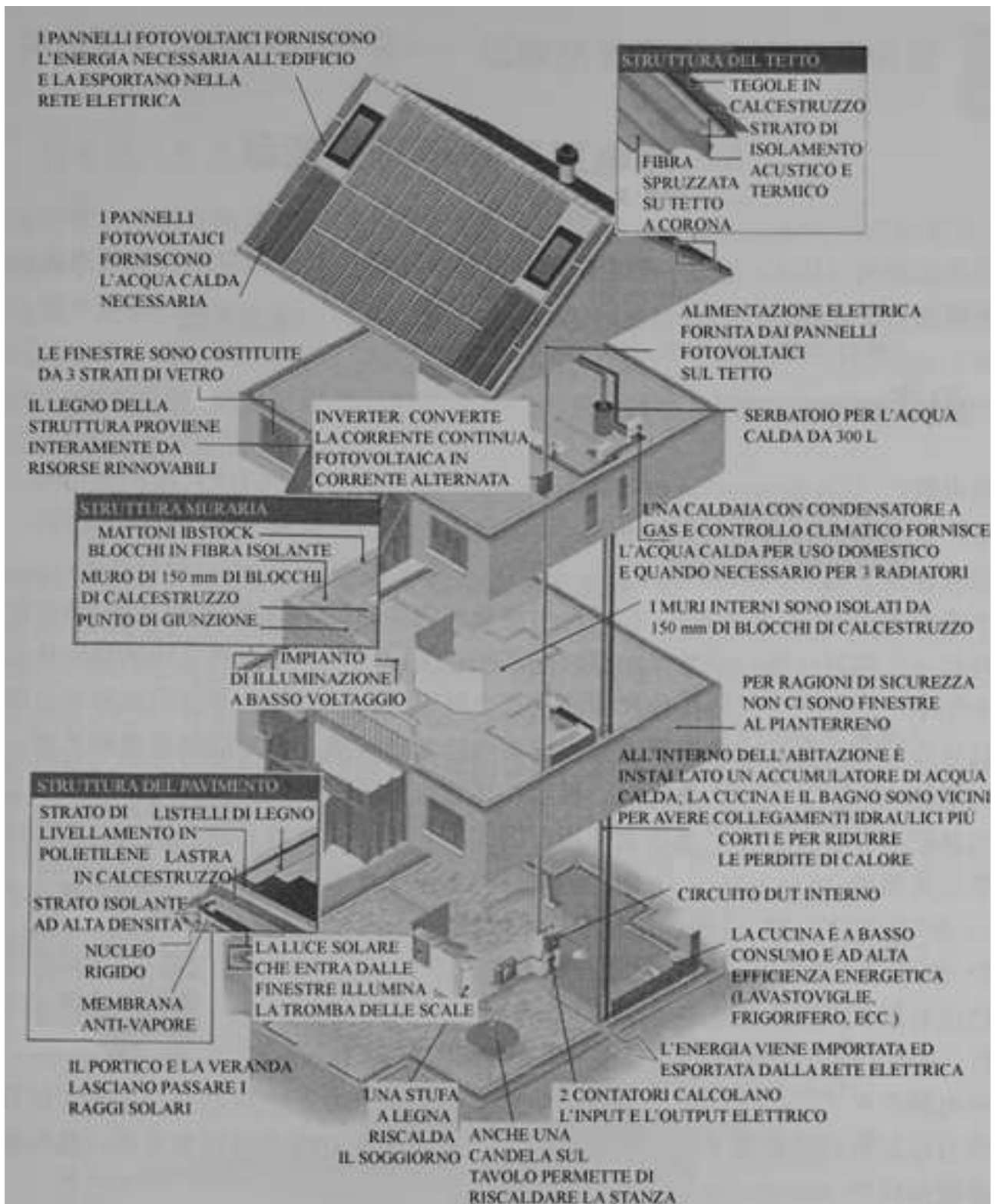


Immagine 1-39 Configurazione complessiva delle energie rinnovabili integrate in un edificio residenziale (Fonte: T. Garrett by THE TIMES)

2. Ricerche nel campo degli edifici a consumo zero

2.1 Introduzione

2.1.1 Un quadro generale

Gli *edifici a consumo zero* o ZEB (Zero-Energy Building), talvolta definiti anche *a consumo netto zero* e noti come ZNE (Zero Net Energy building), NZEB (Net-Zero Energy Building) o NZB (Net Zero Building), sono edifici che ogni anno hanno in media consumi energetici netti pari a zero ed emissioni pari a zero. Questi edifici possono essere staccati dalla rete elettrica in quanto accumulano energia localmente attraverso tecnologie come quelle solari ed eoliche. In particolare, l'uso di tecnologie ad alta efficienza energetica per il riscaldamento, la ventilazione e il condizionamento dell'aria (HVAC), così come per l'illuminazione, ne riduce il fabbisogno energetico complessivo.

2.1.2 L'evoluzione dei moderni edifici a consumo zero

Lo sviluppo dei moderni edifici a consumo zero è stato possibile non solo grazie alle nuove tecnologie strutturali ma grazie a molteplici fattori: le ricerche accademiche nel campo dell'edilizia tradizionale e dell'edilizia sperimentale hanno consentito di raccogliere dati più specifici sul funzionamento energetico, mentre i computer più avanzati hanno consentito di rivelare fin dall'inizio le potenzialità più vantaggiose dei progetti ingegneristici.

L'utilizzo di energia elettrica può essere misurato in diversi modi (in base ai costi, alle risorse energetiche e alle emissioni di carbonio); per realizzare un bilancio di energia è importante considerare la media delle risorse energetiche guadagnate e di quelle risparmiate partendo da prospettive diverse, a prescindere dalla loro tipologia.

Sebbene gli edifici a consumo zero non abbiano ancora avuto una grande diffusione nei Paesi industrializzati, hanno comunque ottenuto crescente favore e notorietà. Le ricerche in questo campo potrebbero potenzialmente portare a una riduzione delle emissioni di carbonio e a una riduzione dell'impiego di combustibili fossili.

Un edificio che impiega energia in una quantità che si avvicina allo zero può essere definito *edificio a energia quasi zero* (near-zero energy building) oppure *casa a bassissimo consumo*

energetico (ultra-low Energy house). Gli edifici che producono un surplus energetico in una parte dell'anno possono essere chiamati *edifici a energia positiva* (energy-plus building).

È più facile realizzare un edificio a consumo zero se:

- È situato in un'area la cui la domanda di riscaldamento e raffreddamento è concentrata solo in una parte dell'anno;
- Ha una superficie abitabile di dimensioni modeste.

2.1.3 Definizione di edificio a consumo zero

Anche se la denominazione *a consumo netto zero* (Zero Net Energy) è generalmente condivisa, vi sono alcune sue definizioni che nell'uso pratico assumono significati diversi, in particolare tra Nord America ed Europa.

- *Consumo netto del sito zero* (Zero Net Site Energy Use):
In questa tipologia di edifici a consumo netto zero la quantità di energia utilizzata dall'edificio coincide con quella fornita dalle risorse rinnovabili presenti sul sito. In America questi edifici vengono chiamati generalmente *a consumo netto zero*.
- *Consumo netto delle fonti energetiche zero* (Zero net source energy use):
La quantità di energia prodotta da questo edificio a consumo netto zero copre anche i consumi energetici legati al trasferimento dell'energia dalla fonte energetica all'edificio. Di conseguenza in questo caso è necessario produrre una quantità di energia maggiore rispetto agli edifici a consumo netto del sito zero.
- *Emissioni energetiche nette zero* (Net zero energy emissions)
Al di fuori degli Stati Uniti e del Canada gli edifici a consumo netto zero sono generalmente definiti come edifici che producono una quantità di emissioni energetiche pari a zero, e per questo sono chiamati anche edifici a carbonio zero o a emissioni zero. Secondo questa definizione la quantità di emissioni di carbonio generata dall'impiego di combustibili fossili sul sito o lontano da esso viene messa in relazione con la quantità di energia rinnovabile prodotta sul sito. Vi sono opinioni controverse sul fatto che anche le emissioni di carbonio legate ai trasporti da e verso l'edificio debbano essere incluse nel calcolo.
- *Costo netto zero* (Net zero cost)

In questo tipo di edifici i costi sostenuti per l'acquisto delle risorse energetiche sono bilanciati dal ricavato della vendita delle risorse energetiche prodotte dall'edificio stesso. Questo può verificarsi solo in relazione alle politiche delle pubbliche imprese.

- *Consumo netto di energia lontano dal sito pari a zero* (Net off-site zero energy use)

In questi edifici l'energia acquistata proviene al 100% da fonti energetiche rinnovabili, anche se non è prodotta localmente.

- *Indipendenti dalla rete elettrica* (Off-the-grid)

Questi edifici a consumo netto zero sono in grado di produrre e accumulare energie rinnovabili in modo autonomo (anche in condizioni di assenza di vento e luce solare) ed essendo energeticamente autosufficienti non sono collegati ad alcun tipo di rete elettrica.

2.2 Progettazione e costruzione di edifici a consumo zero

2.2.1 Progettazione

Le strategie più efficaci in termini di costi per la riduzione dei consumi energetici sono generalmente attuate nel corso della progettazione.

2.2.1.1 Il concetto di edificio a consumo zero

La progettazione degli edifici a consumo zero e le pratiche costruttive tradizionali differiscono nelle strategie di acquisizione delle risorse energetiche ad alta efficienza.

Una progettazione efficace degli edifici a consumo zero generalmente prevede:

- una misurazione congiunta dei tempi e delle condizioni naturali per l'utilizzo passivo dell'energia solare;
- una valutazione delle risorse energetiche utilizzabili in loco (la luce e il calore solare, la direzione del vento, le fonti sotterranee di raffreddamento, ecc), in modo da utilizzare il meno possibile mezzi artificiali per garantire l'illuminazione e una temperatura interna stabile.

Per ottimizzare la progettazione degli edifici a consumo zero generalmente occorre:

- stabilizzare le variazioni termiche del giorno e della notte, aumentando l'utilizzo passivo di energia e calore solare e mettendo in relazione ombra e massa termica dell'edificio;
- garantire la disponibilità energetica in diversi tipi di condizioni climatiche, aumentando l'isolamento termico e favorendo una chiusura ermetica dell'involucro edilizio.

La realizzazione di queste tecnologie oggi non presenta particolari problemi.

2.2.1.2 Simulazioni virtuali per la progettazione

Complessi strumenti per la simulazione virtuale 3D possono essere utilizzati per prevedere come implementare negli edifici diverse variabili, tra cui:

- L'orientamento dell'edificio (inclusa la posizione giornaliera e stagionale del sole rispetto ad esso);
- La tipologia e la posizione di porte e finestre;
- La profondità e la sporgenza dei cornicioni;
- Le tipologie di isolamento termico e i valori di conducibilità termica delle componenti architettoniche;
- La tenuta dell'aria;
- L'efficienza dei sistemi di riscaldamento, raffreddamento, illuminazione, ventilazione ecc;
- Il clima locale.

Queste simulazioni consentono ai progettisti di prevedere come implementare diverse funzioni nell'edificio, di analizzare la sua efficacia in termini di costi, di verificare la sua compatibilità con i modelli economici e finanziari e di valutare la durata del suo ciclo di vita.

2.2.1.3 Principali misure adottate nella progettazione

Gli edifici a consumo zero hanno una notevole efficienza energetica. È d'importanza fondamentale considerare che, a seconda delle diverse zone climatiche e delle peculiarità del luogo in cui è situato l'edificio, il carico termico di riscaldamento e raffreddamento può subire una riduzione attraverso tecniche come: l'utilizzo di impianti di riscaldamento e raffreddamento ad alta efficienza energetica, l'aumento dell'isolamento termico, lo sfruttamento della ventilazione naturale.

Il carico termico di riscaldamento dell'acqua può essere invece alleggerito attraverso: l'utilizzo di dispositivi per il risparmio dell'acqua, il riciclaggio delle acque reflue, il recupero del calore prodotto dal riscaldamento dell'acqua a energia solare, l'alta efficienza degli impianti per il riscaldamento dell'acqua. Inoltre lucernari e tubi solari possono fornire fino al 100% dell'illuminazione giornaliera. Per l'illuminazione notturna si possono usare luci LED o lampade che utilizzano 1/3 della potenza elettrica o meno. Utilizzando il più possibile dispositivi elettrici a risparmio energetico si riducono inoltre i carichi reattivi e l'alimentazione di riserva.

Gli edifici a consumo zero spesso sono progettati perché le risorse energetiche possano essere utilizzate per due scopi diversi e lo stesso vale per gli elettrodomestici. Sfruttando ad esempio l'aria calda emessa dal frigorifero è possibile scaldare l'acqua; utilizzando l'acqua emessa dall'impianto di ventilazione e dalla doccia è possibile riscaldare lo scambiatore; il calore emesso dalle apparecchiature da ufficio, dal computer server e dal corpo umano può essere impiegato per riscaldare l'edificio; persino il calore emesso dagli edifici tradizionali può essere utilizzato.

Gli edifici a consumo zero sono progettati per il recupero di calore dagli impianti dell'unità residenziale destinati alla ventilazione, al riciclo del calore dell'acqua calda, alla cogenerazione, alla refrigerazione ad assorbimento.

2.2.2 Cinque passi fondamentali per la realizzazione di un edificio a consumo zero

Il successo degli edifici a consumo zero si fonda su un'ingegneria dei sistemi: l'involucro edilizio, le finestre, i sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC), il riscaldamento dell'acqua; la progettazione e la costruzione dell'impianto elettrico sono finalizzate ad aumentare al massimo l'efficienza energetica.

Segue una breve analisi delle componenti principali di questi sistemi:

- 1) Progettazione e orientamento: la pendenza dei tetti, la dimensione e la posizione delle finestre, la forma dell'intero edificio sono elementi importanti. È inoltre necessario considerare l'orientamento prevalente del vento e la gestione del guadagno energetico solare. Se vengono utilizzati collettori solari è necessario fare in modo che una parte del tetto sia

rivolta verso sud. Anche la posizione dei portici, del garage, degli alberi e degli edifici vicini è determinante.

- 2) L'isolamento termico dell'involucro edilizio e l'ermeticità sono cruciali.
 - a. Coibentazione a elevato valore di trasmittanza termica U: per quanto riguarda le case a consumo zero (o case energetiche), un involucro edilizio esterno integro e completo aumenta il valore di resistenza termica R dello strato d'isolamento. Le integrazioni e la verniciatura del pavimento, delle pareti e del soffitto aumentano il valore di trasmittanza termica U dello strato d'isolamento. Sigillare ogni possibile apertura o fessura evita inoltre che la tenuta dell'aria sia compromessa.
 - b. Massa termica del calcestruzzo: costruzione di pavimenti e pareti esterne in calcestruzzo. Il calcestruzzo consente di mitigare le oscillazioni termiche e attraverso il terreno può perfino propagare la temperatura pressoché costante del sottosuolo in tutta l'abitazione per stabilizzare le oscillazioni termiche stagionali.
 - c. Involucro edilizio e tenuta dell'aria: l'involucro edilizio deve soddisfare gli standard per le perdite d'aria di pareti, porte e finestre, con particolare attenzione ai tetti e ai soffitti.
 - d. Porte e finestre: utilizzo di finestre con vetri isolanti tripli e di doppie porte esterne con un buon isolamento termico. La luce irradiata dal sole, attraverso il guadagno solare passivo delle finestre, può coprire circa il 40% delle perdite di calore. I lucernari possono ridurre la necessità di illuminazione artificiale, tuttavia necessitano di un doppio vetro isolante di buona qualità.
- 3) Aumentare l'efficienza energetica dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento: i sistemi di riscaldamento e raffreddamento devono essere associati ad un involucro edilizio ad alta efficienza energetica.
 - a. Se la situazione lo permette è utile acquistare il più possibile impianti ad alta efficienza energetica.
 - b. Sfruttare la temperatura del terreno è sicuramente vantaggioso: se le condizioni economiche e territoriali lo permettono è utile acquistare pompe di calore o scambiatori di calore terra-aria.
 - c. Riscaldamento a pavimento: il riscaldamento radiante a pavimento può essere una soluzione comoda in quanto il calore è ben distribuito, vengono utilizzate risorse situate più in basso rispetto a quelle tradizionali e viene ridotto anche l'inquinamento acustico.
 - d. Ottimizzazione delle tubature: si ottiene progettando in modo adeguato il circuito di tubature, garantendo una perfetta ermeticità, facendo passare i tubi solo nello spazio condizionato.

- e. Metodi di raffreddamento alternativi: nelle condizioni appropriate, valutare la sostituzione dell'impianto di ventilazione o del sistema di condizionamento evaporativo.
- 4) Ridurre il fabbisogno energetico complessivo:
- a. Installare un impianto d'illuminazione ad alta efficienza energetica.
 - b. Utilizzare elettrodomestici ad alta efficienza energetica, in particolare il frigorifero, la lavastoviglie e la lavatrice.
 - c. Prestare attenzione al risparmio di acqua calda, usando ad esempio docce con un flusso d'acqua ridotto e rubinetti a risparmio d'acqua.
 - d. Spegnerle le luci, i computer e gli elettrodomestici una volta terminato l'utilizzo.
- 5) Installare impianti per la generazione di energia, come ad esempio gli impianti a energia solare.

2.2.3 Guadagno energetico negli edifici a consumo zero

Per poter soddisfare la necessità di corrente elettrica, riscaldamento e raffreddamento, gli edifici a consumo zero necessitano di un accumulatore che li rifornisca di energia. Questa energia (elettrica e termica) può essere prodotta attraverso le tecnologie di micro-generazione: le celle solari e le turbine eoliche possono produrre energia elettrica; i combustibili organici o i collettori solari collegati a degli accumulatori interstagionali possono riscaldare gli ambienti. Per coprire le variazioni del fabbisogno energetico, tuttavia, gli edifici a consumo zero necessitano anche del collegamento con la rete elettrica. Quando vi è un surplus di energia prodotta dall'edificio questa viene immessa nella rete elettrica; quando invece l'energia prodotta non è sufficiente è la rete elettrica ad alimentare l'edificio. Naturalmente vi sono altre costruzioni che hanno una totale autonomia energetica.

L'accumulo di energia deve avvenire a livello locale: la capacità combinata, come nel caso di gruppi di edifici, quartieri o villaggi, aumenta l'efficienza in termini di costi e l'utilizzabilità delle risorse. Grazie all'efficienza energetica dell'accumulo di energia a livello locale si possono eliminare le perdite dovute al trasferimento e alla distribuzione dell'energia (il valore delle perdite si aggira tra il 7,2% e il 7,4%). In caso di utilizzo commerciale e industriale è necessario procedere secondo la configurazione del luogo per trarne vantaggio: è necessario quindi che il calore terrestre, l'energia micro-idroelettrica, l'energia solare ed eolica siano reperibili prevalentemente a livello locale.

I complessi di edifici a consumo zero, come il *Beddington Zero Energy Development* (BedZED) di Londra e altri che hanno avuto una rapida diffusione in America, California e Cina, possono adottare piani di generazione distribuita. Questo rende possibile anche il riscaldamento in alcune regioni con condizioni peculiari, il raffreddamento nelle comunità, l'utilizzo condiviso delle turbine eoliche e molto altro. I piani attuali utilizzano la tecnologia degli edifici a consumo zero al fine di costruire un'intera città indipendente dalla rete elettrica o a consumo netto zero.

2.2.4 Guadagno energetico e risparmio energetico

L'equilibrio tra il risparmio energetico e il guadagno in termini di accumulo distribuito di risorse rinnovabili (energia solare ed eolica) è diventato cruciale nella progettazione di edifici a consumo zero. Molti infatti utilizzano una combinazione di queste due strategie.

A partire dagli anni '80 troviamo prototipi di progettazione di edifici a energia solare passiva e di case energetiche: in molti luoghi in cui non era possibile un accumulo energetico attivo potevano coprire tra il 70% e il 90% delle spese per il riscaldamento. Sul tetto dei tradizionali edifici a bassa efficienza energetica venivano installati costosi pannelli fotovoltaici, in grado di ridurre solo di una quota compresa tra il 15% e il 30% per kW-h la domanda di energia dall'esterno. I pannelli fotovoltaici, tuttavia, avrebbero potuto ridurre considerevolmente la domanda globale di energia elettrica solo acquisendo una maggiore efficienza in termini di costi.

2.2.5 Norme di comportamento per l'utenza degli edifici a consumo zero

Negli edifici (compresi quelli a consumo zero) il consumo energetico e il comportamento dell'utenza sono in stretta relazione. Le statistiche americane dimostrano, grazie a uno studio condotto in due abitazioni identiche, che il comportamento degli inquilini influisce sull'efficienza energetica e può addirittura farla raddoppiare. Allo stesso modo l'utilizzo degli elettrodomestici, dell'illuminazione e dell'acqua calda può avere conseguenze determinanti. Negli edifici a consumo zero le norme comportamentali dell'utenza devono essere messe al primo posto.

2.3 Valutazione degli edifici a consumo zero

2.3.1 Vantaggi

- 1) Consentono ai proprietari di eliminare la minaccia di futuri aumenti del prezzo delle risorse.
- 2) Rendono la temperatura interna più confortevole, in quanto è meglio distribuita.
- 3) Riducono la domanda di risorse energetiche ormai in esaurimento.
- 4) Grazie all'aumento dell'efficienza energetica, riducono i costi complessivi.
- 5) Riducono il costo netto della vita mensile.
- 6) Aumentano l'affidabilità della fornitura di energia.
- 7) Aumentano il valore di rivendita, aumentando potenzialmente anche la domanda d'acquisto.
- 8) I limiti imposti dalla legislazione futura, incluse le sanzioni/tasse per le emissioni di carbonio, possono far sì che gli edifici a bassa efficienza energetica necessitino di costosi rinnovamenti.

2.3.2 Svantaggi

- 1) Il costo di investimento iniziale per i proprietari è alto.
- 2) Sono pochi gli architetti e i progettisti che hanno l'esperienza e le competenze tecniche necessarie per costruire un edificio a consumo zero.
- 3) Il calo sempre maggiore dei prezzi delle risorse energetiche rinnovabili può portare a una svalutazione dei capitali d'investimento nelle risorse ad alta efficienza energetica. I prezzi delle nuove tecnologie per le celle dei pannelli fotovoltaici, ad esempio, ogni anno calano circa del 17% e questo può ridurre il valore dei capitali d'investimento negli impianti per la generazione di energia solare fotovoltaica.
- 4) Dati gli elevati costi di investimento iniziali difficilmente si possono raggiungere prezzi di rivendita più alti.
- 5) È difficile che l'energia generata dalle fonti rinnovabili possa ridurre la potenza complessiva richiesta alla rete elettrica.
- 6) L'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili non copre facilmente il divario energetico tra il riscaldamento e il raffreddamento.
- 7) La quantità di energia solare acquisita può essere limitata dal sito, dall'orientamento del sole e dall'ambiente circostante.

2.4 Edifici a consumo zero ed edifici verdi

2.4.1 Definizione

L'obiettivo degli edifici verdi e dell'architettura sostenibile è aumentare l'efficienza energetica delle risorse riducendo l'impatto negativo degli edifici sull'ambiente. Gli edifici a consumo zero nel loro ciclo di vita realizzano uno dei più importanti obiettivi degli edifici verdi: non utilizzare alcun tipo di energia proveniente dall'esterno, riducendo al massimo i consumi energetici e le emissioni di gas serra. Non si può tuttavia dire che gli edifici a consumo zero possano essere considerati verdi in ogni campo, se non valutando se riducono i rifiuti solidi, se utilizzano materiali di costruzione riciclabili, ecc. Gli edifici a consumo zero e gli edifici a consumo netto zero spesso hanno un impatto sull'ecosistema molto più basso rispetto ad alcuni edifici verdi, finalizzati a soddisfare le abitudini e le richieste degli utenti ma che tuttavia necessitano di un input energetico e/o di combustibili fossili.

2.4.2 Caratteristiche

Considerate le sfide da affrontare nel corso della progettazione e l'influenza della configurazione del luogo, gli edifici a consumo zero necessitano di risorse rinnovabili ad alta efficienza energetica (come energia solare, energia eolica, energia geotermica ecc..) per poter soddisfare il proprio fabbisogno energetico e quello dei loro utenti. Si devono quindi seguire i principi generali di progettazione, sfruttando il più possibile risorse gratuite e disponibili in natura, come l'orientamento necessario per ottenere energia solare passiva, la ventilazione naturale, l'illuminazione naturale, la massa termica e il raffreddamento notturno.

2.4.3 Certificazione

I programmi di certificazione di molti edifici verdi non richiedono che un edificio sia a consumo netto zero, ma solo che riduca l'utilizzo di risorse energetiche di alcuni punti di percentuale sui minimi consentiti per legge. I moduli di controllo per le certificazioni previsti dal sistema *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), sviluppato dall'*U.S. Green Building Council* (USGBC) e dalla *Green Globe Accreditation* comprendono solo strumenti di misurazione e non di progettazione. Anche i progettisti e gli architetti più esperti non sono sempre

in grado di soddisfare perfettamente gli obiettivi necessari per l'ottenimento della certificazione, inoltre questi obiettivi non sempre riguardano uno specifico edificio o coincidono con le migliori scelte di progettazione in base al clima locale.

2.5 Esempi di edifici a consumo zero

2.5.1 Progetti per lo sviluppo di edifici a consumo zero nel distretto di Beddington, Londra : il BedZED

2.5.1.1 Introduzione

Il *Beddington Zero Energy Development* (BedZED), progetto per la salvaguardia ambientale e per lo sviluppo residenziale, è situato nel Borgo londinese di Sutton. Sotto la guida di Bill Dunster, un gruppo di progettazione ha dato un'interpretazione di quello che potrebbe essere uno stile di vita più sostenibile. Questo complesso residenziale è stato costruito tra il 2000 e il 2002, è composto da 99 abitazioni e 1405 m² commerciali e ha già ottenuto più di una dozzina di importanti riconoscimenti.

L'immagine 2-1 illustra l'aspetto del BedZED.



a)

b)



c)

Immagine2-1 Beddington Zero Energy Development (BedZED)

- a. Panoramica
 - b. Vista dallastrada
 - c. Vista dai tetti
- (Fonte: Arup)

2.5.1.2 Fisica delle costruzioni architettoniche

L'alta efficienza energetica della struttura edilizia in questo progetto supera gli standard inglesi ed europei: le mura esterne, ad esempio, sono costituite da: blocchi di calcestruzzo posti all'interno, uno strato di lana di roccia isolante spesso 300 mm, un rivestimento di mattoni all'esterno. In questo modo il valore complessivo U delle mura esterne raggiunge $0.11 \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{K})$.

L'immagine 2-2 mostra la struttura a blocchi delle mura esterne.



Immagine 2-2 Struttura a blocchi delle mura esterne
(Fonte: P.F. Smith)

Nei tetti è stato inserito uno strato isolante di 300 mm di schiuma di polistirene e il valore complessivo di U è pari a $0.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Il pavimento è isolato con polistirene espanso (EXP) e similmente ha un valore complessivo di U pari a $0.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Lo spazio compreso tra i tre strati di vetro isolante delle finestre è riempito con gas Argon e gli infissi in legno hanno un valore complessivo di U pari a $1.2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

I blocchi di calcestruzzo dentro alle mura esterne e lo strato di mattoni che le riveste hanno una massa termica determinante, in grado di preservare il calore d'inverno e di evitare un calore eccessivo d'estate.

Generalmente negli edifici il 40% del calore destinato al riscaldamento viene dissipato attraverso crepe e fessure. Nel BedZED viene invece attribuita molta importanza all'ermeticità e il tasso di scambio dell'aria per 50 Pa può arrivare a 2/h.

Il BedZED è stato progettato fin dall'inizio per impiegare per la maggior parte materiali riutilizzabili come legno e acciaio, quasi sempre reperiti in un raggio di 60 km dal sito. Tutti i materiali non contengono composti organici volatili (VOCs – Volatile Organic Compounds) e realizzano quindi in parte la strategia che prevede l'impiego di materiali a bassa sensibilità.

Data la buona ermeticità del BedZED la ventilazione è di estrema importanza. Il gruppo di progettazione ha scelto di sfruttare la ventilazione naturale passiva attraverso lo scambio termico degli aeratori da tetto, come quelli visibili nella figura 2-1/c. Le pale degli aeratori da tetto permettono una rotazione che è sempre contraria alla direzione del vento per aspirare l'aria e segue sempre la direzione del vento per espellerla. Gli scambiatori di calore possono acquisire il 70% del calore durante l'espulsione dell'aria.

Per quanto riguarda le finestre in vetro, ricoprono quasi il 100% della superficie delle mura della facciata a sud e consentono un guadagno termico solare passivo, come si vede nella figura 2-1/b.

La configurazione della fisica delle costruzioni appena descritta è riassunta nell'immagine 2-3.

2.5.1.3 Efficienza energetica

Secondo i criteri di valutazione del governo inglese per la misurazione del risparmio energetico, il BedZED riduce del 90% i costi per il riscaldamento rispetto alle abitazioni tradizionali e anche il fabbisogno energetico complessivo è ridotto del 60%.

Il BedZED può inoltre far risparmiare alle famiglie il 50% dell'acqua totale, il 57% dell'acqua calda, il 25% dell'energia elettrica, il 65% del chilometraggio percorso dalle automobili dei residenti; se ad esempio nelle abitazioni tradizionali ogni volta che si tira lo sciacquone del wc si scaricano normalmente 9 L d'acqua, nel BedZED tirando lo sciacquone due volte si consumano solo 3.5 L.

2.5.1.4 Un quadro generale delle costruzioni ecologiche

L'immagine 2-4 presenta un quadro generale delle costruzioni ecologiche.

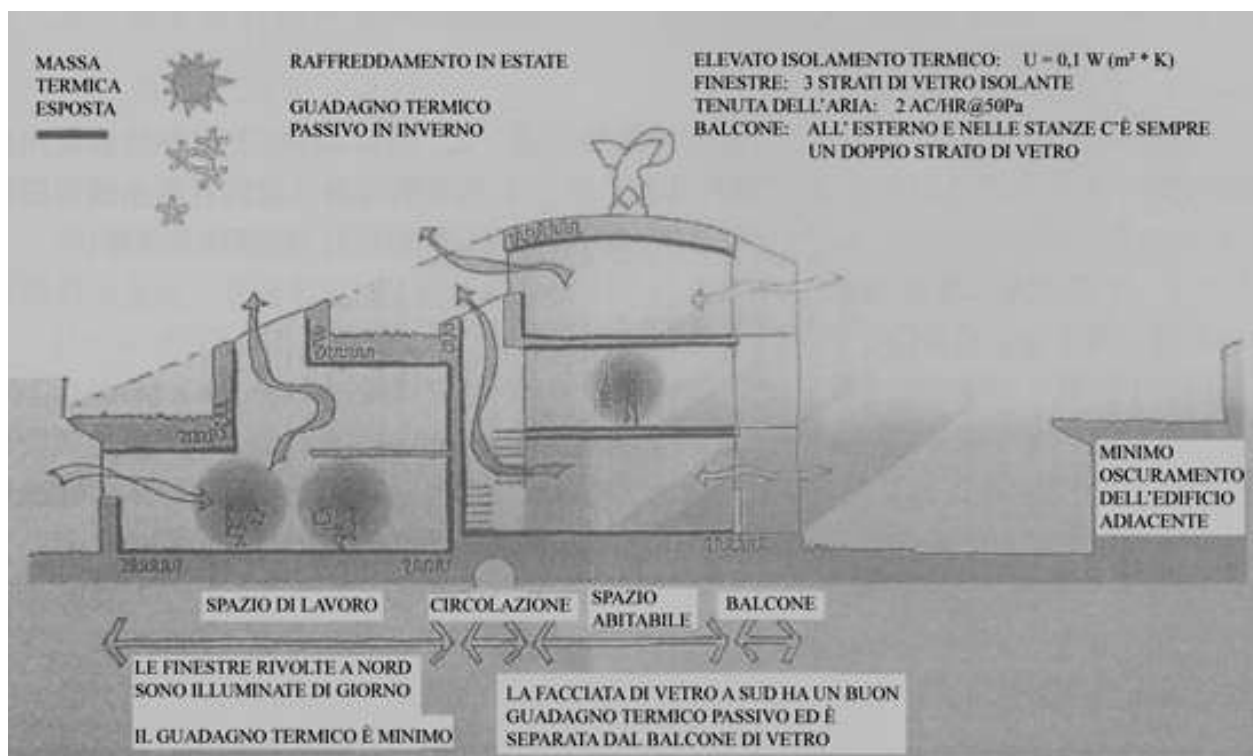


Immagine 2-3 La configurazione della fisica delle costruzioni (Fonte: ARUP & BRE)

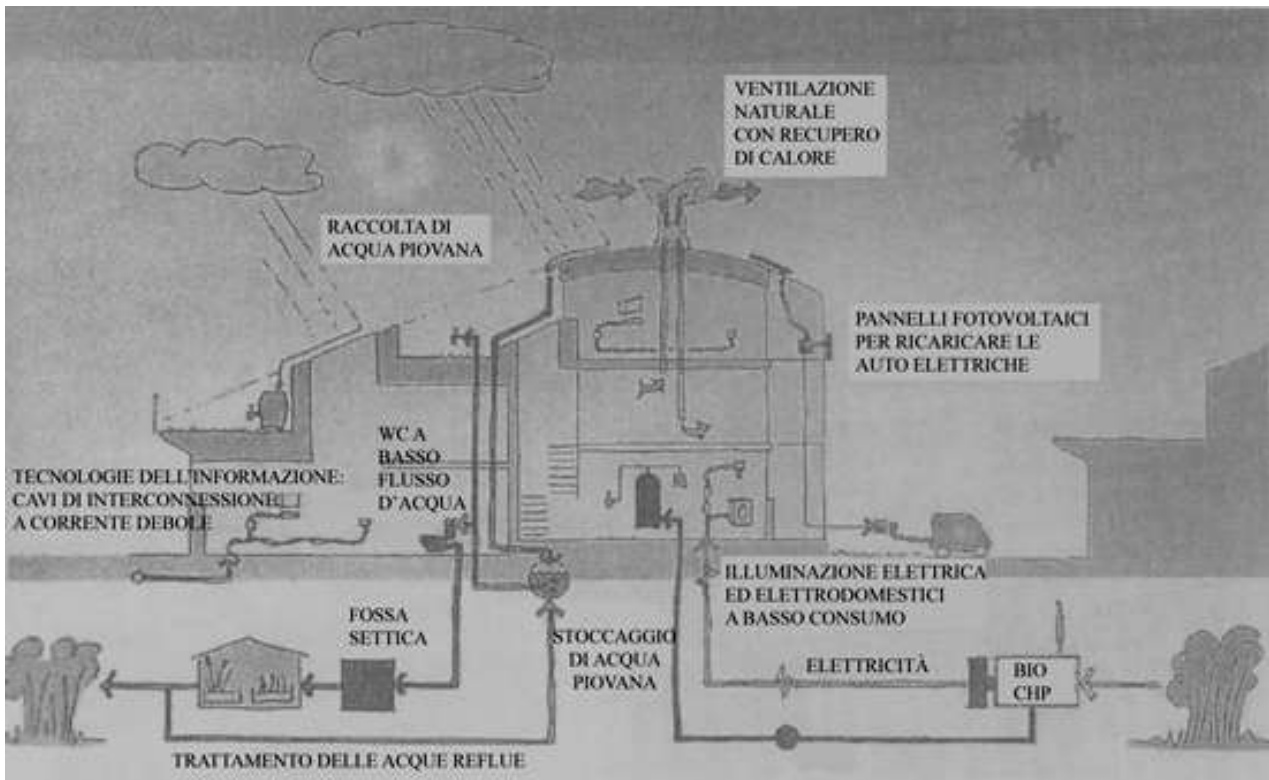


Immagine 2-4 Un quadro generale delle costruzioni ecologiche
(Fonte: ARUP & BRE)

2.5.2 Progetti per lo sviluppo di edifici a consumo zero in Cina

2.5.2.1 ZhujiangPlaza, Guangzhou

Zhujiang Plaza a Guangzhou è considerato il più alto edificio a consumo zero del mondo; questo enorme palazzo di 309 metri di altezza è composto in totale da 71 piani adibiti ad uffici e sale conferenze ed è dotato di una superficie utile di 212165 m².

2.5.2.2 Dongtan Eco-city, Shanghai

Dongtan Eco-city a Shanghai è la prima città ecologica a basse emissioni di carbonio. Situata nella terza più grande isola cinese - l'isola Chongming - in provincia di Shanghai, la città ecologica di Dongtan ha un paesaggio naturale rigoglioso e un buon ecosistema. Attualmente l'azienda inglese di progettazione ed edilizia Arup, nota in tutto il mondo, sta lavorando insieme all'impresa pubblica *Shanghai Industrial Investment Holdings Co. Ltd* per lo sviluppo dell'area di Dongtan, preparandosi a trasformare le costruzioni di quell'area nella prima città ecologica a sviluppo sostenibile.

A quanto ci è dato sapere, nella prima fase del progetto la città ecologica di Dongtan aveva una superficie di 630 hm², in grado di contenere le abitazioni e gli uffici di 20000 persone. Si stima che intorno al 2020, una volta ultimata la costruzione, potrà ospitare 80000 abitanti, e che una volta ultimato l'intero progetto ingegneristico in totale potrà ospitare 500000 abitanti.

La futura città ecologica di Dongtan sarà a basse emissioni di carbonio e a zero emissioni inquinanti e questo è un aspetto molto positivo per lo sviluppo di quell'area. In base ai piani per lo sviluppo del progetto, la futura città di Dongtan sarà energeticamente autosufficiente e tutte le abitazioni e gli edifici commerciali al suo interno utilizzeranno risorse energetiche rinnovabili.

Secondo il piano generale la città ecologica di Dongtan comprenderà una centrale elettrica, in grado di produrre 33 MW di energia utilizzando crusca di riso e altri scarti agricoli come combustibile, e inoltre un sistema di riscaldamento locale, in grado di utilizzare il calore residuo prodotto dalla centrale elettrica per soddisfare contemporaneamente la necessità di riscaldamento e raffreddamento dell'acqua e dell'aria di tutta l'Eco-City.

L'immagine 2-5 mostra una panoramica del progetto complessivo e uno schema concettuale della città ecologica di Dongtan.



Immagine 2-5 Una panoramica del progetto complessivo e uno schema concettuale della città ecologica di Dongtan (Fonte: ARUP/Graham Gaunt)

2.5.3 Progetti per lo sviluppo di edifici a consumo zero in California: l'IDeAs Z2

2.5.3.1 Presentazione del progetto

Il complesso di design IDeAs Z2, in California, è fondato su un concetto di progettazione ad alta efficienza energetica, piacevole alla vista, confortevole e funzionale.

Grazie ai pannelli fotovoltaici disposti sui tetti, questo edificio è progettato per produrre più energia di quella che consuma e per liberarsi della dipendenza da combustibili fossili per la produzione di energia, il riscaldamento e il raffreddamento.

Il progetto IDeAs Z2 è stato il primo in grado di raggiungere gli standard americani di alta efficienza energetica Z2 – *consumo netto zero, zero emissioni di carbonio* (net zero Energy, zero carbon emissions).

L'IDeAs Z2, futura sede aziendale, rivela come utilizzare tecnologie di progettazione sostenibili garantendo allo stesso tempo un'alta efficienza energetica e la comodità per l'utenza.

L'immagine 2-6 mostra uno scorcio degli interni e degli esterni dell'IDeAs Z2.



a)

b)

Immagine 2.6 Interni ed esterni dell'IDeAs Z2

a. Interni

b. Esterni

(Fonte: 2010 IDeAs)

2.5.3.2 Caratteristiche e aspetti fondamentali della progettazione

L'IDeAs Z2 ha un sistema completamente integrato per la generazione di energia fotovoltaica, collegato in parallelo alla rete elettrica e misurato al netto. Grazie alle sue dimensioni ha le premesse per coprire il 100% del fabbisogno energetico netto ed essendo a emissioni di carbonio zero può ridurre il riscaldamento globale.

Per supportare la realizzazione di questo obiettivo sono stati adottati anche altri accorgimenti:

- 1) Sfruttare la luce solare per ridurre i consumi energetici dell'illuminazione elettrica.
- 2) Consentire agli utenti la visione del panorama all'esterno.
- 3) Utilizzare macchine a induzione per spegnere le lampade nelle stanze non occupate.
- 4) Utilizzare apparecchiature per l'ufficio ad alta efficienza energetica e dispositivi per il controllo automatico in modo da ridurre il più possibile il loro carico termico.
- 5) Utilizzare: pompe di calore geotermiche + sistemi HVAC ad alta efficienza energetica + riscaldamento e raffreddamento radiante a pavimento.
- 6) Migliorare l'isolamento termico dell'involucro edilizio.
- 7) Installare dispositivi di monitoraggio per raccogliere tutti i dati riguardanti il funzionamento energetico dei sistemi edilizi.

3. Prospettive sul consumo energetico nell'edilizia e sulla riduzione delle emissioni di gas serra

3.1 Consumo energetico ed emissioni di carbonio

3.1.1 I dati più recenti sulle emissioni globali di CO₂

Al fine di affiancare le autorità e i leader mondiali nell'organizzazione e nella convocazione della *Conferenza delle Parti della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici* (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), l'*Agenzia Internazionale dell'Energia* (AIE) ha recentemente promulgato un documento che include un rapporto sulle emissioni di CO₂ prodotte dalla combustione di carburante. Le statistiche del 2009 sulla quantità globale di emissioni di CO₂ rivelano il primo calo nel consumo di carburante dei Paesi industrializzati dal 1990. L'AIE ha tuttavia evidenziato come le cause del calo siano probabilmente

riconducibili alla recessione economica che ha travolto il mondo occidentale tra il 2008 e il 2009, inoltre si stima che i dati sulla quantità di emissioni del 2010 possano in larga misura salire nuovamente.



Immagine 3-1 Emissioni di CO₂ nel mondo
(Fonte: Graphic Obsession)

Dal rapporto emerge principalmente che:

- 1) 2/3 delle emissioni globali del 2009 provengono da una decina di Paesi o poco più; Cina e America, in testa alla classifica, producono il 41% delle emissioni globali di CO₂.
- 2) Tra il 1990 e il 2009 le emissioni prodotte dalla combustione del carbone sono aumentate, passando dal 40% al 43%; le emissioni di CO₂ prodotte dalla combustione di gas naturali sono aumentate passando dal 18% al 20% e le emissioni di CO₂ prodotte dalla combustione di petrolio si sono ridotte dal 42% al 37%.
- 3) Due settori – il settore della produzione di energia termica ed elettrica e il settore dei trasporti – nel 2009 hanno prodotto complessivamente quasi 2/3 delle emissioni globali di CO₂, rispetto al 58% di emissioni prodotte nel 1990.

3.1.2 Produzione di energia e calore: le due maggiori fonti di emissioni di CO₂ a livello globale

Le stime sopra citate e i dati raccolti in America dal *Laboratorio di Ricerca del Sistema Terra* dell'*Agenzia Nazionale Oceanica e Atmosferica* (National Oceanic and Atmospher Agency, NOAA) coincidono. Il rapporto di ricerca pubblicato nel maggio 2011 mostra come la quantità di

CO₂ contenuta nell'atmosfera abbia ormai superato tutti i record registrati in 50 anni di storia del laboratorio.

Secondo l'AIE il settore della produzione di energia termoelettrica, che determina il 41% delle emissioni globali di CO₂, costituisce la principale fonte di emissioni a livello mondiale. Se sommate alle emissioni prodotte dalla combustione di carburanti fossili nel settore dei trasporti, le emissioni complessive dei due settori raggiungono circa 2/3 delle emissioni globali di CO₂.

Sono pochi i Paesi in cui è già stata adottata una legislazione sul carbonio: lo Stato di California, ad esempio, ha promulgato la legge AB32, il cui obiettivo consiste nel portare nel 2020 a una riduzione delle emissioni di gas serra che riporti ai livelli del 1990. Non molto tempo fa l'Australia ha intrapreso la realizzazione della sua prima Legge Nazionale e la Camera dei Rappresentanti ha approvato il progetto di tassazione del carbonio. Il disegno di legge sulle risorse energetiche, che entrerà in vigore solo previa approvazione del Senato, potrebbe diventare una delle più complete direttive al mondo per la riduzione del carbonio.

Il 28 novembre 2011 è stata inaugurata in Sudafrica la *Conferenza delle Parti* della *Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici*. Diversi scienziati specializzati nella protezione ambientale e nello studio dei cambiamenti climatici hanno condotto incessantemente campagne in favore di un patto legalmente vincolante per la riduzione globale delle emissioni di gas serra, tuttavia non hanno ottenuto risultati degni di nota o, per meglio dire, non vi è stato alcun risultato, proprio come nel 2010.

3.1.3 Il piano d'azione dell'AIE sul tema delle tecnologie edilizie per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio

Il 16 maggio 2011 l'Agenzia Internazionale dell'Energia ha annunciato ai media che l'utilizzo di tecnologie di riscaldamento e raffreddamento ad alta efficienza energetica e a basse (se non nulle) emissioni di CO₂ nell'edilizia residenziale, commerciale e pubblica può portare a una riduzione su larga scala dei consumi energetici e delle emissioni di carbonio. Il consumo energetico per il riscaldamento e il raffreddamento nei settori edilizi sopra citati è pari infatti a circa 1/3 del consumo energetico globale.

Nel Piano d’Azione *Edifici ad alta efficienza energetica: impianti di riscaldamento e raffreddamento* pubblicato dall’AIE sono descritte tecnologie come il riscaldamento a energia solare, le pompe di calore, lo stoccaggio di energia termica e la cogenerazione nei servizi di costruzione. Nel Piano si afferma inoltre che nel 2050 queste tecnologie potrebbero potenzialmente ridurre le emissioni di CO₂ di 2 Gt, (l’equivalente di ¼ delle attuali emissioni di CO₂ prodotte dagli edifici), consentendo al contempo di risparmiare una quantità di energia pari a quella che si otterrebbe con la combustione di 710.000.000 t di petrolio.

Il Piano d’Azione ha rivelato come rivoluzionare il riscaldamento, il raffreddamento e la fornitura di acqua calda negli edifici. Nel 2050 la quantità di combustibili fossili necessaria per fornire calore e acqua calda negli ambienti edilizi potrebbe ridursi di una quota compresa tra il 5% e il 20% (a seconda delle specificità dell’area) rispetto ai valori attuali; inoltre il tasso di efficienza medio dei sistemi di raffreddamento globali potrebbe raddoppiare.

Oltre a descrivere tecnologie e combustibili relativamente poco utilizzati e tuttavia di grande importanza (come le biomasse), nel Piano vengono evidenziate quattro scelte tecnologiche chiave:

- 1) Nei sistemi solari termici attivi l’acqua riscaldata tramite energia solare può essere usata per riscaldare l’ambiente oppure per incrementare la fornitura di acqua calda sanitaria.
- 2) La cogenerazione utilizzata negli edifici per il riscaldamento degli ambienti o per incrementare la fornitura di acqua calda sanitaria può essere utilizzata per alimentare termicamente i dispositivi di raffreddamento degli ambienti.
- 3) I sistemi dotati di pompe di calore con terminali ad alta efficienza (come i condizionatori) possono essere progettati per il riscaldamento e per il raffreddamento, a seconda dell’integrazione apportata nelle fasi di creazione e progettazione dei sistemi stessi.
- 4) Lo stoccaggio di energia termica è di grande rilevanza nell’ambito delle energie rinnovabili in quanto consente di ottimizzare le funzioni dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento, aumentando inoltre la flessibilità dei sistemi di bilanciamento energetico.

La capacità dei sistemi solari termici potrebbe essere sviluppata fino a diventare 25 volte maggiore del livello attuale; la capacità di cogenerazione (CHP) per i servizi di costruzione potrebbe diventare fino a 45 volte maggiore rispetto al livello attuale. Infine, nel 2050 metà dei sistemi per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda presenti sul pianeta potrebbero essere dotati di accumulatori di calore.

3.2 Prospettive sul consumo energetico degli edifici e sulle emissioni di carbonio

3.2.1 I fattori che influenzano l'utilizzo delle risorse energetiche negli edifici e le relative tendenze di sviluppo

L'immagine 3-2 illustra i fattori che influenzano l'utilizzo delle risorse energetiche negli edifici e le relative tendenze di sviluppo.

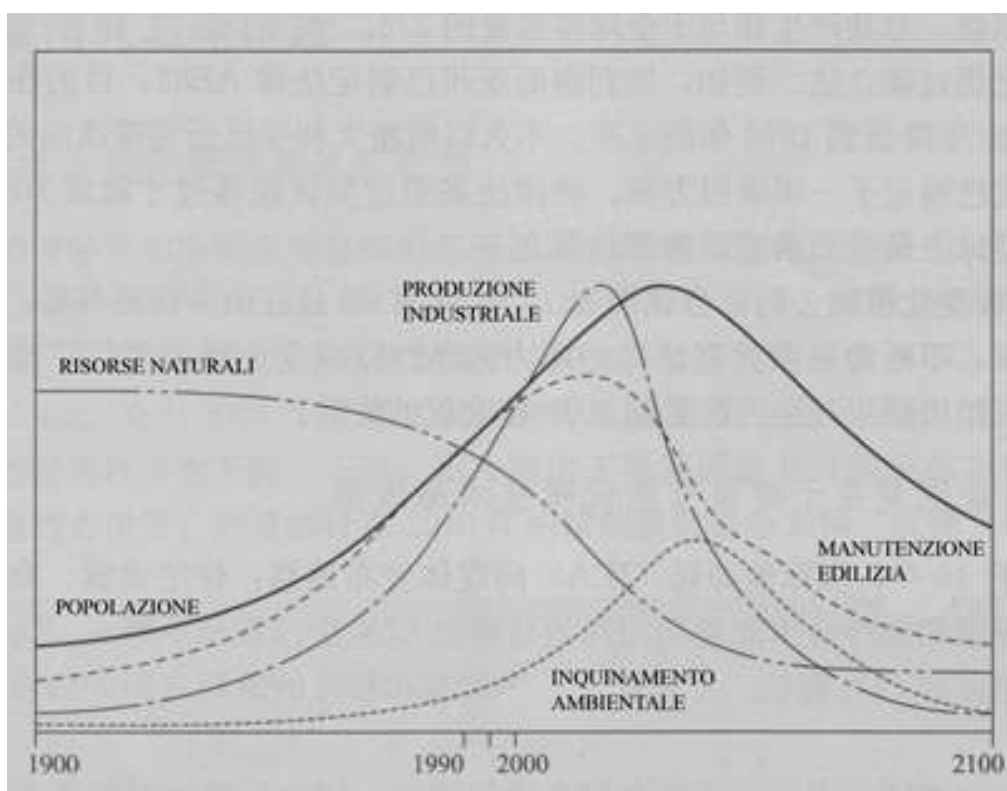


Immagine 3-2 Fattori che influenzano l'utilizzo delle risorse energetiche negli edifici e le relative tendenze di sviluppo (Fonte: Roberto Pagani)

Dall'immagine 3-2 si può evincere chiaramente che tra il 1900 e il 2011/2012 la popolazione mondiale, la produzione industriale, la manutenzione degli edifici e l'inquinamento ambientale sono continuamente aumentati; inoltre le risorse energetiche negli ultimi 20-30 anni hanno mostrato una tendenza verso il progressivo esaurimento. Questo significa che è indispensabile adottare misure per salvare il pianeta e modificare al più presto questa tendenza.

3.2.2 Misure tecnologiche per far fronte alle sfide in campo energetico e ambientale

L'immagine 3-3 descrive graficamente le possibili misure – già accennate in precedenza – per far fronte alle sfide in campo energetico e ambientale.

Seguendo la linea del tempo dell'immagine 3-3 si può vedere l'avvento di una prima e di una seconda ondata di misure tecnologiche adottate in risposta alle sfide che attualmente ci troviamo ad affrontare in campo energetico e ambientale.

Alcune di queste misure sono già state citate alla sezione 3.1.3, dove viene presentato il Piano d'Azione dell' AIE *Edifici ad alta efficienza energetica: impianti di riscaldamento e raffreddamento*, in cui sono descritte tecnologie come il riscaldamento a energia solare, le pompe di calore, lo stoccaggio di energia termica e la cogenerazione nei servizi di costruzione.

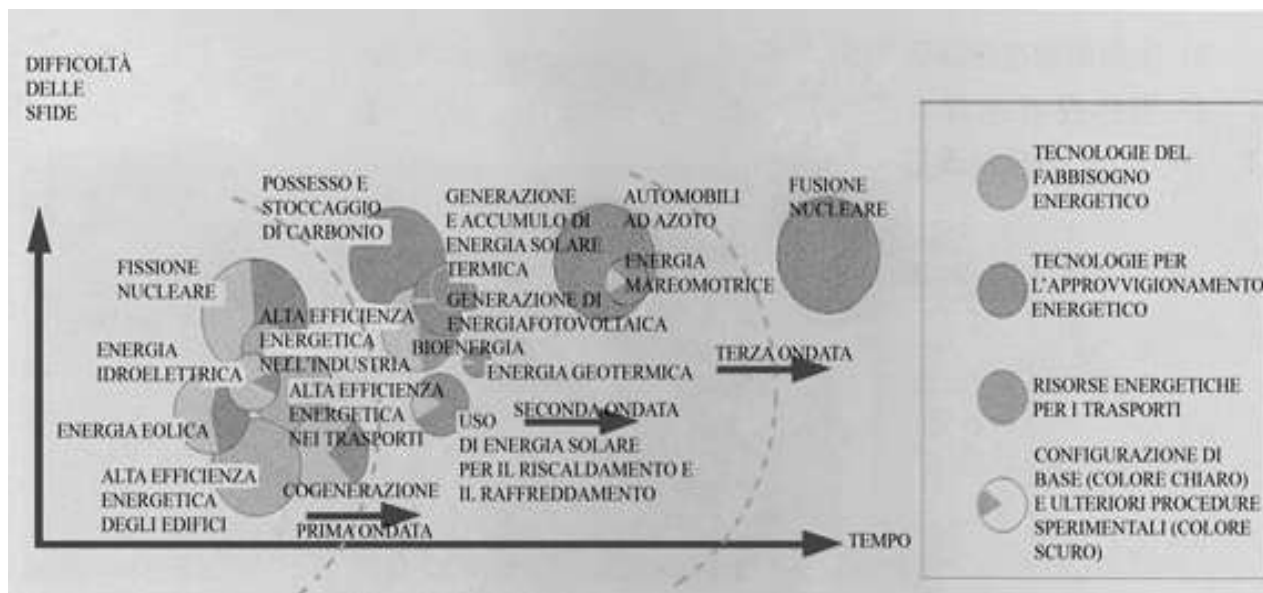


Immagine 3-3 Misure tecnologiche per far fronte alle sfide in campo energetico e ambientale (Fonte: EC Joint Research Centre)

3.3 Ottimizzazione del consumo energetico e delle emissioni di carbonio

In questo testo si vuole evidenziare come le trasformazioni in atto in campo edilizio per il risparmio energetico possano portare a un'ottimizzazione – anche a livello comunitario – del consumo di energia e delle emissioni di carbonio, determinando il raggiungimento di due dei più importanti – e più difficili – obiettivi.

3.3.1 I cambiamenti nell'ambito del risparmio energetico edilizio che hanno portato a un'ottimizzazione del consumo energetico e delle emissioni di carbonio

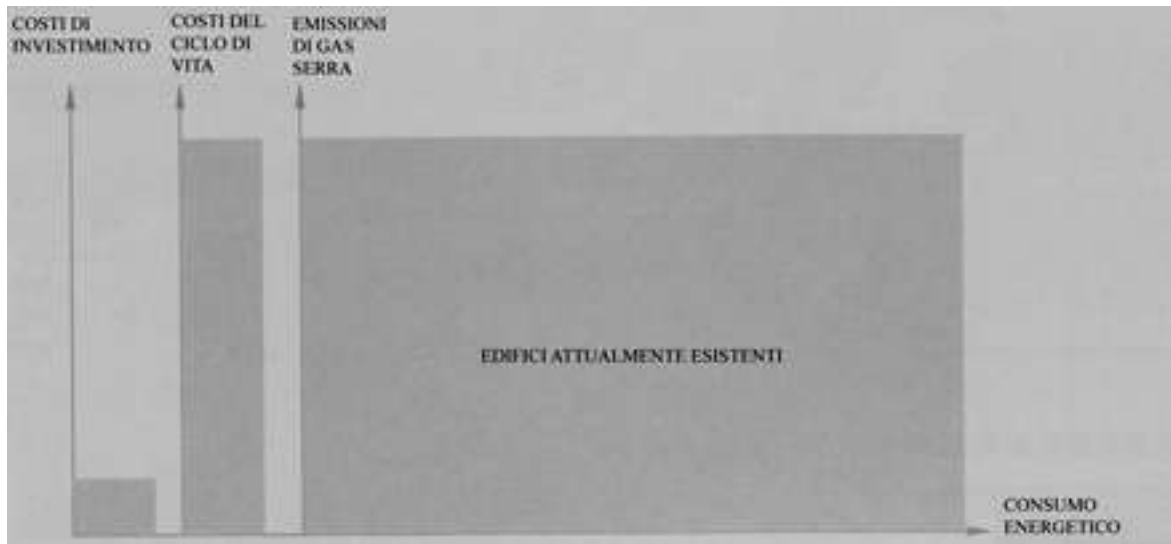
Negli ultimi 10 anni le tecnologie e gli standard edilizi per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio hanno avuto un rapido sviluppo.

I risultati di diversi studi, finalizzati al risparmio energetico a basse emissioni di carbonio e all'introduzione delle energie rinnovabili in campo edilizio, insieme all'esperienza pratica nella progettazione di nuovi edifici, nei lavori di costruzione, nelle procedure di controllo e accettazione hanno contribuito alla creazione di nuovi standard e modelli.

Ad oggi queste misure e questi standard edilizi sono stati impiegati per una grande quantità di edifici, tuttavia è necessario che questi stessi edifici raggiungano non solo un'alta efficienza energetica ma anche un'alta efficienza in termini di trasformazione dei costi di investimento. L'immagine 3-4 illustra la necessità dell'AIE di intraprendere studi per trasformare gli attuali edifici in edifici a risparmio energetico. A livello pratico, gli standard medi di alta efficienza nell'utilizzo di energia e nella trasformazione dei costi d'investimento sono di estrema importanza.

Comparando l'immagine 3-4/a, che rappresenta gli edifici allo stato attuale, con l'immagine 3-4/b, che rappresenta la necessità di un'ottimizzazione dei consumi energetici e delle emissioni di carbonio per la trasformazione degli attuali edifici in edifici a risparmio energetico, si può evincere che:

- 1) Il consumo energetico totale degli edifici si è ridotto di una quota pari a più del 50%.
- 2) Le emissioni di gas serra prodotte dagli edifici si sono ridotte di una quota compresa tra l'80% e il 90%.
- 3) Il costo del ciclo di vita degli edifici si è ridotto del 50%.
- 4) Naturalmente i costi d'investimento hanno subito un aumento, soprattutto per quanto riguarda il rinnovamento degli involucri edilizi, delle finestre, dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC).



a)



b)

Immagine 3-4 Ottimizzazione dei consumi energetici e delle emissioni di carbonio per la trasformazione degli attuali edifici in edifici a risparmio energetico

a. Edifici allo stato attuale;

b. Ottimizzazione dei consumi energetici e delle emissioni di carbonio per la trasformazione degli attuali edifici in edifici a risparmio energetico

(Fonte: AIE 2010)

3.3.2 Ottimizzazione delle emissioni di carbonio e del consumo energetico a livello comunitario

Per raggiungere i propri obiettivi, ovvero un risparmio energetico del 40%, ogni Stato Membro dell'AIE si sta impegnando in ogni campo per la riduzione del consumo energetico e delle emissioni di gas serra. Per quanto riguarda il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio di ogni singolo edificio sono stati faticosamente ottenuti risultati rincuoranti. A livello comunitario e

cittadino invece, se non in pochi casi, la quantità di consumi energetici e di emissioni di gas serra non solo non si è minimamente ridotta, ma è addirittura aumentata.

All'origine della situazione a questi livelli vi sono complesse motivazioni di tipo tecnologico ed economico. Inoltre la stipulazione di accordi, i progetti energetici, le politiche d'investimento, le problematiche gestionali e le decisioni politiche sono spesso più impegnative dei problemi tecnologici. Nonostante gli sforzi fatti per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio dei singoli edifici, a livello comunitario e cittadino l'ottimizzazione dei fattori politici è più importante dell'introduzione di componenti ad alta tecnologia.

Nella progettazione del piano energetico comunitario, fatta eccezione per alcune attività d'ingegneria in cui è necessario considerare anche le tradizioni locali, è necessario in ogni caso approfondire decisioni politiche, problematiche gestionali e metodi di realizzazione. Queste danno ai progettisti, alle autorità e agli investitori i mezzi e i metodi necessari per una ricerca a 360° nel campo della progettazione energetica. L'immagine 3-5 mostra tutti i tipi possibili di integrazione dei sistemi energetici comunitari.

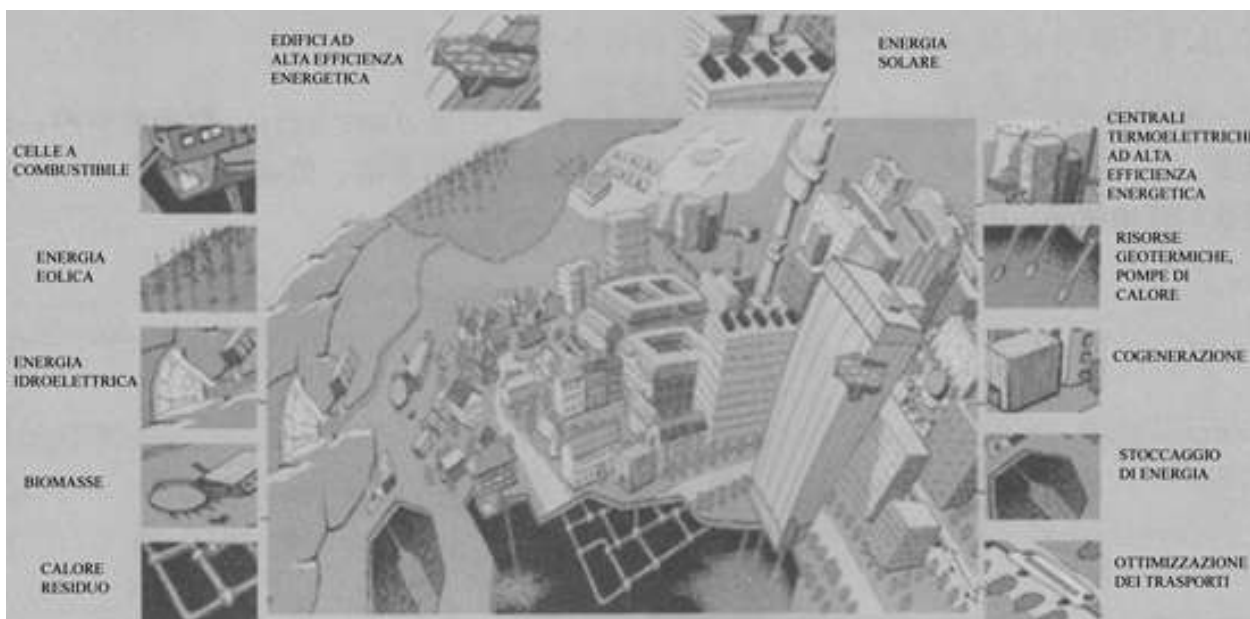


Immagine 3-5 Possibili integrazioni dei sistemi energetici comunitari
(Fonte: AIE 2010)

3.4 Fondamenti dello sviluppo di un'edilizia sostenibile

3.4.1 I tre insiemi che costituiscono lo sviluppo sostenibile

L'immagine 3-6 illustra una nota rappresentazione grafica dello sviluppo sostenibile: lo sviluppo sostenibile è il risultato della somma di società, ambiente ed economia. A livello edilizio e comunitario lo sviluppo sostenibile deve comprendere in sé anche queste tre funzioni: favorire un'economia energetica, salvaguardare l'ecosistema e garantire l'armonia sociale.

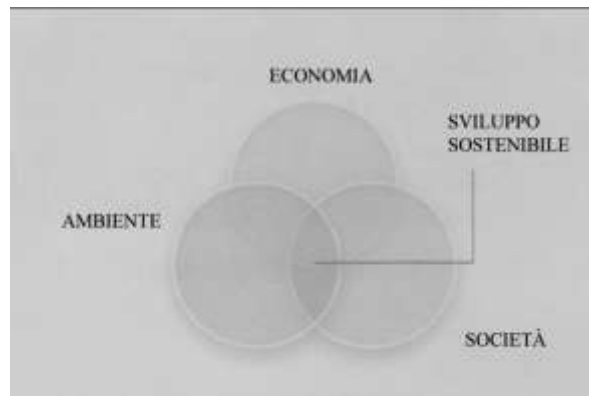


Immagine 3-6 Rappresentazione grafica dello sviluppo sostenibile
(Fonte: Parkins, 2000)

Questo testo, incentrato principalmente sul risparmio energetico a basse emissioni di carbonio, fornisce note pratiche sulla progettazione edilizia e sulle nuove tecnologie, inoltre attraverso esempi rivela gli studi più innovativi e la tendenza a stabilire un rapporto passivo tra edilizia ed energia.

Un altro importante aspetto dello sviluppo sostenibile è l'armonia tra edilizia e ambiente, ovvero la tendenza a stabilire un legame ecologico tra edilizia e ambiente attraverso l'approfondimento di contenuti come: fondamenti dell'edilizia ecologica, progettazione ecologica dell'ambiente edilizio, ciclo di vita dei materiali edilizi, salute, bionica e altro.

3.4.2 I tre aspetti che influenzano lo sviluppo sostenibile a livello edilizio e comunitario

L'immagine 3-7 illustra i tre aspetti che influenzano lo sviluppo sostenibile a livello edilizio e comunitario:

- La progettazione, le decisioni politiche, le procedure di regolamentazione e controllo;
- Gli involucri edilizi e i sistemi tecnologici;

- Le tecnologie adottate e la loro installazione.

Questi tre aspetti insieme costituiscono le basi per il risparmio energetico, la riduzione delle emissioni di carbonio, lo sviluppo sostenibile, la costruzione di un ambiente piacevole, l'equilibrio dell'ecosistema e l'armonia sociale.

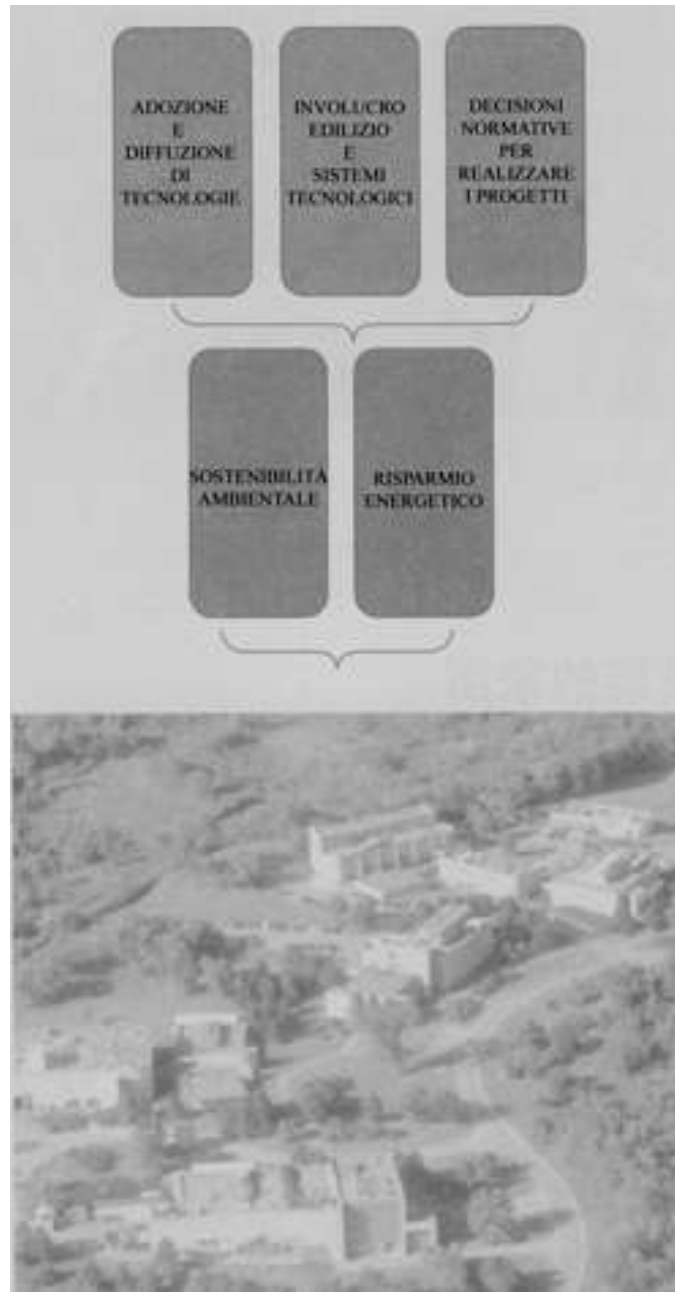


Immagine 3-7 sviluppo sostenibile a livello edilizio e comunitario (Fonte: AIE 2010)

CAPITOLO QUARTO

4. Commento traduttologico

In questo capitolo saranno messe in luce le diverse tappe del percorso traduttivo intrapreso, in primo luogo attraverso un'analisi del *prototesto*, ossia il testo originale in cinese, in secondo luogo attraverso la presentazione delle macrostrategie e microstrategie messe in atto per la realizzazione del *metatesto*, ovvero il testo tradotto in italiano. Tenendo presente che “non esiste una traduzione assoluta o ideale, ma [...] sulla base di un unico originale si può creare tutta una serie di traduzioni diverse ma, teoricamente, di pari valore”,²⁷ si è reso necessario giustificare gli approfondimenti e le scelte traduttive operate per esplicitare - e quindi valorizzare - la singolarità delle operazioni che hanno reso possibile la realizzazione di questo particolare metatesto. Questo processo, definito *commento traduttologico*, segue un ordine preciso: “l'analisi traduttologica del testo è particolarmente approfondita e ramificata. E' la prima operazione che si svolge sul testo, in seguito alla quale il traduttore può elaborare la propria strategia traduttiva e decidere quali sono gli elementi dominanti e quali i potenziali residui”.²⁸ Rispettando quest'ordine saranno pertanto analizzate in primo luogo le caratteristiche del prototesto, in base alle quali è stato possibile procedere e addentrarsi nel processo - decisionale - traduttivo.

4.1 Analisi del prototesto

L'analisi del prototesto rappresenta la prima fase del processo traduttivo: “in fase di analisi, il traduttore legge/ascolta il prototesto, basandosi sulla conoscenza di fondo, enciclopedica – comprese la conoscenza nei campi specialistici e la conoscenza delle convenzioni testuali – per comprendere i contenuti del testo”.²⁹ La comprensione, tuttavia, non si realizza solo ed esclusivamente grazie alla competenza linguistica e settoriale del traduttore, nemmeno in seguito ad un accurato approfondimento delle teorie di riferimento. Secondo Mona Baker, il testo ha un potenziale significato che può essere decodificato solo alla luce dell'evento comunicativo che esso rappresenta:

²⁷ Peeter Torop, *La traduzione totale*, a cura di Bruno Osimo, Modena, Ed. Logos, 2000, p. 161.

²⁸ Bruno Osimo, *Manuale del traduttore*, Milano, Ed. Hoepli, 2004, p. 111.

²⁹ Roger T. Bell, “Psycholinguistic/cognitive approaches”, in Mona Baker e Gabriela Saldanha (a cura di), *Routledge Encyclopedia of Translation Studies*, London, Routledge Ed., 1998, p. 187.

As part of a language system, lexical items and grammatical structures have a ‘meaning potential’. This ‘meaning potential’ is only realized in communicative events, that is, in text. Following Brown and Yule (1983: 6), text is defined here as ‘the verbal record of a communicative event’; it is an instance of language in use rather than language as an abstract system of meanings and relations.³⁰

Solo analizzando le modalità e le circostanze in cui questo evento comunicativo si svolge è quindi possibile comprendere, analizzare e infine tradurre il testo con la consapevolezza delle diverse connotazioni (*meaning potential*) che può assumere nel contesto comunicativo originale e in quello d’arrivo. Per contestualizzare l’evento comunicativo in questione, saranno pertanto analizzati in seguito i fattori di specificità del prototesto, la sua tipologia, la dominante e il lettore modello.

4.1.1 Fattori di specificità del prototesto

Come afferma Federica Scarpa, “nessun testo, o segmento di esso, è un fenomeno unico, in quanto può essere assegnato a un determinato tipo/genere testuale sulla base del contenuto cognitivo e/o della funzione dominante e, nel caso specifico delle lingue speciali, del diverso livello specialistico del discorso”.³¹ Considerato inoltre che il punto di partenza per l’analisi dei tipi testuali è costituito dalle caratteristiche formali del testo,³² per prima cosa in questo paragrafo saranno analizzati gli elementi che contraddistinguono il prototesto in termini di contenuti e di linguaggio, in base ai quali sarà poi possibile procedere con le successive tappe dell’individuazione della tipologia testuale.

1. *Analisi del contenuto cognitivo:*

Il testo è tratto dal quinto volume della serie “Nuove tecnologie edilizie per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio” (*jianzhu jieneng ditan zui xin jishu congshu*, 建筑节能低碳最新技术丛书), intitolato “Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici” (*ke zaisheng nengyuan zai jianzhu zhong de yingyong jicheng*, 可再生能源在建筑中的应用集成). Questo volume, pubblicato nel 2012 dalla Casa Editrice *China Architecture and Building Press* (*zhongguo jianzhu gongye chubanshe*, 中国建筑工业出版社), presenta una grande varietà di contenuti suddivisi in diverse aree tematiche (sviluppo sostenibile dei materiali edili, materiali intelligenti, innovazioni nella manutenzione edilizia, cogenerazione ed energie rinnovabili,

³⁰ Mona Baker, *In other words: a coursebook on translation*, London, Routledge Ed., 1992, p. 111.

³¹ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p. 115.

³² *Ibid.*, p. 13.

diffusione a livello comunitario ed edilizio dello sviluppo sostenibile, teleriscaldamento e teleraffreddamento, controllo integrato dei dispositivi elettrici nell'edilizia sostenibile); anche se solo i capitoli relativi alle *applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici*, alle *ricerche nel campo degli edifici a consumo zero* e alle *prospettive sul consumo energetico nell'edilizia e sulla riduzione delle emissioni di gas serra* sono stati oggetto di traduzione, per una maggiore comprensione del testo sono stati approfonditi anche i contenuti delle altre sezioni di questo o dei precedenti volumi che sono risultate inerenti ai temi trattati.

2. *Analisi del linguaggio:*

Il testo è costituito da periodi brevi, prevale l'ipotassi con un uso frequente di congiunzioni subordinanti. Vi sono numerosi elenchi e non sono rari i nomi propri, gli acronimi, i nomi stranieri, i riferimenti a grandezze fisiche e le formule matematiche. Vi è un forte ricorso ai verbi *shi* 是 e *you* 有, ai verbi ausiliari modali, (in particolare *keyi* 可以 o la forma abbreviata *ke* 可), ai cosiddetti verbi vuoti (*jinxing* 进行) e alle costruzioni passive (*bei* 被, *you* 由, *youyu* 由于). Abbondano le descrizioni spaziali con ampio uso di verbi e costruzioni locative (*zai* 在, *zaiyu* 在于), di avverbi di luogo e di aggettivi concreti. L'uso di costruzioni impersonali e la nominalizzazione contribuiscono a rendere il registro formale, così come la ricercatezza dei termini. Il lessico è di tipo tecnico con funzione denotativa ed è riferito principalmente agli ambiti dell'architettura, dell'ingegneria e della fisica. Sono numerose le ripetizioni ed è scarso l'impiego di sinonimi. La sintassi è generalmente semplice e lineare e il testo è suddiviso in paragrafi in base ai diversi argomenti trattati; sono inoltre numerose le fotografie e gli schemi che illustrano i contenuti e consentono di approfondirli ulteriormente. Non si riscontrano particolari concetti astratti o metafore, tuttavia abbondano gli esempi. Non vi sono riferimenti diretti all'autore o al lettore, l'autore si limita a presentare le informazioni senza dare giudizi soggettivi, consentendo al lettore di comprendere le informazioni contenute nel testo senza porsi dubbi sulla loro veridicità e/o confutabilità.

4.1.2 Tipologia testuale

Grazie alle caratteristiche emerse dall'analisi dei contenuti e del linguaggio è possibile individuare la funzione del prototesto, il livello specialistico del discorso che lo compone e la relazione esistente tra il suo autore e i suoi lettori. Questo consente di classificare la tipologia testuale secondo tre diversi parametri:

- *Classificazione in base alla funzione del testo:*

In seguito alla rielaborazione delle teorie di Bühler e Jakobson, Newmark individua 6 funzioni del linguaggio (espressiva, informativa, vocativa, poetica, fatica e metalinguistica), definendo la funzione informativa come segue: “the core of the informative function of language is external situation, the facts of a topic, reality outside language, including reported ideas or theories. For the purposes of translation, typical informative texts are concerned with any topic of knowledge”.³³ A livello di contenuti cognitivi il testo può essere identificato come *informativo* in quanto è focalizzato sulla realtà extralinguistica legata a uno - o più - particolari ambiti di conoscenze, tra i quali figurano l’architettura, l’ingegneria, la fisica, l’elettronica, la chimica e lo studio sperimentale delle energie rinnovabili. A livello di linguaggio, possiamo notare una corrispondenza delle caratteristiche di questo testo con quelle che, secondo Newmark, caratterizzano i testi informativi: “one normally assumes a modern, non -regional, non-class, non-idiolectal style, [...] a formal, non-emotive, technical style [...] characterised in English by passives, present and perfect tenses, literal language, latinised vocabulary, jargon, multi-noun compounds with empty verbs, no metaphors”.³⁴

- *Classificazione in base al livello specialistico del testo:*

Il livello specialistico del testo è legato al più esteso concetto di lingua speciale, di cui Cortelazzo dà la seguente definizione:

Per lingua speciale si intende una varietà funzionale di una lingua naturale, dipendente da un settore di conoscenze o da una sfera di attività specialistici, utilizzata, nella sua interezza, da un gruppo di parlanti più ristretto della totalità dei parlanti la lingua di cui quella speciale è varietà, per soddisfare i bisogni comunicativi (in primo luogo referenziali) di quel settore specialistico.³⁵

Partendo da questa definizione possiamo distinguere da un lato le lingue speciali in senso stretto, ovvero “i sottocodici che sono oggetto della traduzione specializzata, caratterizzati da un lessico particolare e da tratti morfosintattici e testuali caratteristici”³⁶ e dall’altro le lingue speciali in senso lato, ovvero “i linguaggi settoriali, che pur essendo tipici di certi argomenti e ambienti comunicativi [...] non sono tuttavia varietà

³³ Peter Newmark, *A textbook of translation*, London, Prentice Hall Ed., 1988, p. 40.

³⁴ *Ibid.*, p. 40.

³⁵ Michele Cortelazzo, *Lingue Speciali. La dimensione verticale*, Padova, Ed. Unipress, 1994, p. 8.

³⁶ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p. 2.

linguistiche caratterizzate da tratti distintivi omogenei (soprattutto dal lessico)".³⁷ Possiamo riscontrare quindi una corrispondenza delle caratteristiche del prototesto con quelle che Serianni attribuisce ai linguaggi settoriali:

Caratteristica del linguaggio settoriale è dunque la sua referenzialità, il suo riferimento a significati oggettivi. Detto in altri termini: nel linguaggio settoriale agisce la denotazione di una parola, non la connotazione, con la sua carica di risonanze emotive. [...] Di qui discende un tratto che stacca nettamente i linguaggi settoriali dalla lingua comune (e da quella poetica): la neutralità emotiva. [...] Il lessico caratteristico, in parte esclusivo e impenetrabile per i profani, che indica concetti, nozioni, strumenti tipici di quel particolare settore è rappresentato dai tecnicismi specifici. [...] Accanto ai tecnicismi specifici figurano i tecnicismi collaterali. Si tratta di termini altrettanto caratteristici di un certo ambito settoriale, che però sono legati non effettive necessità comunicative bensì all'opportunità di adoperare un registro elevato, distinto dal linguaggio comune.³⁸

Il prototesto, così come il linguaggio in cui è scritto, presenta tutte queste caratteristiche e può essere pertanto definito *settoriale*.

- *Classificazione in base alla relazione tra autore e lettore:*

Sabatini individua tre classi di testi sulla base del grado di vincolo posto al destinatario (con discorso molto vincolante, con discorso mediamente vincolante, con discorso poco vincolante). Tra i testi con discorso molto vincolante distingue quindi i testi scientifici, normativi e tecnico-operativi, definendoli come: "rapporti comunicativi nei quali l'emittente avverte come imprescindibile, e talora dichiara anche il bisogno di restringere al massimo e comunque di regolare esplicitamente la libertà di interpretazione del testo da parte del destinatario".³⁹ A livello di contenuti cognitivi, il testo può essere identificato come *tecnico* e quindi *molto vincolante* in quanto il vincolo interpretativo che l'autore pone al lettore è molto rigido, non vi sono possibilità di interpretazione alternative a quella fornita, non vi sono riferimenti alla soggettività dell'autore o del lettore ma solo un'esposizione il più possibile esplicita dei contenuti, per la cui comprensione è richiesta una conoscenza approfondita del contesto specialistico di riferimento. A livello di linguaggio, vi è una corrispondenza tra le caratteristiche del prototesto e il modello di Sabatini, soprattutto per quanto riguarda: l'ordine di costruzione rigoroso (sia nella sintassi che nella suddivisione del testo in unità gerarchiche), il lessico altamente formalizzato, impiegato nella sua funzione denotativa, le frequenti ripetizioni e lo scarso

³⁷ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p. 2.

³⁸ Luca Serianni, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003, pp. 80-82.

³⁹ Francesco Sabatini, " 'Rigidità-esplicitzza' vs 'elasticità-implicitzza': possibili parametri massimi per una tipologia dei testi", in Gunver Skytte e Francesco Sabatini (a cura di), *Linguistica Testuale Comparativa*, Århus, Ed. Museum Tusulanum Press et les auteurs, 1999, p. 148.

uso di sinonimi, la presenza di costrutti passivi o impersonali e l'inserimento nel testo di formule, tabelle e grafici.⁴⁰

4.1.3 Lettore modello

Dopo aver identificato la tipologia testuale, è opportuno approfondire ulteriormente la relazione tra autore e lettore del prototesto. Abbiamo già visto che si tratta di una relazione molto vincolante, ovvero di una relazione che presuppone un vincolo interpretativo rigido da parte dei lettori; per ricreare lo stesso tipo di vincolo nel metatesto, “l'autore deve dunque prevedere un modello del lettore possibile (da qui in poi Lettore Modello) che suppone sia in grado di affrontare interpretativamente le espressioni nello stesso modo in cui l'autore le affronta generativamente”.⁴¹ Questo significa creare una collaborazione interpretativa tra l'autore e i suoi possibili lettori, prevedendo le modalità con cui potrebbero affrontare interpretativamente il testo: “per decidere per quale soluzione optare, il traduttore [...] deve dunque postulare un lettore modello nella cultura ricevente, che non necessariamente coincide con il lettore modello postulato dall'autore nella cultura emittente”.⁴² Sarà quindi necessario individuare sia il lettore modello del prototesto che quello del metatesto, analizzandone le possibili caratteristiche.

1. Lettore modello del prototesto

Trattandosi di un testo settoriale con funzione informativa e contenuto tecnico, possiamo supporre che sia destinato alla lettura da parte di esperti o studiosi del settore di riferimento, identificabile con l'architettura e l'ingegneria. Nonostante la chiarezza del testo e delle definizioni possa far pensare a un testo accessibile a tutti, molte nozioni di fisica e ingegneria edilizia sono implicitamente considerate come “note” al lettore, come nel caso dei concetti di *coibentazione*, *trasmissione termica*, *cogenerazione*, *nanoparticelle*, *pompe di calore*, *fitodepurazione* ecc. Possiamo quindi supporre che il lettore modello del prototesto sia un individuo dotato di un livello di istruzione medio-alto, generalmente uno specialista del settore, che intende documentarsi sul tema dell'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici. Probabilmente si tratta di un lettore che conosce l'intera serie “Nuove tecnologie edilizie per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio” (*jianzhu jieneng ditan zui xin jishu congshu*,

⁴⁰ *Ibid.*, pp. 141-150.

⁴¹ Umberto Eco, *Interpretazione e sovrainterpretazione. Un dibattito con Richard Rorty, Jonathan Culler e Christine Brooke-Rose*, Milano, Bompiani, 1995, p. 7.

⁴² Bruno Osimo, *Manuale del traduttore*, Milano, Hoepli, 2004, p. 68.

建筑节能低碳最新技术丛书) a cui il prototesto appartiene e fa più volte riferimento. Il testo può quindi essere utilizzato dal lettore modello come manuale di studio o di approfondimento, a seconda del grado di competenze in suo possesso. Si prevede che per una comprensione più completa il lettore possa aver fatto ricorso a dizionari e testi di studio paralleli o al contenuto di lezioni già apprese, nel caso di uno studente, oppure che possa aver fatto riferimento a contenuti già noti perché relativi al campo professionale di sua competenza, nel caso di un architetto, un ingegnere o comunque uno specialista del settore delle costruzioni.

2. *Lettore modello del metatesto*

Per quanto riguarda il lettore modello del metatesto, si può ipotizzare che sia della stessa tipologia di quello del prototesto. Anche in questo caso si tratta quindi di un individuo dal livello di istruzione medio-alto, studente o specialista nel campo dell'architettura e delle costruzioni, con competenze di fisica e di ingegneria. Anche un appassionato del settore potrebbe leggere il metatesto, tuttavia dovrebbe ricorrere a dizionari e/o testi paralleli per una sua completa comprensione. Come nel caso del prototesto infatti, molte nozioni di fisica e ingegneria edilizia sono implicitamente considerate come “note” al lettore, anche se in alcuni casi si è cercato di rendere il metatesto più chiaro attraverso qualche intervento esplicativo (es. una volta nominato il *polimetilmetacrilato*, è stata aggiunta tra parentesi la dicitura *plexiglass*, più usata e comune in ambito non scientifico).

4.1.4 Dominante

Un altro elemento fondamentale da conoscere nell'analisi traduttologica è la finalità del testo, altresì definita *dominante*. Secondo Jakobson è la “caratteristica essenziale dell'opera letteraria, intorno alla quale si costituisce il testo come sistema integrato” e che “in quanto componente focalizzante del testo, è in grado di governare, determinare e trasformare le altre componenti, garantendo l'integrità della struttura”⁴³. In questo testo, così come per la maggior parte dei testi settoriali, la dominante è in buona parte informativa, coincide quindi con la trasmissione precisa di un contenuto informativo chiaramente comprensibile e, per questo, consente al traduttore

⁴³ Roman Jakobson, “The dominant” (1935), in *Poetry of Grammar and Grammar of Poetry* (vol. 3 of Selected Writings), Mouton, Ed. The Hague, 1981, p. 41.

una grande libertà stilistica.⁴⁴ L'individuazione della dominante consente di stabilire un ordine di priorità nella gestione degli elementi testuali, in particolare determina quali elementi avranno maggior risalto nel testo e quali, invece, non saranno tradotti, nel caso in cui rappresentino sottodominanti di priorità inferiore o costituiscano il cosiddetto *residuo traduttivo*, rappresentato da uno o più elementi che risultano intraducibili nella cultura ricevente. Se, come in questo caso, la dominante è informativa, sarà possibile ridurre il residuo quasi a zero, a patto che il traduttore tenga conto del livello di specializzazione, del settore e della funzione del testo, nonché delle caratteristiche del lettore modello. In questo caso la dominante informativa del prototesto è stata rispettata nel metatesto, privilegiando al massimo la chiarezza espositiva in favore di una maggiore intelligibilità del testo da parte del lettore. Generalmente non è stata data alcuna definizione aggiuntiva dei termini tecnici, tra parentesi o attraverso un apparato di note, in quanto nel prototesto la loro conoscenza da parte del lettore modello è data come implicita. Attraverso alcuni accorgimenti, tuttavia, si è cercato di rendere più comprensibili alcuni elementi altrimenti poco chiari. Un esempio è la traduzione di 按照 Strong 提供的数据 (*anzhao Strong tigong de shuju*), che è stato tradotto come “Secondo i dati forniti da Steven Strong, Presidente della Solar Design Associates” per dare attendibilità ai dati forniti e un'identità a colui che li ha forniti, anche se nel prototesto queste informazioni non erano specificate.

Possiamo inoltre individuare due sottodominanti, che corrispondono alle funzioni *vocativa* e *metalinguistica*. Da un lato infatti, nonostante non vi sia un contatto diretto tra autore e lettore del prototesto, possiamo notare un messaggio sotteso al contenuto informativo, che consiste nel persuadere il lettore dei vantaggi che le risorse rinnovabili integrate negli edifici rappresentano per la popolazione mondiale, sia a livello di costi, di salute e di miglioramento delle condizioni di vita, che sul piano ambientale, nel contrastare i cambiamenti climatici e l'inquinamento attraverso la riduzione delle emissioni di carbonio e di gas serra. La funzione metalinguistica è invece riscontrabile nelle considerazioni esplicite sull'uso della lingua che vengono fatte all'interno del prototesto, per esempio, nelle definizioni, dove l'intento è di rendere il testo più comprensibile ai lettori, e nelle descrizioni verbali di elementi non verbali come i grafici, gli schemi e le formule presenti all'interno del prototesto.⁴⁵ Anche nel metatesto sono state riportate queste sottodominanti, senza tuttavia un'eccessiva esplicitazione della funzione vocativa, per mantenere il focus dei lettori sui contenuti.

⁴⁴ Bruno Osimo, *Manuale del traduttore*, Milano, Hoepli, 2004, p. 125.

⁴⁵ Paolo E. Balboni, *Le micro lingue scientifico-professionali*, Torino, Ed. Utet, 2000, p.22.

4.2 Macrostrategia e microstrategia traduttiva

Una volta terminata la prima fase del processo traduttivo, ossia l'analisi del prototesto, ci si addentra in quello che può essere definito il processo decisionale vero e proprio. La complessità di questa fase è legata al fatto che traduzione è un'attività derivata, ovvero ha come scopo non la creazione di un testo originale ma la trasformazione di un testo primario in un testo secondario. Il compito del traduttore, quindi, è di riprodurre il prototesto tenendo conto della sua dimensione semantica, funzionale, pragmatica e stilistica, nonché delle necessità e delle aspettative dei lettori. Dato che i traduttori hanno a che fare con testi di elevata difficoltà semantica e stilistica, si trovano coinvolti in una lunga serie di attività decisionali e di risoluzione dei problemi. In questa fase è importante distinguere tra macrocontesto e microcontesto: per attuare decisioni a livello di macrocontesto, il traduttore necessita di una strategia che faccia riferimento alla totalità del testo tradotto, che gli permetta di evitare contraddizioni nell'uso delle strategie a livello inferiore.⁴⁶

4.2.1 Macrostrategia traduttiva

Scegliere una macrostrategia traduttiva significa innanzitutto valutare il contesto comunicativo globale in cui il metatesto sarà inserito e, in base a diversi parametri, decidere l'approccio più adeguato alla traduzione in quel determinato contesto. Si possono individuare molteplici parametri di riferimento, come nel caso di quelli forniti da Nord e Gouadec, tuttavia secondo Federica Scarpa la loro varietà può essere riconducibile a tre variabili più generali: la tipologia del testo di partenza, il modello relazionale nella cultura d'arrivo e l'uso che verrà fatto della traduzione.⁴⁷

1. *Tipologia testuale*

Per quanto riguarda la tipologia testuale, a ogni tipo di testo è possibile associare diversi tipi di interventi linguistici: secondo Newmark il traduttore si trova a scegliere tra due strategie diametralmente opposte, creando rispettivamente una *traduzione semantica* o una *traduzione comunicativa* a seconda del livello di centralità attribuito alla lingua di partenza e alla lingua d'arrivo. La traduzione semantica mira a riprodurre il preciso significato contestuale dell'originale ponendo l'accento sui valori estetici e sulla componente espressiva del

⁴⁶ Mona Baker and Gabriela Saldanha, *Routledge encyclopedia of translation studies*, London, Routledge Ed., 1998, pp. 57-58.

⁴⁷ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p. 115.

prototesto, (come la scelta di determinate parole, il linguaggio figurativo, le metafore, i suoni, ecc.) ed è più adatta ai testi espressivi. La traduzione comunicativa, adottata principalmente per i testi informativi e vocativi, mira invece a rendere il significato esatto del prototesto focalizzandosi sul suo messaggio, in modo che i lettori non trovino difficoltà a comprenderlo nel metatesto; per questo motivo al traduttore è consentita una maggiore libertà di rielaborazione linguistica rispetto alla traduzione semantica.⁴⁸ La stessa dicotomia proposta da Newmark può essere riscontrata con sfumature differenti in diversi autori, rispettivamente come: letterale/libera, documentaria/strumentale, estraniante/addomesticante, diretta/indiretta, non-etnocentrica/etnocentrica, ecc. Tra queste è importante soffermarsi sulla *traduzione estraniante* e su quella *addomesticante*, postulate da Venuti in seguito a un'elaborazione delle teorie di Schleiermacher: in questo caso l'accento è posto sul fattore culturale, ovvero sulle modalità con cui elementi propri della cultura di partenza possono essere trasmessi nella cultura d'arrivo. Secondo Venuti la scelta traduttiva addomesticante mira a ridurre gli elementi esotici nel testo tradotto, per fornire ai lettori un metatesto semplice e scorrevole in cui l'autore viene trasportato nel Paese d'arrivo; la traduzione estraniante, invece, si discosta deliberatamente da una visione convenzionale e mantiene gli elementi esotici del testo originale, facendo sì che gli elementi culturali e linguistici del testo straniero vengano integrati nella lingua d'arrivo, avvicinando il lettore al Paese straniero.⁴⁹ Si tratta quindi di scegliere tra una riduzione etnocentrica del testo straniero per avvicinarlo ai valori della lingua d'arrivo e una pressione etno-deviante su quei valori che esprimono le differenze linguistiche e culturali del testo straniero, portando il lettore fuori dal proprio Paese.⁵⁰ Da queste considerazioni si può evincere che un testo con funzione informativa e contenuto tecnico come quello analizzato non possa che essere affrontato con un approccio *comunicativo* e *addomesticante*: essendo finalizzato a convogliare informazioni che hanno un'utilità pratica, il metatesto deve risultare comprensibile ai lettori senza distogliere la loro attenzione da quello che è il messaggio, ovvero il contenuto tecnico. Al contempo, si tratta di un testo settoriale che tratta di architettura, ingegneria e clima in un contesto globale, non si riscontrano pertanto elementi che appartengono esclusivamente alla cultura di partenza e che necessitano di essere riportati integralmente nella lingua d'arrivo: sarà quindi l'autore del prototesto ad essere avvicinato ai lettori, e non viceversa.

2. Modelli redazionali nella lingua d'arrivo

⁴⁸ Peter Newmark, *Approaches to translation*, Pergamon Press, Oxford Ed., 1981, pp. 38-56, 62-69.

⁴⁹ Chen Xiaowei 陈小慰, "Weinudi yihua lilun huayu de xiuci fenxi" 韦努蒂 "异化" 理论话语的修辞分析 (Analisi retorica della teoria dello straniamento di Venuti), in *Chinese Translators Journal*, n°4, Beijing, 2010, pp. 5-10.

⁵⁰ Lawrence Venuti, *The Translator's Invisibility: A History of Translation*, London, Routledge Ed., 1995, p.20.

Un altro importante parametro di riferimento per la scelta della macrostrategia traduttiva è costituito dai modelli redazionali della lingua d'arrivo; ogni testo settoriale è infatti legato a precise norme e convenzioni redazionali che consentono di esprimere il suo messaggio nel modo più efficace possibile e che devono essere rispettate dal traduttore nel metatesto. Questo perché, come afferma Berruto,

[...] una traduzione deve parlare la lingua dei suoi destinatari e assomigliare agli altri testi prodotti per quella stessa comunità discorsiva specialistica, proprio come la competenza comunicativa di una lingua include la conoscenza delle convenzioni sociali che serve a riconoscere l'adeguatezza di un registro alla situazione, pena un messaggio diafasicamente strano.⁵¹

Per decidere la macrostrategia traduttiva è opportuno quindi fare riferimento a testi paralleli, simili al testo di partenza per tipologia e contenuti ma appartenenti alla cultura d'arrivo, nonché a traduzioni già pubblicate, valutandone le caratteristiche.⁵² Generalmente, una prima differenza per quanto riguarda i testi di studio è che l'italiano, rispetto ad altre lingue, tende ad assumere un livello più scientifico-teorico e un registro più elevato rispetto al taglio pedagogico dello stesso tipo di manualistica in altre lingue; questa differenza è legata appunto alle diverse norme e convenzioni dettate dalle singole culture.⁵³ Un'altra differenza è rappresentata dal linguaggio: abbiamo già individuato come tratti distintivi del linguaggio settoriale la sua referenzialità e la sua neutralità emotiva, nonché la fitta presenza di tecnicismi specifici e collaterali. A livello morfologico, inoltre, i linguaggi settoriali sono caratterizzati dalla presenza di prefissi, suffissi o confissi (prefissoidi e suffissoidi) a causa della loro duttilità, ovvero della loro capacità di creare molteplici formazioni di parole. Per quanto riguarda invece le scelte sintattiche e testuali, generalmente si può riscontrare un forte sviluppo del nome rispetto al verbo (nominalizzazione), una tendenza a omettere l'esplicitazione del soggetto o del complemento d'agente (deagentivizzazione), una presenza frequente di frasi passive per garantire la progressione tema-rema.⁵⁴

3. *Uso della traduzione*

Il terzo parametro di riferimento per la formulazione di una macrostrategia traduttiva è l'uso

⁵¹ Gaetano Berruto, "Varietà diamesiche, diastratiche, diafasiche", in A. Sobrero (a cura di), *Introduzione all'italiano contemporaneo. La variazione e gli usi*, vol.2, Bari, Ed. Laterza, 1993, p.74.

⁵² Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p 121.

⁵³ Paola Evangelisti Allori, "Retorica e retoriche: quali implicazioni per la retorica contrastiva? Alcune riflessioni introduttive" in G. Cortese (a cura di), *Tradurre i linguaggi settoriali*, Torino, Ed.Cortina, 1996, pp. 48-49, 65-67.

⁵⁴ Luca Serianni, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003, pp. 83-85.

della traduzione, che consente di determinare il grado di *libertà* con cui il traduttore può interpretare il testo e il grado di *devianza* da esso nella riformulazione in lingua d'arrivo. In base all'uso della traduzione, inoltre, possono esserci diversi livelli di completezza delle informazioni riportate nel metatesto e variazioni del codice e del mezzo impiegati.⁵⁵ Sager identifica cinque tipi di testi in base al loro uso, ovvero in base al livello di interdipendenza funzionale tra prototesto e metatesto:

1. *Documenti paritari*, dove prototesto e metatesto hanno esattamente lo stesso contenuto, la stessa funzione e la stessa validità nella rispettiva cultura (es. testi giuridici internazionali);
2. *Documenti paralleli*, dove prototesto e metatesto hanno lo stesso contenuto, la stessa funzione ma non la stessa validità nella rispettiva cultura (es. testi giuridici nazionali);
3. *Documenti dipendenti*, dove la funzione, contenuto e validità del prototesto vengono mantenute nel metatesto senza alcuna variazione (es. testi settoriali);
4. *Documenti derivati*, dove la funzione e il contenuto devono essere modificati a causa di una variazione dell'uso che verrà fatto della traduzione (es. selezione di testi);
5. *Documenti autonomi*, dove il testo di partenza serve solo da canovaccio e ha quindi una funzione diversa rispetto al testo d'arrivo (es. rielaborazioni di testi).⁵⁶

Generalmente nella traduzione specializzata vi è una coincidenza tra la funzione del prototesto e quella del metatesto, così come vi è una corrispondenza del livello specialistico dei rispettivi lettori: i testi settoriali possono quindi essere identificati come *testi dipendenti*. In questo caso, tuttavia, il prototesto è costituito da tre capitoli tratti dal libro “Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici” (*ke zaisheng nengyuan zai jianzhu zhong de yingyong jicheng*, 可再生能源在建筑中的应用集成), in cui sono forniti frequentemente riferimenti ad altri capitoli dello stesso volume o ad altri volumi della stessa serie; non potendo riportare i contenuti dell'intero volume si è scelto di eliminare questi riferimenti, conferendo maggiore integrità a una traduzione che altrimenti sarebbe stata percepita dai lettori come “strappata” dal suo contesto. Possiamo quindi parlare in questo caso di un *testo derivato*, in quanto la macrostrategia traduttiva prevede che il metatesto non riporti parte dei contenuti del prototesto, ovvero quei riferimenti a capitoli e volumi che perdono di significato nel momento in cui il prototesto viene estratto dal suo contesto originale.

⁵⁵ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, pp. 123-124.

⁵⁶ Juan C. Sager, *A practical course in terminology processing*, Amsterdam/Philadelphia, Benjamins Ed., 1994, p. 178.

4.2.2 Microstrategia traduttiva

Una volta formulata la macrostrategia traduttiva sulla base dei tre parametri esaminati, si può procedere con l'identificazione dei segmenti testuali che presentano aspetti problematici ai fini della traduzione, programmando in base ai singoli casi e in linea con la macrostrategia, le microstrategie più adatte a risolvere questi problemi. Secondo Newmark "The heart of translation theory is translation problems [...]; translation theory broadly consists of, and can be defined as, a large number of generalizations of translation problems".⁵⁷ Da questa affermazione si può evincere che il principale compito del traduttore consista nell'identificare i problemi traduttivi e, al fine di riportare correttamente il messaggio del prototesto nel metatesto, nel rispondere a questi problemi nel modo più coerente possibile. E' possibile formulare le microstrategie sulla base di diversi livelli: da un lato saranno presi in esame i fattori prettamente linguistici, connessi alle caratteristiche del prototesto e delle lingue di partenza e di arrivo: dall'altro saranno analizzati i fattori extralinguistici, relativi alla variazione della situazione comunicativa tra prototesto e metatesto.

4.2.2.1 Fattori linguistici

4.2.2.1.1 Fattori fonologici

Il prototesto non presenta fattori fonologici rilevanti come rime, assonanze, consonanze, onomatopee, allitterazioni, anafore, iterazioni o una ritmica particolare. Trattandosi di un testo informativo dal contenuto tecnico, elementi espressivi come le figure retoriche non sono stati inseriti, nel prototesto come nel metatesto, per evitare di distogliere l'attenzione del lettore dai contenuti. Si può tuttavia notare come frequentemente i nomi propri di città e quartieri siano accompagnati dalla traslitterazione fonetica in cinese corrispondente. E' il caso di *Beddington* (*Beidingdun* 贝丁顿), *Hockerton* (*Haoqidun* 豪其顿), *Nottingham* (*Nuodinghan* 诺丁汉), *Darmstadt* (*Damushitate* 达姆施塔特); trattandosi di città e località europee è stato mantenuto il nome originale non traslitterato in cinese, in alcuni casi nella sua dicitura italianizzata, quando affermata e condivisa più dell'originale (come nel caso di Londra e Parigi).

4.2.2.1.2 Fattori lessicali

⁵⁷ Peter Newmark, *A textbook of translation*, London, Prentice Hall Ed., 1988, p.21.

Lessico tecnico:

A livello lessicale si può riscontrare una forte presenza di *tecnicismi specifici* relativi a diversi campi semantici, tra cui architettura, ingegneria, fisica e fisica quantistica, chimica, matematica, politica internazionale, statistica, ambiente, economia, informatica, elettronica, ecc. Il lessico ha una funzione prettamente denotativa e per questo non dà luogo ad ambiguità semantiche nel prototesto; nel metatesto si è cercato quindi di reperire i traduttori italiani corrispondenti ai tecnicismi specifici nella loro dicitura scientificamente esatta e comprovata e per questo si è fatto ricorso a dizionari e testi paralleli in entrambe le lingue, sia in forma cartacea che sul web. Per alcuni termini si è fatto riferimento al *Codice delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica*,⁵⁸ che presenta le definizioni giuridiche di alcuni concetti chiave. Ad esempio:

- *Cogenerazione (re dian lianchan, 热电联产)*: generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica, o di energia termica e meccanica, o di energia termica, elettrica e meccanica; (p. 728)
- *Unità di micro-cogenerazione (wei re dian lianchan zhuangzhi, 微热电联产装置)*: unità di cogenerazione con una capacità di generazione massima inferiore a 50 kWe; (p. 728)
- *Edificio (jianzhuwu, 建筑物)*: sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici e arredi che si trovano al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; (p. 86)
- *Dispositivo di interconnessione (lianwang zhuangzhi, 联网装置)*: apparecchiatura per collegare le reti elettriche; (p. 151)
- *Distribuzione dell'energia (dianli fenpei, 电力分配)*: trasporto e trasformazione di energia elettrica su reti di distribuzione a media e bassa tensione per le consegne ai clienti finali; (p. 151)
- *Fonti energetiche rinnovabili (ke zaisheng nengyuan, 可再生能源)*: il sole, il vento, le risorse idriche, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione in energia elettrica dei prodotti vegetali o dei rifiuti organici; (p. 151)

⁵⁸ Alessandro Bianco e Barbara Pozzo, *Il codice delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica 2009: legislazione, delibere dell'autorità, giurisprudenza, prassi, norme regionali*, Milano, Ed. Ambiente, 2008.

- *Biomassa* (*shengwu zhineng*, 生物质能): la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani; (p. 270)
- *Rendimento energetico di un edificio* (*jianzhuwu de nengyuan xiaoliu*, 建筑物的能源效率): quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi a un uso standard dell'edificio, compresi, tra gli altri, il riscaldamento, il riscaldamento dell'acqua, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori calcolati tenendo conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di generazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico; (p. 296)
- *Generazione distribuita* (*fenbushi fadian*, 分布式发电): impianti di generazione connessi al sistema di distribuzione; (p. 322)
- *Ciclo di vita* (*shengming zhouqi*, 生命周期): stadi consecutivi e collegati di un prodotto che consuma energia, dal suo impiego come materia prima allo smaltimento definitivo; (p. 569)
- *Efficienza energetica* (*nengliang liyong gaoxiao*, 能量利用高效): rapporto tra i risultati in termini di rendimento, servizi, merci o energia e l'immissione di energia; (p. 683)
- *Risparmio energetico* (*jiesheng nengyuan*, 节省能源): quantità di energia risparmiata, determinata mediante una misurazione e/o una stima del consumo prima e dopo l'attuazione di una o più misure di miglioramento dell'efficienza energetica, assicurando al contempo la normalizzazione delle condizioni esterne che influiscono sul consumo energetico; (p. 683)

Altri termini, generalmente riferiti a impianti e sistemi, di cui è stato necessario comprendere il funzionamento in modo più approfondito, sono stati invece reperiti su testi che trattano di architettura, edilizia sostenibile e energie rinnovabili, ad esempio:

- *Fitodepurazione a canneto* (*gou chuang xitong*, 沟床系统): la fitodepurazione è un innovativo sistema di depurazione delle acque di scarico con bassi costi di

manutenzione, che prevede la ricostruzione artificiale di habitat naturali in cui si sviluppano particolari batteri associati a delle piante idrofile (come la cannuccia di palude *Pragmites australis* o altre come il Salice, la *Tipha*, ecc.) che sono in grado di depurare le acque reflue grazie alla loro azione combinata.⁵⁹

- *Collettori solari termici (taiyangneng jireqi, 太阳能集热器)*: lo scopo di qualsiasi dispositivo che rientri in questa categoria è, naturalmente, quello di convertire la massima parte dell'energia elettromagnetica associata alla radiazione solare incidente in energia termica disponibile per l'utenza. A tal fine, si sfrutta e potenzia la capacità di alcuni materiali (ad esempio metalli o leghe come rame o acciaio) di scaldarsi rapidamente se sottoposti a radiazione solare e di cedere con estrema facilità il calore accumulato. L'elemento principe di un collettore solare è, in pratica, una piastra captante (con le caratteristiche appena citate), percorsa da una serie di tubazioni lungo le quali scorre il fluido che deve scaldarsi.⁶⁰
- *Muro di Trombe-Michel (Trombe qiang, Trombe 墙)*: questa tecnologia edilizia passiva, se provvista di idonea tapparella, permette la schermatura, assolutamente necessaria nel periodo estivo, oltre alla possibilità di inserire bocchette esterne di ventilazione della parete, sempre per smaltire il calore estivo con comportamento da parete ventilata. [...] In linea di massima il guadagno termico può essere da 3 a 5 kWh/m² con esposizione a sud. [...] È evidente che il sistema non funziona nelle giornate invernali nuvolose: in questo caso la chiusura della tapparella e la non circolazione dell'aria impediscono che il sistema disperda le energie termiche interne all'abitazione.⁶¹
- *Pompa di calore (re beng, 热泵)*: una pompa di calore attinge calore da un mezzo naturale, chiamato "sorgente fredda" (acqua, aria, suolo), la cui temperatura è inferiore a quella del locale da riscaldare. Essa trasferisce poi tale calore a un fluido vettore (in generale, acqua oppure aria) per consentire il riscaldamento di locali (che costituiscono la "sorgente calda") e anche, eventualmente, la preparazione di acqua calda sanitaria. Si distinguono le seguenti forme di calore: aria esterna, aria prelevata da ambienti chiusi (ad esempio, aria viziata), terreno, acqua (di falda o di superficie). Non vi è alcuna differenza di principio tra una pompa di calore e un'unità di refrigerazione. Qualsiasi apparato di refrigerazione (condizionatore, frigorifero, congelatore, ecc.) sottrae calore

⁵⁹ Cristiano Mastella, *È possibile vivere in maniera sostenibile: Esperienze concrete per l'utilizzo in casa delle risorse rinnovabili*, Mestrino, Ed. Centrooffset, 2003, pp. 51-52.

⁶⁰ Riccardo Battisti, Annalisa Corrado e Andrea Micangeli, *Impianti solari termici: acqua calda con l'energia solare*, Roma, Ed. F. Muzzio, 2005, p. 31.

⁶¹ Massimo Capolla, *La casa energetica: indicazioni e idee per progettare la casa a consumo zero*, Santarcangelo di Romagna, Ed. Maggioli, 2009, p. 74.

da un dato spazio che si desidera raffrescare, e lo cede a un altro spazio in cui regna una temperatura più elevata. L'unica differenza consiste nell'effetto desiderato: riscaldamento nel primo caso e raffrescamento nel secondo.⁶²

- *Coefficiente di prestazione (texing xishu, 特性系数)*: per le pompe di calore funzionanti in riscaldamento, l'efficienza energetica viene espressa dal coefficiente di prestazione (Coefficient of Performance, COP). Si tratta del rapporto tra la potenza termica fornita dalla pompa e la potenza (elettrica o sotto forma di combustibile) spesa per farla funzionare. Ad esempio, una pompa di calore a compressore elettrico con un COP pari a 3 consuma 1 kW elettrico per fornire 3 kW termici all'ambiente da riscaldare.⁶³

In alcuni casi è stato necessario cercare un ulteriore riscontro in siti web di aziende che si occupano della costruzione di particolari impianti, ad esempio:

- *Dispositivo di refrigerazione ad assorbimento (xishou shi leng shui jizu danyuan sheshi, 吸收式冷水机组单元设施)*: per la traduzione di questo termine si è fatto riferimento a un prodotto di un'azienda che si occupa della costruzione di impianti idro-termo-sanitari, di cui viene data la seguente definizione: *GAHP-AR caldaia/ refrigeratore reversibile ad assorbimento aria-acqua a metano/gpl* - la caldaia refrigeratore ad assorbimento aria-acqua reversibile GAHP-AR, alimentata a gas metano/GPL, è una macchina per la produzione alternata di acqua refrigerata fino a 3°C e di acqua calda fino a 60°C in pompa di calore.⁶⁴
- *Tubo solare (guang dao guan, 光导管)*: in questo caso si è fatto riferimento al prodotto di un'azienda che si occupa di bioedilizia, descritto come segue: *tubo solare* - i lightway sono lucernari tubolari o tubi luce che convogliano la luce naturale in condotti di luce per portarla negli ambienti scarsamente illuminati delle nostre abitazioni, uffici, aziende, posti di lavoro. Il trasporto di luce naturale tramite tubi solari o tunnel solari, daylighting system o solar tubes, dà risposta all'esigenza di risparmio energetico e all'uso di energia alternativa per sostituire i tradizionali sistemi di illuminazione a bassa efficienza energetica.⁶⁵
- *Macchine a induzione (gan ying qi, 感应器)*: questo termine è stato reperito nel sito di un'azienda che produce apparecchi e accessori per il trattamento termico extraforno

⁶² Giuseppe Dell'Olio, *Geotermia e pompe di calore: l'ambiente come forma di energia sostenibile*, Milano, Ed. Delfino, 2009, p.1.

⁶³ *Ibid.*, p. 9.

⁶⁴ Fonte: <http://www.infobuild.it/prodotti/caldaie-refrigeratori-ad-assorbimento/>.

⁶⁵ Fonte: <http://www.techin.it/negoziolucernari-solari-tubo-solare-c-72/>.

delle saldature, in cui viene data la seguente definizione: *macchine a induzione* - sono apparecchiature specialmente studiate per l'esecuzione di preriscaldi e trattamenti termici di distensione col metodo a induzione. [...] Il riscaldamento avviene inducendo nel pezzo un potente campo magnetico che genera una corrente di riscaldamento del materiale trattato in accordo con la legge di Joule.⁶⁶

- *Riscaldatori a immersione* (*jin ru shi jiare qi*, 浸入式加热器): questo termine è stato reperito sul sito di un'azienda che produce riscaldatori industriali, sensori e unità di controllo per i sistemi termici; la definizione è la seguente: *i riscaldatori a immersione WATROD* sono stati realizzati principalmente per l'immersione diretta in sostanze liquide, come ad esempio acqua, olio, solventi, soluzioni di trattamento, materiali fusi, nonché aria e gas. Generando tutto il calore all'interno dei liquidi o dei processi, tali riscaldatori sono praticamente efficienti al 100 per cento.⁶⁷
- *Fibra spruzzata* (*pen chui xianwei*, 喷吹纤维): in questo caso si è fatto riferimento al sito di un'azienda cinese che si occupa di sistemi di filtrazione e utilizza in alcuni prodotti, come il seguente, la fibra spruzzata: *Filtro di fusione dallo spruzzo del polipropilene*: Filtro altamente uniforme dagli indicatori di efficacia e di efficienza. Struttura ottimizzata di fibra spruzzata per aumentare l'esattezza assoluta di resilienza di fusione del filtro dallo spruzzo del polipropilene.⁶⁸

Infine, in alcuni casi sono stati consultati articoli informativi online, che hanno permesso di verificare non solo le traduzioni già assodate in Italia di alcuni termini ma anche la diffusione di determinate tecnologie. Ad esempio:

- *Materiali a cambiamento di fase* (*xiang bian cailiao*, 相变材料): dall'articolo "Pcm e Nanogel: il futuro dei materiali ultra-efficienti" è stata tratta la seguente definizione: denominati Pcm, (*Phase Changing Material*), *i materiali a cambiamento di fase* sono accumulatori di calore intelligenti che sfruttano il fenomeno fisico della transazione di fase per assorbire i flussi energetici termici latenti ed immagazzinare un'elevata quantità di energia, mantenendo costante la propria temperatura, e restituendo il calore all'esterno durante un abbassamento successivo di temperatura.⁶⁹

⁶⁶ Fonte: <http://www.aectechnology.it/induzione.htm>.

⁶⁷ Fonte: http://www.watlow.it/products/heaters/immersion_heaters.cfm.

⁶⁸ Fonte: http://it.made-in-china.com/co_panasung/product_Polypropylene-Spray-Melting-Filter-Absolute-Accuracy-MB-euggiuegg.html.

⁶⁹ Fonte: http://guide.supereva.it/energie_rinnovabili/interventi/2008/01/320371.shtml.

- *Cavi di interconnessione a corrente debole (ruo dian lianwang xian, 弱电联网线):* in un articolo che illustra i servizi di ispezione degli impianti a corrente debole in Svizzera è stata reperita la seguente definizione: gli impianti a corrente debole sono impianti elettrici che, di norma, non trasportano correnti che possono nuocere alle persone o causare danni materiali. Questi impianti devono pertanto essere protetti da eventuali contatti con impianti a corrente forte (impianti ad alta e bassa tensione, impianti ferroviari, ecc.) nonché da influssi di tensione non autorizzati.⁷⁰
- *Circuito DUT interno (shinei pei dian pan, 室内配电盘):* la seguente definizione è stata reperita in un articolo inglese online, “Test Equipment Load Boards/Interface Boards”: *A load board, interface board, or DUT board is a circuit board designed to serve as an 'interface' circuit between the automatic test equipment (ATE) and the device under test (DUT).*⁷¹

Oltre ai tecnicismi specifici troviamo *tecnicismi collaterali*, finalizzati ad innalzare il livello del registro, che sono stati resi in italiano secondo le norme redazionali dei testi tecnici del settore, come nel caso di:

个别地区已通过碳立法。例如，加利福尼亚州已制定法律 AB32，目的在于将温室气体排放量到 2020 年降低到 1990 年的水平。不久以前澳大利亚已近实现该国的第一次全国碳立法，众议院已通过了一项碳税方案。能源法案通过参议院通过才能成为法律，如是，它将成为这个星球上最全面的减碳能源政策之一。(p. 205)⁷²

Sono pochi i Paesi in cui è già stata adottata una legislazione sul carbonio: lo Stato di California, ad esempio, ha promulgato la legge AB32, il cui obiettivo consiste nel portare nel 2020 a una riduzione delle emissioni di gas serra che riporti ai livelli del 1990. Non molto tempo fa l'Australia ha intrapreso la realizzazione della sua prima Legge Nazionale e la Camera dei Rappresentanti ha approvato il progetto di tassazione del carbonio. Il disegno di legge sulle risorse energetiche, che entrerà in vigore solo previa approvazione del Senato, potrebbe diventare una delle più complete direttive al mondo per la riduzione del carbonio. (p. 88)⁷³

In queste frasi possiamo riscontrare una terminologia ricercata che non è necessaria a livello denotativo ma viene utilizzata per la sua connotazione tecnica; ad esempio *tongguo lifa* (通过立

⁷⁰ Fonte: http://www.esti.admin.ch/it/dienstleistungen_schwachstrom.htm.

⁷¹ Fonte: <http://www.siliconfareast.com/loadbrds.htm>.

⁷² All'interno degli esempi saranno riportati di qui in avanti i numeri di pagina corrispondenti all'esempio in questione, rispettivamente nel prototesto e nel metatesto: il primo numero di pagina indicato corrisponde a quello del prototesto.

⁷³ Il secondo numero di pagina indicato corrisponde a quello del metatesto.

法) “adottare una legislazione”, *zhiding falü* (制定法律) “promulgare una legge” *jin shixian* (近实现) “intraprendere la realizzazione”, *tongguo... de tongguo* (通过... 的通过) “previa approvazione di”, *chengwei falü* (成为法律) “entrare in vigore” sono tecnicismi collaterali che appartengono all’ambito della giurisprudenza e in questo caso servono a coadiuvare tecnicismi specifici come *zhongyiyuan* (众议院) “Camera dei rappresentanti”, *canyiyuan* (参议院) “Senato”, *shui fang’an* (税方案) “progetto di tassazione”, *fa’an* (法案) “disegno di legge”, *zhengce* (政策) “direttive”.

Non mancano inoltre gli acronimi, sia in riferimento ai nomi propri di associazioni (OMRF per *Oklahoma Medical Research Foundation*, NOAA per the *US National Oceanic and Atmospher Agency*) che in riferimento a componenti integrate negli edifici (HVAC per *Heating, Ventilation and Air Conditioning*, CSHPSS per *Central Solar Heating Plant for Seasonal Storage*, BIPV per *Building Integrated PhotoVoltaics*, CHP per *Combined Heat and Power*, DHW per *Domestic Hot Water heating*, GSHP per *Ground Source Heat Pump*) e a convenzioni internazionali (UNFCCC per *United Nations Framework Convention on Climate Change*). Generalmente è stata mantenuta la denominazione originale in inglese per le associazioni, gli enti, le imprese, i documenti e i progetti relativi a Paesi anglofoni, come nel caso di *Hockerton Housing Project* (HHP) e *Co-operative Insurance Society* (CIS); sono invece stati riportati gli acronimi accanto alla dicitura in italiano nel caso di sigle utilizzate per indicare componenti integrate negli edifici, materiali, proprietà chimiche e fisiche. E’ il caso di *Transparent Insulation Material*, tradotto come “Materiali Isolanti Trasparenti (TIM)”, *Volatile Organic Compounds*, tradotto come “Composti Organici Volatili (VOCs)”, *expanding*, tradotto come “espanso (EXP)”. Per quanto riguarda invece i nomi di organizzazioni e convenzioni internazionali, si è scelto di ricorrere alla dicitura in italiano e, quando possibile, all’acronimo in italiano corrispondente, come nel caso di *International Energy Agency*, tradotto come Agenzia Internazionale dell’Energia (AIE), in quanto questa denominazione è già affermata sul territorio nazionale e anche l’acronimo corrispondente. In linea con la macrostrategia traduttiva addomesticante, si è cercato di tradurre in italiano gli elementi cruciali per la comprensione del testo, come i materiali e le loro proprietà, i sistemi integrati negli edifici, gli organismi e gli eventi riconosciuti a livello internazionale. Si è optato invece per la dicitura originale, mantenendo una sfumatura estraniante (presente anche nel prototesto attraverso i riferimenti in lingua inglese), sugli elementi non essenziali alla comprensione del contenuto informativo vero e proprio, ovvero i nomi di associazioni, progetti, sedi, università e centri di ricerca stranieri. Anche in caso di acronimi la cui definizione è stata lasciata come implicita nel prototesto, si è scelto per maggiore chiarezza di ricercare e fornire al lettore la dicitura completa, anche se questo ha portato all’accostamento di una dicitura italiana a un acronimo inglese o all’inserimento della dicitura inglese completa.

Nomi propri:

Per quanto riguarda i nomi propri di persona, non hanno presentato particolari difficoltà in fase di traduzione in quanto sono stati riscontrati quasi sempre nella loro lingua originale. Un caso particolare tuttavia è rappresentato dal nome del responsabile del Dipartimento che si è occupato dell'elaborazione della vernice fotovoltaica: “Prashant Kamat, John A. Zahm Professor of Science in Chemistry and Biochemistry and an investigator in Notre Dame’s Center for Nano Science and Technology (NDnano)”. Si tratta dell'unico esempio all'interno del prototesto di un titolo professionale riportato interamente in inglese, che ha presentato alcune difficoltà di traduzione considerato che Prashant Kamat risulta essere attualmente professore alla *University of Notre Dame*, mentre John A. Zahm risulta essere uno scienziato americano vissuto tra il 1851 e il 1921. Nonostante alcuni articoli sulla vernice fotovoltaica tradotti in italiano riportassero il nome dei due professori come due entità diverse, in seguito a un approfondimento è stata formulata la traduzione seguente: “Prashant Kamat, Professore di Chimica e Biochimica - erede della cattedra di John A. Zahm e Scienziato al *Notre Dame’s Center for Nano Science and Technology (NDnano)*”. Per quanto riguarda invece i nomi propri di associazioni, sedi, documenti, Centri di Ricerca e Università, Paesi, città e località, valgono le considerazioni fatte in precedenza, ovvero sono state mantenute le diciture in lingua originale tralasciando la traslitterazione fonetica in cinese, anche se nel caso di nomi di Paesi e città noti nella cultura d'arrivo con un nome italianizzato si è scelto di optare per quest'ultimo, come nel caso di *Friburgo in Brisgovia* invece della meno nota dicitura tedesca presente nel prototesto *Freiburg im Brisgau*.

Materiale lessicale straniero:

Nel prototesto sono presenti, oltre ai nomi propri, alcuni elementi tradotti in inglese o Tedesco, inseriti tra parentesi accanto alla versione in cinese. Apparentemente queste sporadiche traduzioni non seguono una logica precisa, in quanto generalmente i tecnicismi specifici appaiono nel prototesto solo in lingua cinese, senza alcun riscontro in lingua straniera, mentre la traduzione appare per termini meno complessi come *autonomous*, *zero carbon*, *zero energy*, *passivhaus*, *carbon neutral*, *scenarios*, *sonnenschiff*, *zero-energy building*, *ecologic*. A questo proposito va ricordato che in ambito tecnico-scientifico è molto diffuso il gusto per le parole straniere, non tanto per xenofilia ma piuttosto perché gli autori di questi testi leggono articoli e documentazione scritta perlopiù in inglese. Gli stessi elementi tradotti in lingua straniera nel prototesto sono pertanto stati trasposti nel metatesto per riprodurre quel gusto che viene percepito dai lettori come più puramente scientifico e

riconosciuto a livello internazionale, nonostante questi elementi non fossero indispensabili per la comprensione del messaggio. Nel caso di parole troppo semplici si è ritenuto tuttavia che riportare la traduzione in lingua straniera avrebbe appesantito il discorso, come nel caso di *ecologic, reed bed, scenarios*, anche se in quest'ultimo caso si è deciso di mantenere una sorta di parallelismo attraverso la dicitura *ipotesi (scenari)*, in cui *scenari*, termine dal significato più ambiguo in italiano, è stato riportato ai lettori insieme alla sua connotazione più specifica in questo contesto, *ipotesi*, per maggiore chiarezza. Nel caso di termini riferiti all'ambito semantico dell'informatica, invece, si è scelto di riportare solo la traduzione in lingua inglese: fin dalle origini, infatti, questo tipo di lessico specialistico si è sviluppato in Italia e nel mondo con una terminologia inglese, e solo nei Paesi che utilizzano un diverso sistema di scrittura, come in Cina, sono presenti traduzioni parallele assodate e di uso più frequente rispetto all'originale.

Materiale linguistico autoctono:

Non si riscontra una presenza significativa di materiale linguistico proprio della cultura cinese; trattandosi di un testo che presenta argomenti di ambito internazionale l'autore ha eliminato qualsiasi elemento che potesse non risultare neutro ai fini della comprensione dei contenuti, cercando il più possibile di rispettare le modalità redazionali dei testi tecnici. L'unico esempio di materiale linguistico autoctono è costituito dal ricorso al sistema numerico cinese, che prevede l'uso dei numeri *qian* (千) "mille", *wan* (万) "diecimila" e *yi* (亿) "cento milioni"; queste unità sono state convertite nelle cifre corrispondenti della notazione decimale, in linea con la macrostrategia addomesticante. L'autore del prototesto ha scelto poi di utilizzare le unità di misura inglesi, che nel metatesto sono state convertite nelle unità corrispondenti in italiano.

Realia:

Nel testo sono stati riscontrati alcuni elementi di *realia*, così definiti recuperando l'etimologia latina di "oggetti reali" per indicare, in traduttologia, quelle parole che denotano elementi materiali culturospecifici.⁷⁴ Secondo la definizione di Vlahov e Florin, si tratta di:

[...] parole (e locuzioni composte) della lingua popolare che costituiscono denominazioni di oggetti, di concetti, fenomeni tipici di un ambiente geografico, di una cultura, della vita materiale o di peculiarità storico-sociali di un popolo, di una nazione, di un paese o di una tribù, e che quindi sono portatrici di un colorito nazionale, locale o storico; queste parole non hanno corrispondenze precise

⁷⁴ Bruno Osimo, *Manuale del traduttore*, Milano, Ed. Hoepli, 2008, p.63.

in altre lingue.⁷⁵

In questo caso gli elementi di realia riscontrati non sono relativi alla lingua e alla cultura cinese ma piuttosto a quella inglese e, in alcuni casi, alla lingua tedesca.

E' il caso di *concept house*, un concetto apparentemente semplice, che presenta tuttavia una definizione complessa nell'ambito della progettazione; quello che spesso viene tradotto approssimativamente come "design concettuale" presenta infatti delle caratteristiche che non possono essere tradotte con l'utilizzo di alcun sinonimo nella lingua italiana. Una professionista nel campo della progettazione, Monica Ferrigno, dà del concept design la seguente definizione:

Il *concept design* è il modo per nominare la parte creativa della progettazione, in sostanza l'idea, che può essere riferita a differenti ambiti, non solo riguardanti il design ma riscontrabili ogni qual volta si parli di progettualità. Chiaramente può essere inteso come una sola sezione di tutto il processo creativo, oppure può essere la completa progettazione che si pone come obiettivo di arrivare solo ad un concept senza definirne la fase esecutiva. Questa seconda versione è quella su cui più vorremmo focalizzarci, ovvero quando il concept design diviene una vera e propria disciplina a cui dare la giusta attenzione.⁷⁶

In questo caso, pertanto, si è deciso di mantenere la versione in inglese, piuttosto che optare per una traduzione nella lingua d'arrivo, come nel caso del prototesto (*gainian wu* 概念屋).

Un altro esempio di elemento intraducibile, per cui è stata mantenuta la dicitura in inglese, è l'espressione "*Sun-believable*", un neologismo coniato dai ricercatori del *Notre Dame's Center for Nano Science and Technology* per assegnare un nome di mercato alla vernice fotovoltaica. In questo caso "*Sun-believable*" è un gioco di parole, basato sull'aggettivo *unbelievable*, "incredibile, straordinario, inverosimile" in combinazione con *sun*, "sole". In un testo espressivo probabilmente sarebbe stato opportuno tradurre quest'espressione cercando un gioco di parole corrispondente, mentre in un contesto tecnico-scientifico una traduzione sarebbe stata percepita come fuori luogo e poco verosimile. E' stata mantenuta pertanto la versione inglese del termine.

Un altro elemento di realia proprio della cultura inglese è rappresentato dalle unità di misura che compaiono all'interno del prototesto. L'autore ha deciso infatti di non utilizzare le unità di misura proprie della cultura cinese, optando per quelle inglesi, più note e diffuse a livello internazionale. In questo caso è stato possibile procedere, in linea con la macrostrategia traduttiva

⁷⁵ Sergej Vlahov e Sider Florin, "Neperovodimoe v perevode, Realii", in *Masterstvo perevoda*, n.6, 1969, Moskvà, Sovetskij pisatel', 1979, p. 438.

⁷⁶ Fonte: <http://www.professionisti.it/enciclopedia/voce/1790/Concept-design>.

addomesticante, con una traduzione di tutte le unità di misure proprie della cultura inglese con quelle corrispondenti nella cultura d'arrivo, attraverso l'uso di convertitori di unità di misura. E' il caso di:

如果某一地方测得有 12 mph (miles per hour) 的风, 而另一个地方 5mph, 显然, 同一风力透平发电机在 5 mph 风力的地方产电要多出许多。(p. 67)

Se in un luogo è stato misurato che il vento arriva a 19 km/h, e in un altro che arriva a 24 km/h, naturalmente a parità di potenza delle turbine nel luogo in cui la potenza del vento è di 24 km/h l'energia prodotta sarà maggiore. (p. 37)

In questa frase le miglia orarie o *mph* (miles per hour) sono state convertite in chilometri orari (km/h). La conversione di 12 *mph* e 15 *mph* in *km/h* ha dato come risultato due numeri decimali che, considerata la natura della frase, sono stati approssimati per difetto. Trattandosi di un esempio privo di riferimenti a situazioni concrete, infatti, non è pensabile che siano stati forniti dall'autore numeri decimali (che denotano un calcolo specifico); si è ritenuto pertanto opportuno approssimare le cifre ottenute e ristabilire la connotazione generica di questa frase.

Un ultimo esempio di realia è costituito dal termine tedesco *Schneefernerhaus*, nome di una stazione di ricerca ambientale tedesca alimentata a energia solare termica. Il nome deriva da *Schneeferner*, parola composta la cui etimologia è costituita dai termini *Schnee* “neve” e *Ferner* “ghiacciaio”, seguita da *haus* “casa”. In seguito a un approfondimento è emerso che *Schneeferner* è il nome del più vasto ghiacciaio delle Alpi bavaresi, da cui la stazione di ricerca prende il nome.⁷⁷ Mentre l'autore del prototesto ha tradotto *Schneefernerhaus* con *xuewu* 雪屋 (igloo o casa di neve), nel metatesto è stata riportata solo la dicitura in lingua originale, in quanto una traduzione letterale (casa del ghiacciaio di neve) e una traduzione simile a quella cinese (casa di neve) sarebbero risultate improprie e comunque prive di riferimenti alla località geografica bavarese in questione.

Espressioni idiomatiche:

Nel testo sono presenti alcuni *chengyu* 成语, espressioni idiomatiche a quattro caratteri tipiche della lingua cinese, tra cui *meizhongbuzu* (美中不足) “unico difetto”, *zijizizu* (自给自足) “autosufficienza”, *zongeryanzhi* (总而言之) “in sintesi”, *weihuqiwei* (微乎其微) “insignificante”, *dayouzuowei* (大有作为) “potersi sviluppare al massimo”, *xixixiangguan* (息息相关) “essere in stretta relazione”, *daxiangjingting* (大相径庭) “completamente diverso”, *detianduhou* (得天独厚)

⁷⁷ Fonte: <http://www.schneefernerhaus.de/en/research-station/schneeferner-glacier.html>.

“rigoglioso”. I traduttori corrispondenti sono stati reperiti su dizionari monolingua cartacei e dizionari dei *chengyu* online e in seguito adattati al contesto di inserimento. In generale è stato rispettato il significato generale, anche se nel caso di *weihuqiwei* 微乎其微 si è ritenuta più appropriata la traduzione “piccoli incidenti” rispetto a “incidenti insignificanti”, mentre nel caso di *daxiangjingtng* 大相径庭, riferito alle conseguenze del diverso utilizzo degli elettrodomestici, si è preferito tradurre “conseguenze determinanti” perché influiscono in modo particolare sul risparmio energetico.

4.2.2.1.3 Fattori grammaticali

Per quanto riguarda la microstrategia messa in atto sul piano grammaticale, è stata elaborata in considerazione della seguente riflessione di Newmark: “in a technical translation you can be as bold and free in recasting grammar (cutting up sentences, transposing clauses, converting verbs to nouns, etc.) as in any other type of informative or vocative text, provided the original is defective.”.⁷⁸ Si procederà quindi a una più approfondita analisi dei fattori di specificità del prototesto a livello grammaticale e morfo-sintattico, esponendo poi attraverso alcuni esempi come i problemi traduttivi sono stati affrontati in quest’ambito.

Analisi morfo-sintattica:

Per quanto riguarda i verbi, come già accennato, si riscontrano frequentemente: verbi ausiliari modali, in particolare *keyi* 可以 (o la forma abbreviata *ke* 可), *hui* 会, *neng* 能, *bixu* 必须, *dei* 得, *yinggai* 应该, *yingdang* 应当; i verbi *shi* 是 e *you* 有; i cosiddetti verbi vuoti, come *jinxing* 进行 e *zhixing* 执行; verbi causativi, come *shi* 使; verbi in costruzioni passive con *bei* 被, *you* 由, *youyu* 由于; sono frequenti inoltre le descrizioni spaziali con ampio uso di verbi e costruzioni locative (*zai* 在, *zaiyu* 在于). I verbi attivi sono generalmente relativi ai processi di costruzione di edifici (*jiancheng* 建成, *jianzao* 建造, *zaocheng* 造成), installazione di componenti (*anzhuang* 安装, *anzhi* 安置, *zhuangzhi* 装置), gestione degli impianti (*jingguan* 经管, *chuli* 处理), misurazione e certificazione dell’efficienza energetica (*ceshi* 测试, *renzheng* 认证), fornitura (output) (*gongying* 供应, *tigong* 提供, *shuchu* 输出), ottenimento (input) (*deyi*

⁷⁸ Peter Newmark, *A textbook of translation*, London, Prentice Hall Ed., 1988, p. 159.

得以, *huode* 获得, *dedao* 得到, *shuchu* 输出) e utilizzo (*liyong* 利用, *caiyong* 采用) di energia e risorse. Generalmente nel metatesto si è cercato il più possibile di rendere i verbi attivi del prototesto in forma passiva, per una maggiore conformità con le norme redazionali dei testi settoriali nella lingua d'arrivo. A livello di tempi verbali si è scelto di utilizzare prevalentemente: verbi all'indicativo presente; verbi al futuro semplice - generalmente tradotti con una sfumatura potenziale - identificabili nel prototesto grazie alla presenza di verbi ausiliari modali o dell'avverbio contrassegno del futuro *jiang* 将; verbi al passato prossimo, indicati nel prototesto da strutture verbali riferite al passato - in cui la particella *le* 了 indica il compimento dell'azione - e da avverbi di tempo (*ceng* 曾, *yijing* 已经). Nel prototesto è possibile riscontrare avverbi di tempo quasi in ogni periodo: i contenuti sono infatti illustrati al lettore secondo precise coordinate che consentono una collocazione precisa delle informazioni nel tempo. Ricorrono molto frequentemente anche i complementi di luogo, con l'ausilio delle preposizioni locative nelle costruzioni *zai* 在/*yu* 于 + *shang* 上, *xia* 下, *zhong* 中, *zhijian* 之间. Altre costruzioni frequenti sono *shi* 是 ... *de* 的, *bi* 比 ... *yao* 要 + aggettivo, *bujin* 不仅 ... *erqie* 而且, *duiyu* 对于 ... *eryan* 而言, *yong* 用 ... *lai* 来, *yu* 与 ... *leisi* 类似, *bujin* 不仅 ... *hai* 还, *chu* 除 ... *yiwai* 以外, *yi* 以 ... *lai* 来, *cong* 从 ... *er* 而, *budan* 不但 ... *erqie* 而且, *bing wei* 并未 ... *er shi* 而是, *he* 和 ... *butong* 不同, *chule* 除了 ... *hai* 还, *er* 而 ... *buji* 不及. Per quanto riguarda le preposizioni, si può riscontrare frequentemente l'uso di *yu* 于 in diversi composti (*duiyu* 对于, *yongyu* 用于, *jiyu* 基于, *yuanyu* 源于, *weiyu* 位于) nonché di *wei* 为 e *gei* 给, seguiti spesso dal verbo *tigong* 提供. A livello di congiunzioni, troviamo congiunzioni subordinanti (*reng* 仍, *rengjiu* 仍旧, *jishi* 即使, *yi* 以, *sui* 虽, *yiqi* 以期, *raner* 然而) e coordinanti (*yiji* 以及, *dan* 但, *er* 而, *lingwai* 另外, *huozhe* 或者, *danshi* 但是, *ciwai* 此外, *zaizhe* 再者, *xiangfan* 相反), tuttavia spesso i rapporti di subordinazione e coordinazione tra le frasi sono impliciti. Sono presenti anche numerosi elementi tipici del cinese letterario (*ruruo* 如若, *renhe* 任何, *ruhe* 如何, *ceng* 曾, *wei* 为, *zhi* 之, *ci* 此, *qi* 其, *suo* 所, *ben* 本, *gai* 该, *ruo* 若) il cui impiego, secondo le norme redazionali della lingua di partenza, coincide con un innalzamento del registro.

Organizzazione sintattica:

Come è già stato affermato nel corso dell'analisi globale, il prototesto è suddiviso in blocchi informativi in base agli argomenti trattati ed è costituito perlopiù da periodi brevi, generalmente di lunghezza pari due righe. Prevale l'ipotassi con un ampio uso di congiunzioni subordinanti, anche

se è frequente anche il ricorso alla paratassi, con l'uso di congiunzioni coordinanti e della punteggiatura all'interno del periodo (due punti, punto e virgola, virgola a goccia). Nel metatesto sono state generalmente rispettate sia la struttura originale in paragrafi che la punteggiatura, anche se in alcuni casi è stato necessario unire o spezzare delle frasi per maggiore chiarezza e leggibilità o modificare i segni di interpunzione all'interno di un periodo. E' il caso di:

建筑物集成光伏发电元件一部分替代建筑元件很具吸引力。但是，其最大的问题在于建筑美学。另外，相当一部分建筑物集成光伏发电元件能量效率不高而不得不采用太阳能聚集材料去改善。
(p. 61)

È notevole che i componenti dei generatori fotovoltaici integrati nell'edificio abbiano rimpiazzato i componenti edili, tuttavia l'estetica rimane il suo più grande difetto, senza contare che buona parte dei componenti fotovoltaici in esso integrati sono a bassa efficienza energetica ed è stato necessario aumentarla utilizzando aggregati di materiali. (p. 28)

Il prototesto presenta in questo caso tre diversi periodi, tuttavia la presenza di *danshi* 但是 e *lingwai* 另外 rivela che sono vincolati da un rapporto di coordinazione. Nel metatesto si è pertanto scelto di creare un periodo unico eliminando i punti fermi e mantenendo la coordinazione attraverso la congiunzione avversativa “tuttavia” e l'espressione “senza contare che”, per dare maggiore enfasi al nesso. La frase è stata resa in forma impersonale per una maggiore corrispondenza con i modelli redazionali dei testi settoriali in italiano, che prevedono forme impersonali e passive: *hen ju xiyinli* 很具吸引力, letteralmente “ha molta attrattiva”, è stato posto all'inizio della frase e tradotto come “è notevole che”. Nella seconda parte è stato inserito un pronome anaforico come complemento di luogo, “in esso”, evitando di ripetere *jianzhuwu* 建筑物 “(negli) edifici”. Nell'ultima frase si è ritenuto che la doppia negazione *budebu* 不得不, seguita da *caiyong* 采用 . . . *qu gaishan* 去改善, avrebbe appesantito eccessivamente la lettura di un periodo già relativamente complesso e si è optato per la traduzione “è stato necessario aumentarla utilizzando”, con un gerundio che perde il valore esortativo di *qu* 去 (spesso impiegato in senso figurato nelle costruzioni di verbi in serie, per dare rilievo al verbo che lo segue) in favore di una più marcata funzione strumentale.

Figure sintattiche:

Nel prototesto sono state riscontrate figure sintattiche come inversioni, parallelismi, schemi paratattici e schemi ipotattici che contribuiscono a creare un maggiore dinamismo nella presentazione dei contenuti. Anche se non sempre è stato possibile riprodurre esattamente le figure

sintattiche del prototesto, sono stati utilizzati generalmente schemi ipotattici e spesso inversioni per dare maggiore enfasi ad alcuni elementi rispetto ad altri, cercando di riportare il più possibile lo stesso dinamismo creato dell'autore senza influire sulla leggibilità e la chiarezza del testo. Un esempio significativo è costituito dalla frase:

自产电力有盈余时，送入电网；不足时，由电网供电。(p. 183)

Quando vi è un surplus di energia prodotta dall'edificio questa viene immessa nella rete elettrica; quando invece l'energia prodotta non è sufficiente è la rete elettrica ad alimentare l'edificio. (p. 87)

Nel prototesto possiamo riscontrare che il soggetto *zi chan dianli* (自产电力), “l'energia prodotta”, è seguito da un parallelismo, che si sviluppa secondo uno schema AB-AB (dove A rappresenta il complemento di tempo, espresso in entrambi i casi con l'uso di *shi* 时, e B rappresenta il verbo, nel primo caso attivo e nel secondo in una costruzione passiva, seguito dal complemento oggetto). Nel metatesto questo parallelismo è stato reso con la medesima struttura, anche se è stato necessario inserire al suo interno il soggetto, esplicitandolo e ripetendolo in entrambe le ricorrenze.

4.2.2.1.4 Fattori testuali

Struttura tematica e flusso informativo:

Per poter analizzare la struttura tematica e il flusso informativo del prototesto è necessario prima di tutto essere consapevoli delle sostanziali differenze che sussistono a livello strutturale tra la lingua cinese e la lingua italiana. Da un lato la lingua italiana, e in genere le lingue indoeuropee, si caratterizzano per la necessità di un soggetto (esplicito o implicito) per costruire le frasi, generalmente inserito nelle costruzioni SOV (soggetto + oggetto + verbo) o SVO (soggetto + verbo + oggetto), e sono per questo definite *subject-prominent*. Dall'altro la lingua cinese è definita *topic-prominent* in quanto l'elemento su cui si fonda la frase è il *topic*, o *tema*, posto all'inizio della frase e seguito dal *rema*.⁷⁹ In questa costruzione il tema può essere definito come ciò di cui si parla, un elemento “dato” che è già noto dal lettore, mentre il rema rappresenta ciò che si dice del tema, ovvero l'elemento “nuovo” che il lettore non conosce.⁸⁰ La struttura sintattica e quella tematica

⁷⁹ Charles N. Li, Sandra A. Thompson, *Mandarin Chinese: A Functional Reference Grammar*, Berkeley, University of California Press, 1981, p. 15.

⁸⁰ Luca Serianni, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003, p.87.

possono coincidere: in cinese generalmente il soggetto rappresenta il tema e l'oggetto il rema, oppure il rema può essere costituito dalla sequenza SVO. In molti casi tuttavia nella lingua cinese il tema non ha nessun legame sintattico con il rema, mentre l'italiano, che necessita di questo legame, deve esplicitarlo. Citando Serianni, "La sequenza normale nell'italiano [...] è quella tema-remata. [...] Nei casi in cui il tema non sia costituito dal soggetto, la lingua quotidiana si serve della dislocazione a sinistra; [...] invece, nei linguaggi settoriali, la dislocazione [...] è evitata e il ricorso al passivo è perfettamente naturale".⁸¹ Tenendo conto di queste considerazioni è stato possibile apportare delle modifiche consistenti al prototesto per strutturarli secondo gli standard della lingua d'arrivo, generalmente ricorrendo a costruzioni passive o impersonali e modificando l'organizzazione del flusso informativo secondo gli standard comunicativi della lingua italiana. Un esempio significativo è rappresentato dalla frase:

能源的使用，可以依不同方式得以测量（有关成本、能源及碳排放），不论用的定义如何，依照不同的观点达到收获能源和节约能源均很重要；以期实现能量平衡。（p.180）

L'utilizzo di energia elettrica può essere misurato in diversi modi (in base ai costi, alle risorse energetiche e alle emissioni di carbonio); per realizzare un bilancio di energia è importante considerare la media delle risorse energetiche guadagnate e di quelle risparmiate partendo da prospettive diverse, a prescindere dalla loro tipologia. (p. 81)

Nella prima parte del periodo possiamo notare una struttura *a tema legato*, in cui l'enfasi è posta sul tema *nengyuan de shiyong* 能源的使用 "l'utilizzo di energia elettrica", che ricorre in prima posizione ed è seguito dal rema *keyi yi butong fangshi deyi celiang* 可以依不同方式得以测量 "può essere misurato in diversi modi". In questo tipo di struttura tematica il rema contiene un elemento riferito al tema, ovvero una forma pronominale, che in questo caso è implicita in quanto coincide con il soggetto della frase (*nengyuan de shiyong* 能源的使用). La seconda parte del periodo è invece introdotta dalla congiunzione *yiqi* 以期, letteralmente "nella speranza che", generalmente usata nella seconda metà di un periodo per indicare che ciò che segue è l'obiettivo che si spera di realizzare secondo le modalità indicate nella prima parte. In questo caso il flusso informativo è stato modificato e riordinato secondo gli standard comunicativi della lingua italiana: la proposizione finale introdotta da *yiqi* 以期 è stata anticipata mentre le condizioni per la sua realizzazione sono state posticipate. Anche la punteggiatura è stata modificata, in modo da marcare in modo più netto lo stacco tra la prima e la seconda parte del periodo.

⁸¹ Luca Serianni, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003, p.87.

Coesione e coerenza:

La coesione e la coerenza rientrano tra i sette requisiti che, secondo la linguistica moderna, devono essere assolti perché si possa parlare di un testo (coesione, coerenza, intenzionalità, accettabilità, informatività, situazionalità, intertestualità).⁸² La coesione consiste nel rispetto dei rapporti grammaticali e della connessione sintattica tra le varie parti del testo; perché ci sia coesione devono essere rispettate, ad esempio, la concordanza di numero, la concordanza di genere e l'ordine delle parole. La coerenza riguarda invece il significato del testo ed è legata alla reazione del destinatario, che deve valutare un certo testo come chiaro e appropriato rispetto alla circostanza in cui è stato prodotto. I testi informativi devono sempre avere coerenza logica (non presentare contraddizioni logiche), coerenza semantica (uso corretto delle parole) e coerenza stilistica (registro congruente alla tipologia testuale).⁸³ A questo proposito, va ricordato che la lingua cinese presenta standard di coerenza e di coesione che si discostano in larga misura da quelli della lingua italiana. Ad esempio, i rapporti di determinazione sono frequentemente impliciti e lo stesso vale per i rapporti di coordinazione e subordinazione. Ci si può quindi trovare in alcuni casi di fronte a testi che necessitano di una trasposizione o di un'esplicitazione dei nessi sintattici. Ad esempio possiamo considerare la frase seguente:

IEA 公布的技术路线图 - 能量利用高校的建筑: 加热采暖和制冷技术设施已经显示诸如太阳能加热, 热泵, 热能存储和建筑服务的热点联产技术可以有潜力到 2050 年, 减少 CO₂ 释放 2Gt, 即如今建筑释放 CO₂ 量的 1/4 并且到 2050 年节省燃烧 7.1 亿 t 油的等效能量。(p. 205)

Nel Piano d'Azione "Edifici ad alta efficienza energetica: impianti di riscaldamento e raffreddamento" pubblicato dall'AIE sono descritte tecnologie come il riscaldamento a energia solare, le pompe di calore, lo stoccaggio di energia termica e la cogenerazione nei servizi di costruzione. Nel Piano si afferma inoltre che nel 2050 queste tecnologie potrebbero potenzialmente ridurre le emissioni di CO₂ di 2 Gt, (l'equivalente di ¼ delle attuali emissioni di CO₂ prodotte dagli edifici), consentendo al contempo di risparmiare una quantità di energia pari a quella che si otterrebbe con la combustione di 710.000.000 t di petrolio. (p. 90)

In questo caso nel prototesto siamo di fronte a un unico periodo che risulta di difficile comprensione a causa del susseguirsi di rapporti di determinazione e subordinazione impliciti. Nel metatesto questi rapporti sono stati pertanto esplicitati e si è scelto di spezzare il periodo per

⁸² Robert Alain de Beaugrande e Wolfgang Ulrich Dressler, *Introduzione alla linguistica testuale*, Bologna, Ed. Mulino, 1994, pp. 18-27.

⁸³ Luca Serianni, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003, pp. 27-29, 36-38.

maggior chiarezza. In seguito ad un approfondimento sul sito dell'Agencia Internazionale dell'Energia è stato possibile verificare i contenuti del Piano d'Azione descritto, ovvero *Technology Roadmaps - Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment*.⁸⁴ Si è scelto quindi di riportare il titolo come *Piano d'Azione "Edifici ad alta efficienza energetica: Impianti di riscaldamento e raffreddamento"*, rispettando la scelta di tradurre *jishu luxian tu* 技术路线图 come Piano d'Azione (e non Piano d'Azione tecnologico), riscontrata in alcuni testi ufficiali nella lingua d'arrivo che trattano quest'argomento.⁸⁵ La frase originale presenta una struttura a tema legato, in cui il tema *IEA gongbu de jishu luxian tu* (IEA 公布的技术路线图) coincide con il soggetto della frase ed è pertanto lasciato implicito nel rema. Per una maggior coerenza stilistica rispetto agli standard redazionali dei testi settoriali nella lingua d'arrivo, che prediligono la forma passiva e impersonale, la frase è stata resa nel metatesto in forma passiva: il complemento oggetto *jishu* 技术 "tecnologie" è diventato il soggetto, il verbo *xianshi* 显示 "illustrare, mostrare" è stato tradotto come "sono descritte", tuttavia si è preferito tradurre *jishu luxiantu* 技术路线图 "Piano d'Azione" come complemento di luogo e non come complemento d'agente, per una resa più impersonale ("nel Piano d'Azione...") che tuttavia non stravolge il significato originale del prototesto. La seconda frase (*keyi you qianli ... dengxiao nengliang*, 可以有潜力 ... 等效能量) ha lo stesso soggetto della prima, ovvero *jishu* 技术 "tecnologie". Si è scelto quindi di ripetere il soggetto con un deittico (l'aggettivo dimostrativo "queste"), il complemento di luogo con un'abbreviazione ("nel Piano") e il verbo con un sinonimo in forma impersonale ("si afferma inoltre che"), con l'aggiunta della congiunzione coordinante "inoltre" al fine di aumentare la coesione tra le due frasi. Nella seconda parte della frase, coordinata alla precedente, si è scelto di riportare l'ausiliare modale *keyi* 可以 (riferito sia a *jianshao* 减少 "ridurre" che a *jiesheng* 节省 "risparmiare") con un gerundio, dando poi una sfumatura temporale a *bingqie* 并且 "inoltre", traducendo il rapporto di coordinazione con "consentendo al contempo".

Intertestualità:

L'intertestualità può essere definita come l'insieme delle relazioni che il testo instaura con altri testi specifici, attraverso riferimenti espliciti o impliciti. Come già evidenziato, il testo è tratto dal quinto volume della serie "Nuove tecnologie edilizie per il risparmio energetico a basse emissioni di carbonio" (*jianzhu jieneng ditan zui xin jishu congshu*, 建筑节能低碳最新技术丛书),

⁸⁴ Fonte: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name.3984.en.html>.

⁸⁵ Fonte: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/127064_it.htm.

intitolato “Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici” (*ke zaisheng nengyuan zai jianzhù zhong de yingyong jicheng*, 可再生能源在建筑中的应用集成). All’interno di questo testo si fanno frequentemente riferimenti ad altri capitoli dello stesso volume e ad altri volumi della stessa serie, che sono stati omessi in quanto in una traduzione di soli tre capitoli, estratti dal loro contesto d’origine, non avrebbero avuto ragione di esistere. Sono stati mantenuti tuttavia alcuni riferimenti alle sezioni dei capitoli tradotti, finalizzati a creare un ordine degli argomenti più marcato e a favorire una più chiara progressione del discorso. Anche alcuni riferimenti al volume nella sua integrità sono stati mantenuti per dare ai lettori una percezione globale dei temi trattati e delle motivazioni alla base delle scelte tematiche. E’ il caso di:

本丛书主要瞄准“节能低碳”，提供建筑设计和最新技术的实践记录以及通过案例展现最新研究状况，即将建筑与能量之间的关系朝向无源（PASSIVE）推出。（p. 209）

Questo testo, incentrato principalmente sul risparmio energetico a basse emissioni di carbonio, fornisce note pratiche sulla progettazione edilizia e sulle nuove tecnologie, inoltre attraverso esempi rivela gli studi più innovativi e la tendenza a stabilire un rapporto passivo tra edilizia ed energia. (p. 98)

4.2.2.2 Fattori extralinguistici

4.2.2.2.1 Fattori culturali

Espressioni culturospecifiche:

Come è già stato accennato, l’autore non ha inserito nel prototesto particolari espressioni tipiche della cultura cinese, tuttavia all’interno del capitolo relativo agli edifici a consumo zero si riportano i nomi originali di due costruzioni realizzate in Cina, Zhujiang Plaza (*Zhujiang dasha* 珠江大厦) a Guangzhou e Dongtan eco-city (*Dongtan shengtai cheng* 东滩生态城) a Shanghai. In entrambi i casi nella traduzione si è fatto ricorso a termini inglesi (plaza, eco-city) per descrivere la tipologia edilizia, lasciando i nomi propri in *pinyin*. In questo modo da un lato è stato possibile facilitare la comprensione da parte del lettore, pur rispettando la strategia di riportare i nomi propri nella loro lingua originale (attraverso la mediazione dell’inglese e il ricorso alla trasposizione fonetica in *pinyin*); dall’altro è andato perso il significato dei nomi propri in cinese, nel primo caso con un chiaro richiamo al *Pearl River* e nel secondo caso con un’indicazione geografica sulla collocazione della città, nella *spiaggia ad est*. Inoltre nel descrivere la posizione della città di

Dongtan, si è tradotto 位于中国第三大岛崇明岛的上海市东滩地区 (*weiyu Zhongguo di san dao chongming dao de Shanghaishi dongtan diqu*) con “Situata nella terza più grande isola cinese - l’isola Chongming - in provincia di Shanghai”, esplicitando per i lettori l’appartenenza di quest’area, seppur situata in un’isola, alla municipalità autonoma di Shanghai, che gode dello status di provincia.

Fenomeni culturali:

Nel prototesto non si riscontrano generalmente riferimenti alla storia e alla realtà sociale, intellettuale o popolare della cultura di partenza; solo un elemento, *moshui* 墨水, è tipico dell’arte della calligrafia cinese: si tratta di un tipo di inchiostro prodotto con pigmento nero di carbone e ceneri, conosciuto in Europa come “inchiostro indiano” o “inchiostro cinese”. Trattandosi di un elemento citato come esempio per la sua consistenza, si è scelto di optare per la traduzione addomesticante “inchiostro”, che pur assumendo nella cultura di arrivo una sfumatura di significato diversa rispetto alla cultura di partenza mantiene la stessa valenza semantica dell’espressione usata nel prototesto. Possiamo notare inoltre un riferimento storico nell’ambito della politica internazionale, più precisamente alla candidatura degli Stati Uniti per ospitare le Olimpiadi nell’anno 2012. Il riferimento è nella frase seguente:

美国纽约市准备在其东河边为 2012 奥林匹克运动会设计的体育场也考虑了利用风力透平，如图 1-29 所示。(p. 72)

Nella città di New York è stato allestito lungo l’East River uno stadio progettato in occasione delle Olimpiadi del 2012. Anche per questo edificio si è pensato di ricorrere alle turbine eoliche, come si può vedere nella figura 1-29. (p. 44)

Nel prototesto non è presente un apparato metatestuale in quanto l’autore del testo ha postulato un lettore modello in grado di comprendere il testo e gli eventuali riferimenti in esso contenuti, perché dotato di un ampio bagaglio di conoscenze personali nei campi dell’architettura, dell’ingegneria, della politica internazionale e molti altri. Allo stesso modo nel metatesto questo riferimento è stato mantenuto senza ulteriori chiarimenti sul fatto che le Olimpiadi del 2012 si siano tenute poi a Londra e non a New York.

Stile del periodo:

Lo stile del periodo nel prototesto può essere definito come formale e classicheggiante. Si riscontrano infatti numerosi elementi tipici del cinese letterario (*ruruo* 如若, *renhe* 任何, *suo* 所, *ru* 如, *ruhe* 如何, *ceng* 曾, *wei* 为, *zhi* 之, *ci* 此, *qi* 其, *suo* 所, *ben* 本, *ruo* 若) il cui utilizzo, secondo le norme redazionali della lingua di partenza, è indice di un registro molto elevato, così come l'uso della nominalizzazione, di costruzioni passive e impersonali e l'impiego di un lessico tecnico altamente specializzato. Citando Federica Scarpa:

A livello del registro, gli interventi dovrebbero mirare a un testo che sia sobrio e al tempo stesso funzionale, ossia a un difficile compromesso tra il mantenimento (e, in qualche caso, il miglioramento) della chiarezza espositiva dell'originale e un adattamento del registro a volte troppo immediato e diretto di quest'ultimo alle convenzioni stilistiche di maggiore distanza tra emittente e destinatario che caratterizzano i testi specialistici italiani.⁸⁶

Nel metatesto si è cercato quindi di rendere il registro formale secondo le convenzioni linguistiche italiane, non quindi attraverso l'uso di costruzioni classicheggianti ma aumentando la distanza tra emittente e destinatario con l'uso di costruzioni impersonali e passive e dando un carattere più oggettivo ai contenuti con il ricorso alla nominalizzazione. Un esempio è la frase:

零能耗建筑设计往往还可以使用双重用途能源, 包括白色家电, 例如, 使用冰箱的排气加热生活用水; 通风和淋浴排水热交换器; 以办公设备, 计算机服务器以及身体的热量来加热建筑; 即传统建筑物可能会排出的热量会再被利用。(p. 182)

Gli edifici a consumo zero spesso sono progettati perché le risorse energetiche possano essere utilizzate per due scopi diversi e lo stesso vale per gli elettrodomestici. Sfruttando ad esempio l'aria calda emessa dal frigorifero è possibile scaldare l'acqua; utilizzando l'acqua emessa dall'impianto di ventilazione e dalla doccia è possibile riscaldare lo scambiatore; il calore emesso dalle apparecchiature da ufficio, dal computer server e dal corpo umano può essere impiegato per riscaldare l'edificio; persino il calore emesso dagli edifici tradizionali può essere utilizzato. (p. 70)

In questa frase per la resa di *sheji* 设计 è stata adottata la forma passiva “sono progettati” e allo stesso modo per la traduzione di *shiyong* 使用 si è optato per la forma passiva “essere utilizzate”; i verbi *jiare* 加热 e *re* 热 sono stati tradotti in forma impersonale con una sfumatura potenziale, “è possibile scaldare”. La costruzione *yi* 以 ... *lai* 来 è stata resa in forma passiva “può essere impiegato per”. Anche *bei liyong* 被利用, in questo caso seguendo l'esempio del prototesto, è stato tradotto in forma passiva.

⁸⁶ Federica Scarpa, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012, p.155.

Interferenza etico-politica:

Come è già stato evidenziato, nel prototesto è presente una sottodominante vocativa, che consiste nel persuadere i lettori dei vantaggi che l'applicazione integrata delle energie rinnovabili negli edifici comporta per la popolazione mondiale e per il nostro pianeta. In alcuni casi possiamo notare una sfumatura politica in questo messaggio, ad esempio nelle frasi:

按照英国建筑工业部的报告：没有政府的支持，2016 年要达到零碳排放的标准显然是不可能的。(p. 53)

Secondo il rapporto della UK Construction Sector Unit, senza il sostegno del governo raggiungere uno standard di emissioni di carbonio pari a zero entro il 2016 è chiaramente impossibile. (p. 20)

如今，发达国家建筑标准的某些方面已经开始基于全球气候变化的影响。特别是如今气候变化向恶劣方向的进度比预期的要快。有人预估：87%现今的建筑会保留到 2050 年。因此，现在就制定考虑前述最坏全球气候变化的影响成为现实时，使建筑标准历经几十年仍有效很有必要。(p. 54)

Oggi per alcuni versi gli standard edilizi nei Paesi industrializzati tengono conto dell'influenza dei cambiamenti climatici globali, soprattutto perché le loro conseguenze negative potrebbero essere più rapide rispetto alle previsioni. È stato predetto che l'87% degli edifici attuali sarà mantenuto fino al 2050, di conseguenza è arrivato il momento di prendere in considerazione l'influenza negativa dei cambiamenti climatici, rendendo effettivi e d'obbligo gli standard edilizi nel giro di qualche anno. (p. 16)

Nella prima frase è presente un chiaro riferimento al ruolo chiave del governo britannico nel raggiungimento degli standard di emissioni di carbonio pari a zero entro il 2016. Nella seconda frase, invece, nonostante non si rivolga mai direttamente al lettore, l'autore prende una posizione con una considerazione oggettivamente condivisibile, fondata sulle previsioni allarmanti del *Met Office* sull'influenza che i cambiamenti climatici globali avranno nei prossimi anni e sui provvedimenti politici necessari per contrastarla: “è arrivato il momento di prendere in considerazione l'influenza negativa dei cambiamenti climatici, rendendo effettivi e d'obbligo gli standard edilizi nel giro di qualche anno”.

GLOSSARIO

5. Termini tecnici settoriali

ITALIANO	ENGLISH	中文	PINYIN
5.1 Edilizia sostenibile			
A carbonio neutro	Carbon-neutral	碳中性	Tàn zhōngxìng
Accumulatore	Accumulator	存储器	Cúncǔqì
Accumulatori di calore	Heat accumulators	热能存储	Rènéng cúncǔ
Accumulatori elettrici locali	Local electric accumulators	电能存储器	Diànnéng cúncǔqì
Accumulatori interstagionali	Seasonal accumulators	跨季节热储存	Kuàjìjié rè chǔcún
Accumulo di energia	Energy storage	能量收益	Néngliàng shōuyì
Accumulo energetico attivo	Active energy storage	有源能源收获	Yǒuyuán néngyuán shōuhuò
Aeratori da tetto	Roof vents	屋顶通风帽	Wūdǐng tōngfēng mào
Aggregati di materiali solari	Solar material aggregates	太阳能聚集材料	Tàiyángnéng jùjí cáiliào
Amplificare il raggio di luce	Amplify the light beam	光通量放大	Guāngtōngliàng fàngdà
Angolo d'incidenza dei raggi solari	Angle of incidence of solar rays	日照入射角度	Rìzhào rùshè jiǎodù
Anti-degradazione idrolitica	Anti-hydrolytic degradation	防水降解	Fáng shuǐjiàngjiě
Anti-radiazioni UV	Anti-UV radiation	防紫外线辐射	Fáng zǐwàixiàn fúshè
Apertura	Opening	孔洞	Kǒngdòng
Approvvigionamento distribuito delle risorse energetiche	Supply of distributed energy resources	分布式能源供应	Fēnbùshì néngyuán gōngyìng
Approvvigionamento energetico	Energy supply	能源供应	Néngyuán gōngyìng
Architettura sostenibile	Sustainable architecture	可持续建筑	Kěchíxù jiànzhù
Area residenziale verde	Green residential area	绿色居民区场景	Lǜsè jūmínqū chǎngjǐng
Auto elettrica	Electric car	电动汽车	Diàndòng qìchē
Auto-manutenzione	Self-maintenance	自维持	Zì wéichí
Automobile ad azoto	Nitrogen car	氢能源汽车	Qīng néngyuán qìchē
Autonomia energetica	Energetic autonomy	能源独立	Néngyuán dúlì
Autostrade a energia eolica	Aero highway	风能高速公路	Fēngnéng gāosù gōnglù
Autosufficiente	Self-sufficient	自给自足	Zìjǐzìzú
Barriera divisoria	Dividing barrier	分隔带	Fēngédài
Batterie fotovoltaiche	Photovoltaic batteries	PV 电池	Pv diàncí
Bilancio di energia	Energy balance	能源平衡	Néngyuán pínghéng

Bilancio tra input e output energetico	Energy balance between inputs and outputs	能量入出平衡	Néngliàng rùchū pínghéng
Bio-cogenerazione	Bio-cogeneration	生物燃料热电联产	Shēngwù ránliào rèdiàn liánchǎn
Bioenergia	Bioenergy	生物能	Shēngwùnéng
Biogas	Biogas	生物燃气	Shēngwù ránqì
Bionica	Bionics	仿生学	Fǎngshēngxué
Brucciatores ausiliario	Auxiliary burner	辅助燃炉	Fǔzhù ránlú
Caldaia a pellet	Pellet boiler	丸锅炉	Wán guōlú
Calore passivo	Passive heat	寄生热量	Jīshēng rèliàng
Calore residuo	Residual heat	余废热	Yúfèirè
Campi di collettori solari	Solar collectors fields	集中太阳能集热器阵列	Jízhōng tàiyángnéng jí rèqì zhènlìè
Capacità di cogenerazione	Cogeneration capacity	热电联产容量	Rèdiàn liánchǎn róngliàng
Casa a bassissimo consumo energetico	Ultra-low energy house	超低能耗的房子	Chāodī néng hào de fángzi
Casa ecologica autosufficiente	Self-sufficient eco house	自给自足生态房室	Zìjǐzìzú shēngtài fángshì
Casa passiva	Passive house	无源房屋	Wúyuán fángwū
Casa solare passiva	Passive solar house	无源太阳能房屋	Wúyuán tàiyángnéng fángwū
Celle a combustibile	Fuel-cells	燃料电池	Ránliào diànchí
Celle fotovoltaiche	Photovoltaic cells	光伏电池	Guāngfú diànchí
Celle fotovoltaiche a film sottile	Thin film solar cells	薄膜光伏电池	Bómó guāngfú diànchí
Celle fotovoltaiche spray	Spray-on photovoltaic cells	太阳能光伏电池	Tàiyángnéng guāngfú diànchí
Celle solari	Solar cells	太阳能电池	Tàiyángnéng diànchí
Celle solari spray	Spray-on solar cells	喷涂式太阳能电池	Pēntúshì tàiyángnéng diànchí
Centrale elettrica	Power plant	发电厂	Fādiàn chǎng
Centrale elettrica verticale	Power vertical	垂直发电站	Chuízhi fādiànzhàn
Centrali termoelettriche	Thermoelectric power plants	热电站	Rèdiàn zhàn
Centri di stoccaggio inter-stagionale dell'energia	Central solar heating plant for seasonal storage (cshps)	建筑物群中央太阳能热厂跨季节存储	Jiànzhùwù qún zhōngyāng tàiyángnéng rèchǎng kuàjìjié cúnchǔ
Chilometraggio percorso dalle automobili	Cars mileage	车里程	Chē lǐchéng
Ciclo di vita dei materiali edilizi	Life cycle of building materials	建筑材料生命周期循环	Jiànzhù cáiliào shēngmìng zhōuqī xúnhuán
Circuito di tubature	Piping circuit	往返管道	Wǎngfǎn guǎndào

Circuito idraulico	Hydraulic circuit	液压回路	Yèyā huílù
Città ecologica	Ecologic city	生态城	Shēngtài chéng
Clima locale	Local climate	当地的气候	Dāngdì de qìhòu
Coefficiente di prestazione	Coefficient of performance	特性系数	Tèxìng xìshù
Cogenerazione (CHP)	Cogeneration (CHP)	热电联产	Rèdiàn liánchǎn
Coibentazione	Coibentation	热绝缘	Rè juéyuán
Collettori solari	Solar collectors	太阳能集热器/聚光器	Tàiyángnéng jí rèqì/jùguāngqì
Collettori solari termici	Solar thermal collectors	太阳能集热器	Tàiyángnéng jí rèqì
Combinazioni ibride di generatori fotovoltaici e termici	Hybrid PV/thermal systems	光伏/热混合式系统	Guāngfú/ rè hùnhéshì xìtǒng
Combustibili fossili	Fossil fuels	化石能源	Huàshí néngyuán
Combustibili organici	Organic fuels	生物燃料	Shēngwù ránliào
Combustione del carbone	Coal combustion	燃烧煤	Ránshāo méi
Combustione di carburante	Fuel combustion	燃料燃烧	Ránliào ránshāo
Combustione di gas naturali	Combustion of natural gas	燃烧天然气	Ránshāo tiānránqì
Combustione di petrolio	Oil combustion	燃烧石油	Ránshāo shíyóu
Comodità per l'utenza	Convenience for users	使用者的舒适	Shǐyòngzhě de shūshì
Componenti architettoniche	Architectural components	建筑构件	Jiànzhù gòujiàn
Componenti edili	Building components	建筑部件	Jiànzhù bùjiàn
Componenti fotovoltaici	Photovoltaic components	光伏元件	Guāngfú yuánjiàn
Comportamento dell'utenza	Users' behavior	居民者的行为	Jūmínzhě de xíngwéi
Concentratori di vento bidimensionali	Bi-dimensional wind concentrator	风成二维集中器	Fèng chéng èrwéijí zhōngqì
Condensatore a gas	Gas-condenser	燃气冷凝	Rán qì lěngníng
Condizionatori	Air conditioners	空调	Kōngtiáo
Configurazione del luogo	Site configuration	地形安排	Dìxíng ānpái
Configurazione sperimentale	Experimental configuration	实验布局	Shíyàn bùjú
Consumo di combustibile	Fuel consumption	燃料消耗	Ránliào xiāohào
Consumo giornaliero	Daily consumption	每天消耗量	Měi tiān xiāohàoliàng
Consumo netto del sito zero	Zero net site energy use	现场零纯能耗使用	Xiànchǎng líng chún nénghào shǐyòng
Consumo netto delle fonti energetiche zero	Zero net source energy use	纯零源能耗使用	Chún líng yuán nénghào shǐyòng
Consumo netto di energia lontano dal sito pari a zero	Net off-site zero energy use	场外纯零能耗使用	Chǎngwài chún líng nénghào shǐyòng

Controlli fondamentali per la progettazione	Key controls to design	设计的基本考量	Shèjì de jīběn kǎoliàng
Controllo automatico	Automatic control	自动控制	Zìdòng kòngzhì
Copertura solare a lastre	Solar shingles	太阳能屋顶板	Tàiyángnéng wūdǐng bǎn
Correnti stabili	Steady current	稳定风流	Wěndìng fēngliú
Costo energetico	Energy cost	能量耗费	Néngliàng hàofèi
Costo netto zero	Zero net cost	零净能源花费	Líng jìng néngyuán huā fèi
Crusca di riso	Rice bran	米糠	Mǐkāng
Dispositivi di monitoraggio	Monitoring devices	监控设备	Jiānkòng shèbèi
Dispositivi elettrici a risparmio energetico	Electrical energy saving devices	节能电器	Jiénéng diànrì
Dispositivi per il risparmio dell'acqua	Water saving devices	节水装置	Jiéshuǐ zhuāngzhì
Dispositivi per l'ombreggiamento delle finestre	Shading devices for windows	窗遮阳器	Chuāng zhēyángqì
Dispositivo di refrigerazione ad assorbimento	Absorption refrigeration device	吸收式冷水机组单元设施	Xīshōushì lěngshuǐ jīzǔ dānyuán shèshī
Dissipazione termica	Heat dissipation	热耗散	Rè hàosàn
Distribuzione dell'energia	Energy distribution	电力分配	Diànlì fēnpèi
Distribuzione di Weibull	Weibull distribution	维伯尔分布	Wéibó'ěr fēnbù
Doccia	Shower	淋浴	Línyù
Doppie porte esterne	Double exterior doors	双层外门	Shuāng céng wàimén
Edifici a consumo netto zero	Net zero energy buildings	零纯能耗	Líng chún nénghào
Edifici a consumo zero	Zero energy buildings	零能耗建筑	Líng nénghàojiànzhù
Edifici a energia positiva	Energy-plus building	正能量建筑物	Zhèng néngyuán jiànzhùwù
Edificio a consumo energetico zero	Zero energy	零能耗建筑	Língnénghàojiànzhù
Edificio a emissioni di carbonio zero	Zero carbon	零排放建筑	Líng páifàng jiànzhù
Edificio a energia quasi zero	Near-zero energy building	近零能耗建筑	Jìn líng nénghào jiànzhù
Edificio indipendente	Autonomous	独立式建筑	Dúlìshì jiànzhù
Edificio verde	Green building	绿色建筑	Lǜsè jiànzhù
Edilizia a prova di clima	Climate-proof housing	气候验证建筑	Qìhòu yànzhèng jiànzhù
Edilizia sperimentale	Experimental building	实验建筑	Shíyàn jiànzhù
Edilizia tradizionale	Traditional building	传统建筑	Chuántǒng jiànzhù
Effetto di schermatura	Shading effect	遮挡效果	Zhēdǎng xiàoguǒ
Efficienza della conversione	Efficiency of the conversion	转换效率	Zhuǎnhuàn xiàolǜ

Efficienza energetica	Energy efficiency	能量效率	Néngliàng xiàolǜ
Elettrodomestici	Home appliances	白色家电/ 家电	Báisè jiādiàn/jiādiàn
Emissioni energetiche nette zero	Net zero energy emissions	净零能源排放	Jìng líng néngyuán páifàng
Energia da fonti biologiche	Energy from organic sources	生物能	Shēngwù néng
Energia eolica	Aeolian energy	风力/风电	Fēnglì/fēngdiàn
Energia eolica su piccola scala	Small scale aeolian energy	小型风力	Xiǎoxíng fēnglì
Energia geotermica	Geothermal energy	地热能源	Dìrè néngyuán
Energia idroelettrica	Hydroelectric energy	水电	Shuǐdiàn
	Tidal energy/tidal power	潮汐能源	Cháoxīn éngyuán
Energia mareomotrice			
Energia micro-idroelettrica	Micro hydro energy	微水力/微水电	Wēishuǐli/wēishuǐdiàn
Energia prodotta da biomasse	Energy produced from biomass	生物质能	Shēngwù zhìnéng
Energia solare	Solar energy	太阳能	Tàiyángnéng
Energia solare passiva	Passive solar energy	无源太阳能	Wúyuán tàiyángnéng
Energia solare termoelettrica	Solar thermal energy	太阳热电	Tàiyáng rèdiàn
Energia termica	Thermal energy	热能	Rènéng
Energia termica integrata negli edifici	Building-integrated thermal energy	建筑物集成热能	Jiànzhùwù jíchéng rènéng
			Kězàishēng néngyuán/zàishēng néngyuán
Energie rinnovabili	Renewable energies	可再生能源/再生能源	néngyuán
Ermeticità	Hermetic seal	密封	Mìfēng
Esposizione alla luce solare	Exposure to sunlight	朝向太阳能	Cháoxiàng tàiyángnéng
Estetica	Aesthetic	美学	Měixué
Fabbisogno d'acqua calda	Dhw demand	热水需求	Rèshuǐ xūqiú
Fabbisogno energetico complessivo	Overall energy requirements	全部供电需求量	Quánbù gōngdiàn xūqiúliàng
Facciata solare dinamica	Dynamic solar façade	动态太阳能前立面	Dòngtài tàiyángnéng qián limiàn
Fitodepurazione a canneto	Reed bed filtration	沟床系统	Gōuchuáng xìtǒng
Flusso d'acqua ridotto	Reduced water flow	低流量	Dī liúliàng
Fondamenti dell'edilizia ecologica	Ecological building basics	建筑生态的基本概念	Jiànzhù shēngtài de jīběn gàiniàn
Fonte di energia elettrica	Power source	电力功率源	Diànlì gōnglǜyuán
Fornitura e scarico dell'acqua	Water supply and discharge	给水排水	Jǐshuǐ páishuǐ
	Average strength of the winds	平均风强	Píngjūn fēngqiáng
Forza media dei venti			
Frigorifero	Refrigerator	冰箱	Bīngxiāng

Funzionamento energetico	Energy performance	能源性能	Néngyuán xìngnéng
Funzionamento operativo	Operational functioning	运行特性	Yùnxíng tèxìng
Gas naturali	Natural gas	天然气	Tiānránqì
Generatore di calore	Heat generator	热发生器	Rè fāshēngqì
Generatore di energia micro-termoelettrica	Micro-thermoelectric power generator	微电热发生器	Wēi diànrè fāshēngqì
Generatori di energia fotovoltaica	Photovoltaic generator	太阳能光伏发电	Tàiyángnéng guāngfú fādiàn
Generatori eolici	Aeolian generators	风力发电	Fēnglì fādiàn
Generatori fotovoltaici integrati negli edifici	Building-integrated photovoltaic generators	光伏发电在建筑物中的集成	Guāngfú fādiàn zài jiànzhùwù zhōng de jíchéng
Generatori geotermici	Geothermal generators	地热发电	Dìrè fādiàn
Guadagno energetico	Energy gain	能量效益	Néngliàng xiàoyì
Guadagno energetico solare	Solar energy gain	太阳能增益	Tàiyángnéng zēngyì
Guadagno in termini di accumulo distribuito di risorse rinnovabili	Gain in terms of accumulation of distributed renewable resources	分布式收获可再生能源	Fēnbùshì shōuhuò kězàishēng néngyuán
Guadagno solare passivo	Passive solar gain	无源热增益	Wúyuán rè zēngyì
Guadagno termico interno	Internal heat gain	内部热增益	Nèibù rè zēngyì
Guadagno termico solare passivo	Passive solar heat gain	无源太阳能热增益	Wúyuán tàiyángnéng rè zēngyì
Idrogeno	Hydrogen	氢	Qīng
Illuminazione	Lighting	照明	Zhào[míng míng]
Illuminazione a basso voltaggio	Low-wattage lighting	低功率照明器	Dī gōnglǜ zhàomíngqì
Illuminazione naturale	Natural lighting	自然采光/日光照明	Zìrán rán cǎiguāng/ rìguāng zhàomíng
Impianti di cogenerazione	Cogeneration plants	热电联产厂	Rèdiàn liánchǎn chǎng
Impianti di refrigeramento	Cooling plants	制冷器	Zhìlěngqì
Impianti di ventilazione	Ventilation plant	通风	Tōngfēng
In direzione contraria rispetto al vento	In the opposite direction of the wind	逆风	Nìfēng
Indipendente dalla rete elettrica	Off-the-grid	脱离能量网	Tuōlí néngliàng wǎng
Informazioni visive	Visual info	视觉信息	Shìjué xìnxi Zàoshēng/zàoshēng
Inquinamento acustico	Acoustic pollution	噪声/噪声污染	wūrǎn
Installare	Install	安装/装置	Ānzhuāng/ zhuāngzhì
Integrazione	Integration	一体化	Yītíhuà
Intonaco termoisolante	Insulating render	隔热抹灰	Gérè mǒhuī

Isolamento esterno	Exterior insulation	外保温	Wàibǎowēn
Isolamento protettivo	Protective insulation	保护隔离	Bǎohù gélí
Isolamento termico	Thermal insulation	热隔离	Rè gélí
Lastre di vetro	Glass panes	玻璃窗格	Bōlí chuānggé
Lavastoviglie	Dishwasher	洗碗机	Xǐwǎnjī
Lavatrice	Washing machine	洗衣机	Xǐyījī
Livello dell'acqua	Water level	水位	Shuǐwèi
Luce diffusa	Diffused light	散射光	Sǎn shèguāng
Lucernari	Skylights	天窗	Tiānchuāng
Luci led	Led lights	LED 照明	Led zhàomíng
Macchine a induzione	Induction machines	感应器	Gǎnyìngqì
Materiali di costruzione	Building materials	建材/建筑材料	Jiàncái/jiànzhù cáiliào
Materiali di costruzione riciclabili	Recyclable building materials	回收建材	Huíshōu jiàncái
Materiali di costruzione sani	Healthy building materials	健康的建材	Jiànkāng de jiàncái
Materiali di scarto	Waste materials	废料	Fèiliào
Membrana polimerica flessibile	Flexible polymer membrane	柔性聚合物屋顶膜片	Róuxìng jùhéwù wūdǐng mópiàn
Membrane semitrasparenti dei BIPV	Semi-transparent BIPV membranes	半透明 BIPV 膜板	Bàntòumíng bipv móbǎn
Metodi di raffreddamento alternativi	Alternative cooling methods	备用冷却方法	Bèiyòng lěngquè fāngfǎ
Micro-celle a combustibile	Micro-fuel cells	微燃料电池	Wēi ránliào diàncí
Micro-cogenerazione	Micro-cogeneration	微热电联产	Wēi rèdiàn liánchǎn
Micro-generazione	Micro-generation	微型产能	Wēixíng chǎnnéng
Micro-scambiatori di calore	Micro-heat exchangers	微热交换	Wēirè jiāohuàn
Mini-turbine eoliche	Mini wind turbines	小功率风力透平机	Xiǎo gōnglǜ fēnglì tōupíngjī
Miscela di combustibili fossili	Blending of fossil fuels	燃料混合	Ránliào hùnhé
Moduli solari fotovoltaici	Solar photovoltaic modules	太阳光伏模板	Tàiyáng guāngfú múbǎn
Modulo ibrido	Hybrid module	混合式模板	Hùnhéshì múbǎn
Motore Stirling	Stirling engine	斯特林引擎	Sītèlín yǐnqíng
Motore termico	Thermal engine	热引擎	Rè yǐnqíng
Nella stessa direzione del vento	In the same direction of the wind	顺风	Shùnfēng
Norme comportamentali	Behavioral norms	规范居民者的行为	Guīfàn jūmínzhě de xíngwéi
Ombra	Shadow	遮阳	Zhēyáng
Organico	Organic	有机的	Yǒujī de
Orientamento prevalente del vento	Prevailing wind direction	盛行风方向	Shèngxíng fēng fāngxiàng

Oscillazioni termiche stagionali	Seasonal temperature fluctuations	季节性温度波动	Jìjìxíng wēndù bōdòng
Ottimizzazione delle funzioni	Optimization of functions	最佳运行	Zuìjiā yùnxíng
Ottimizzazione delle tubature	Piping optimization	优化管道	Yōuhuà guǎndào
Pale	Blades	轮叶	Lúnyè
Passaggio delle machine	Traffic flow	飞驰车辆	Fēichí chēliàng
Pellet	Pellet	丸	Wán
Perdita netta di calore	Net heat loss	纯热损失	Chún rè sǔnshī
Piani di generazione distribuita	Distributed generation plans	分布式发电计划	Fēnbùshì shì fādian jìhuà
Piano energetico comunitario	Community energy plan	社区能量方案	Shèqū néngliàng fāng'àn
Pompa di calore	Heat pumps	热泵	Rèbèng
Pompa di calore geotermica	Geothermal heat pump	地源热泵	Dìyuán rèbèng
Possesso e stoccaggio di carbonio	Possession and storage of carbon	碳捕获和碳储存	Tànyōnghuò hé tàn chǔcún
Progettazione ecologica dell'ambiente edilizio	Eco-design of building environment	建筑环境的生态设计	Jiànzhù huánjìng de shēngtài shèjì
Progettazione energetica	Energy design	能量设计	Néngliàng shèjì
Progetti energetici	Energy projects	能量方案	Néngliàng fāng'àn
Progetti modello	Model projects	样板项目	Yàngbǎn xiàngmù
Progetto sperimentale	Experimental project	试验项目	Shìyàn xiàngmù
Proposte di design strutturale	Structural design proposals	建议的建筑物结构设计	Jiànyì de jiànzhùwù jié jìgòu shèjì
Proprietà dinamiche del vento	Dynamic properties of the wind	动力学特性	Dònglìxué tèxìng
Raffreddamento notturno	Night cooling	夜间制冷	Yèjiān zhìlěng
Realizzazione sperimentale	Experimental realization	试验结果	Shìyàn jiéguǒ
Rendimento elettrico	Electrical efficiency	电效率	Diàn xiàolǜ
Rendimento termico	Thermal efficiency	热效率	Rè xiàolǜ
Residenza a basso consumo energetico	Low-energy residence	地能耗地产	Dì nénghào dìchǎn
Rete di distribuzione dell'acqua calda	Hot water distribution network	热水网路	Rèshuǐ wǎnglù
Rete di riscaldamento a bassa temperatura	Low temperature heating network	低温热网	Dīwēn rèwǎng
Ricaricare	Charge	充电	Chōngdiàn
Ricerca a 360°	360-degree research	整体探索	Zhěngtǐ tànsuǒ
Ricerche scientifiche	Scientific research	学术研究	Xuéshù yánjiū
Riciclabile	Recyclable	循环的	Xúnhuán de
Riciclaggio delle acque	Wastewater recycling	废水循环	Fèishuǐ xúnhuán

reflue			
Rinnovamento e implementazione	Renewal and implementation	更新改造工作	Gēngxīn gǎizào gōngzuò
Riscaldamento	Heating	供热	Gōng rè
Riscaldamento dell'acqua	Water heating	热水制备	Rèshuǐ zhìbèi
Riscaldamento radiante a pavimento	Radiant floor heating	地板辐射采暖	Dìbǎn fúshè cǎinuǎn
Riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC)	Heating, ventilation and air conditioning (HVAC)	供热通风和空调/暖通空调系统	Gōngrè tōngfēng hé kōngtiáo/nuǎntōng kōng tiáo xìtǒng
Riscaldatori a immersione	Immersion heaters	浸入式加热器	Jìnrùshì jiārèqì
Risorse disponibili in natura	Resources available in nature	自然造就的资源	Zìrán zàojiù de zīyuán
Risorse energetiche ad alta efficienza	High-efficiency energy resources	高效利用能源	Gāoxiào liyòng néngyuán
Risorse eoliche	Wind resources	风资源	Fēng zīyuán
Risorse geotermiche	Geothermal resources	地热资源	Dìrè zīyuán
Risorse mareomotrici	Tidal resources	潮汐资源	Cháoxī zīyuán
Risparmio energetico a basse emissioni di carbonio	Energy-saving low-carbon	节能低碳	Jiénéng dītàn
Rosa dei venti	Wind rose	风玫瑰图	Fēngméi guītú
Rotazione	Rotation	旋转	Xuánzhuǎn
Rubinetti a risparmio d'acqua	Water-saving taps	节水水龙头	Jiéshuǐ shuǐlóngtóu
Scambiatore	Exchanger	热交换器	Rèjiāo huànqì
Scambiatore di calore a terra	Ground heat exchanger	地热交换器	Dìrè jiāohuànqì
Scambiatori di calore terra-aria	Ground-to-air heat exchangers	地/空气热交换器	Dì/kōngqì rèjiāo huànqì
Scambio termico	Heat exchange	热交换	Rèjiāohuàn
Scarti agricoli	Agricultural waste	农业废弃料	Nóngyè fèiqìliào
Sciacquone del wc	Toilet flush	厕所冲水	Cèsuǒ chōngshuǐ
Serbatoio DHW	DHW tank	DHW 贮罐	DHW zhùguàn
Sigillare	Seal	封闭	Fēngbì
Sistema di circolazione del calore	Heat circulation system	加热循环系统	Jiārè xúnhuán xìtǒng
Sistema di condizionamento evaporativo	Evaporative air conditioning system	蒸发制冷系统	Zhēngfāzhilěng xìtǒng
Sistema di ventilazione con recupero di calore	Ventilation system with heat recovery	带热回收的通风系统	Dài rè huíshōu de tōngfēng xìtǒng
Sistema ottico	Optical system	光学系统	Guāngxué xìtǒng
Sistemi di bilanciamento energetico	Energy balancing systems	平衡能量系统	Pínghéng néngliàng xìtǒng

Sistemi di cogenerazione	Cogeneration systems	余热发电系统	Yú rè fā diàn xì tǒng
Sistemi energetici comunitari	Community energy systems	社区能量系统	Shè qū néng liàng xì tǒng
Sistemi solari termici attivi	Active solar thermal systems	有源太阳能热系统	Yǒu yuán tài yáng néng rè xì tǒng
Spazio condizionato	Conditioned space	空调空间	Kōng tiáo kōng jiān
Spegnimento	Turning off	关掉	Guān diào
Spruzzare	Spray	喷涂	Pēn tú
Standard di consumo energetico	Energy consumption standards	能耗标准	Néng hào biāo zhǔn
Standard di emissioni di carbonio	Standard carbon emissions	零碳排放的标准	Líng tàn pái fàng de biāo zhǔn
Standard per le perdite d'aria	Standards for air leaks	空气泄漏标准	Kōng qì xiè lòu biāo zhǔn
Stazione di ricerca ambientale	Environmental research station	环境研究站	Huán jìng yán jiū zhàn
Stile di vita sostenibile	Sustainable lifestyle	可持续的生活方式	Kě chí xù de shēng huó fāng shì
Stoccaggio di energia termica	Thermal energy storage	热电存储	Rè diàn cún chǔ
Strato isolante rigido	Rigid insulation layer	刚性隔热层	Gāng xìng gé rè céng
Strato isolante termico	Thermal insulating layer	隔热层	Gé rè céng
Struttura a celle	Cell structure	单元的结构	Dān yuán de jiégòu
Stufa a legna	Wood stove	燃木炉	Rán mù lú
Suddivisione del terreno in lotti	Division of land into lots	土地包裹	Tǔ dì bāo guǒ
Super isolamento termico	Super thermal insulation	超级热隔绝	Chāo jí rè gé jué
Surplus energetico	Surplus energy	过剩能量	Guò shèng néng liàng
Sviluppo sostenibile	Sustainable development	可持续发展	Kě chí xù fā zhǎn
Tasso di efficienza medio	Average efficiency rate	平均效率	Píng jūn xiào lǜ
Tecnologie del fabbisogno energetico	Technologies for energy requirements	能量需求方技术	Néng liàng xū qiú fāng jì shù
Tecnologie delle pompe di calore	Heat pumps technologies	热泵技术	Rè bèng jì shù
Tecnologie di cogenerazione per i servizi di costruzione	Cogeneration technologies for construction services	建筑服务的热电联产技术	Jiàn zhù fú wù de rè diàn lián chǎn jì shù
Tecnologie di progettazione sostenibili	Technologies for sustainable design	可持续设计技术	Kě chí xù shè jì jì shù
Tecnologie di raffreddamento	Cooling technologies	制冷技术	Zhì lěng jì shù
Tecnologie per l'approvvigionamento energetico	Technologies for energy supply	能量供应方技术	Néng liàng gōng yìng fāng jì shù

Tecnologie solari termiche	Solar thermal technologies	太阳能热技术	Tàiyángnéng rè jìshù
Tecnologie strutturali	Structural technologies	建筑结构技术	Jiànzhù jiégòu jìshù
Temperatura interna stabile	Steady indoor temperature	稳定的室内温度	Wěndìng de shìnèi wēndù
Tenuta dell'aria	Air hermeticity	空气密封	Kōngqì mìfēng
Terminali ad alta efficienza	High efficiency terminals	高终端效益	Gāo zhōngduān xiàoyì
Tettoie fotovoltaiche	Photovoltaic canopies	太阳能光伏遮阳棚	Tàiyángnéng guāngfú zhēyáng péng
Torre eolica	Aeolian tower	集风塔	Jífēngtǎ
Tradizioni progettuali	Design tradition	设计传统	Shèjì chuántǒng
Trattamento delle acque reflue	Wastewater treatment	处理污水	Chǔlǐ wūshuǐ
Tubi	Tubes	管道	Guǎndào
Tubi solari	Solar tubes	光导管	Guāng dǎoguǎn
Turbina idraulica	Hydraulic turbine	水轮机	Shuǐlúnjī
Turbine assiali	Axial turbines	轴流式风力透平	Zhóuliúshì fēnglì tòupíng
Turbine eoliche	Wind turbines	风力透平机/风力透平	Fēnglì tòupíngjī/fēnglì tòupíng
Turbine eoliche a flusso incrociato	Cross-flow wind turbines	双击式风力透平	Shuāngjīshì fēnglì tòupíng
Turbine eoliche ad asse verticale	Vertical axis wind turbines	垂直轴风力透平	Chuízhí zhóu fēnglì tòupíng
Turbine eoliche orizzontali	Horizontal wind turbines	水平风力透平机	Shuǐpíng fēnglì tòupíngjī
Turbine eoliche verticali	Vertical wind turbines	垂直风力透平机	Chuízhí fēnglì tòupíngjī
Unità di elettrolisi	Electrolysis unit	电解装置	Diànjǐe zhuāngzhì
Unità di trasmissione	Transmission unit	转递机构	Zhuǎndì jīgòu
Utilizzabilità delle risorse	Usability of resources	资源利用率	Zīyuán lìyònglǜ
Variazioni termiche del giorno e della notte	Temperature variation during day and night	天昼夜温差的变化	Tiān zhòu yè wēnchā de biànhuà
Ventilazione naturale	Natural ventilation	自然通风	Zìrán tōngfēng
Ventilazione naturale passiva	Passive natural ventilation	无源自然通风	Wúyuán zìrán tōngfēng
Vernice fotovoltaica	Photovoltaic paint/solar paint	太阳能光伏喷涂	Tàiyángnéng guāngfú pēntú
Vetro fotovoltaico	Photovoltaic glass	BIPV 膜板玻璃	Bipv móbǎn bōlǐ
Vetro isolante	Insulating glass	隔热玻璃	Gérè bōlǐ
Vetro isolante triplo	Triple insulating glass	三重隔热玻璃	Sānchóng gére bōlǐ
Vite di archimede	Archimedes screw	阿基米德螺线	Ājīmǐdé luóxiàn
Z2 – consumo netto zero, zero emissioni di carbonio	Z2 - net zero energy, zero carbon emissions	Z2 – 纯零能纯零碳排放	Z2 – chún líng néng chún líng tàn páifàng
Zero emissioni inquinanti	Zero pollutant emissions	无污染排放	Wú wūrǎn páifàng

5.2 Chimica

Arseniuro di gallio	Gallium arsenide	砷化镓	Shēnhuàjiā
Composti organici volatili (VOCs)	Volatile organic compounds (VOCs)	挥发性有机化合物	Huīfāxìng yǒujī huàhéwù
Composto chimico diffusibile	Chemical diffusible compound	扩散化合物	Kuòsàn huàhéwù
Diffusione superficiale	Superficial diffusion	表面扩散	Biǎomiàn kuòsàn
Gas Argon	Argon gas	氩气	Yàqì
Laboratorio	Laboratory	实验室	Shíyànshì
Metano	Methane	甲烷	Jiǎwán
Miscela di acqua e alcool	Mixture of water and alcohol	水-醇混合物	Shuǐ-chún hùnhéwù
Ossido di titanio	Titanium oxide	氧化钛	Yǎnghuà tài
Polietilene	Polyethylene	聚乙烯	Jùyǐxī
Seleniuro di cadmio	Cadmium selenide	硒化镉	Xīhuà gé
Solfuro di cadmio	Cadmium sulfide	硫化镉	Liúhuà gé
Sospensione	Suspension	悬浮	Xuánfú

5.3 Fisica

Calore terrestre	Terrestrial heat	地热	Dìrè
Capacità	Capacity	容量	Róngliàng
Capacità energetica	Energy capacity	能量容量	Néngliàng róngliàng
Carichi reattivi	Reactive loads	无功负荷	Wúgōng fùhé
Carico termico di punta	Peak heat load	尖峰负荷	Jiānfēng fùhé
Carico termico di riscaldamento e raffreddamento	Heating and cooling load	供热和制冷负荷	Gōngrè hézhilěng fùhé
Combustione	Combustion	燃烧	Ránshāo
Condensa	Condensation	露点凝结	Lùdiǎn níngjié
Cristallo	Crystal	晶体	Jīngtǐ
Densità energetica	Energy density	能量密度	Néngliàng mìdù
Dispersione	Dispersion	散射	Sǎnshè
Dissipare	Dissipate	损失掉	Sǔnshī diào
Frequenza intrinseca	Intrinsic frequency	固有频率	Gùyǒu pínlǜ
Massa termica	Thermal mass	热质量	Rè zhìliàng
Massa termica esposta	Exposed thermal mass	暴露的热质量块	Bàolù de rè zhìliàng kuài
Nanoparticelle	Nanoparticles	纳米粒子	Nàmǐlǐzǐ
Nano-punti	Nano-dots	纳米点	Nàmǐdiǎn
Oleoso	Oily	油性	Yóuxìng
Potenza installata nominale	Rated installed power	额定安装功率	Édìng ānzhuāng gōnglǜ
Potenza nominale	Rated power	额定功率	Édìng gōnglǜ
Potenza termica	Thermal power	热功率	Rè gōnglǜ

Prestazioni termiche dinamiche	Dynamic thermal performance	热性能活跃	Rè xìngnéng huóyuè
Punti quantici	Quantum dots	量子点	Liàngzǐ diǎn
Punto caldo	Hot spot	热边	Rè biān
Punto freddo	Cold spot	冷边	Lěng biān
Resistenza termica R	Thermal resistance r	R 值	R zhí
Spettro di assorbimento	Absorption spectrum	吸收光谱	Xīshōu guāngpǔ
Subsidenza termica	Thermal subsidence	热沉降	Rè chénjiàng
Trasmittanza termica U	Thermal transmittance u	U 值	U zhí
Valori di conducibilità termica	Thermal conductivity values	热传导值	Rèchuándǎo zhí

5.4 Statistica

Costo netto della vita mensile	Net monthly cost of living	月净生活费用	Yuè jìng shēnghuó fèiyong
Punti di percentuale	Percentage points	百分点	Bǎifēndiǎn
Rapporto	Report	报告	Bàogào
Statistiche	Statistics	统计	Tǒngjì
Stime	Estimates	估算	Gūsuàn
Tasso di avanzamento	Rate of progression	进度	Jìndù
Tendenze di sviluppo	Development trends	发展趋势	Fāzhǎn qūshì

5.5 Ambiente

Acqua piovana	Rainwater	雨水	Yǔshuǐ
Allevamento	Breeding	饲养	Sìyǎng
Basse latitudini	Low latitudes	低纬度	Dī wěidù
Cambiamenti climatici	Climate changes	气候变化	Qìhòu biànhuà
Campi coltivati	Cultivated fields	种积平原	Zhǒngjī píngyuán
Capacità di assorbimento	Absorption capacity	吸收能量	Xīshōu néngliàng
Carenza di risorse energetiche	Shortage of energy resources	能源的短缺	Néngyuán de duǎnquē
Catastrofi	Disasters	极端风暴	Jíduān fēngbào
Coltivazione	Cultivation	种植	Zhòngzhí
Condizioni climatiche	Climatic conditions	气候条件	Qìhòu tiáojiàn
Correnti d'aria	Air currents	气流	Qìliú
Disastri alluvionali	Flood disasters	泛滥成灾/遭洪	Fànlàchéngzāi/zāohóng
Ecosistema	Ecosystem	生态环境	Shēngtài huánjìng
Emissioni	Emissions	排放	Páifàng
Emissioni di carbonio	Carbon emissions	碳排放	Tàn páifàng
Equilibrio dell'ecosistema	Ecosystem balance	生态平衡	Shēngtài pínghéng
Erosione costiera	Coastal erosion	海岸吞噬	Hǎi'àn tūnshì

Esaurimento	Exhaustion	耗尽	Hàojìn
Flora	Flora	植物	Zhíwù
Gas serra	Greenhouse gases	温室气体	Wēnshì qìtǐ
Ghiacci artici	Arctic ice	北极冻土层	Běijí dòngtǔ céng
Idrossidazione	Hydroxidation	氢氧化物	Qīngyǎnghuàwù
Iniziativa di rimboschimento	Reforestation initiatives	植树造林	Zhíshùzàolín
Inondazioni	Floods	洪水/水淹	Hóngshuǐ/shuǐyān
Inquinamento ambientale	Environmental pollution	环境污染	Huánjìng wūrǎn
Mari e oceani	Seas and oceans	海洋	Hǎiyáng
Minaccia	Threat	威胁	Wēixié
Misure per salvare il pianeta	Measures to save the planet	拯救地球措施	Zhěngjiù dìqiú cuòshī
Ondata	Wave	波	Bō
Ondate di caldo	Heat waves	热浪	Rèlàng
Paesaggio naturale	Natural landscape	自然条件	Zìrán tiáojiàn
Precipitazioni	Rainfall	降水	Jiàngshuǐ
Progressivo esaurimento	Progressive depletion	渐竭	Jiànjié
Rifiuti solidi	Solid waste	废物	Fèiwù
Rigoglioso	Flourishing	得天独厚	Détīān dúhòu
Riscaldamento globale	Global warming	暖和地球/全球变暖	Nuǎnhuo dìqiú/ quánqiú biàn nuǎn
Rischio di estinzione	Risk of extinction	灭绝的危险	Mièjué de wēixiǎn
Rumore	Noise	噪声	Zàoshēng
Salvaguardia ambientale	Environmental protection	保护环境/环保	Bǎohù huánjìng/huánbǎo
Scenario	Scenario	场景	Chǎngjǐng
Scioglimento dei ghiacci	Ice melting	冰层融化	Bīng céng róng huà
Sfollati	Displaced	没家园	Méi jiāyuán
Siccità	Drought	干旱	Gānhàn
Sommergere	Submerge	洪水	Hóngshuǐ
Specie animali	Animal species	物种	Wùzhǒng
Strato di ghiaccio	Ice layer	冰土层	Bīngtǔ céng
Suolo	Ground	土壤	Tǔrǎng
Temperatura media globale	Global average temperature	全球平均温度	Quánqiú píngjūn wēndù
Tempeste	Storms	风暴	Fēngbào
Tifoni	Typhoons	飓风	Jùfēng
Trombe d'aria	Tornadoes	龙卷风	Lóngjuǎnfēng
Uso agricolo	Agricultural use	农用	Nóng yòng
Vibrazioni	Vibrations	振荡	Zhèndàng
Vortici	Vortices	旋涡	Xuánwō
Zone climatiche	Climatic zones	气候区	Qìhòu qū
Zone sotto il livello del	Areas below sea level	低洼地区	Dīwā dìqū

mare

Zone umide costiere Coastal wetlands 沿岸湿地 Yán'àn shīdì

5.6 Architettura e ingegneria

3D	3D	三维	Sān wéi
Aerogel	Aerogel	气凝胶	Qìníngjiāo
Alettone	Aileron	翼板	Yìbǎn
Alimentazione elettrica	Electrical feed	馈电线	Kuìdiànxiàn
Altezza	Height	高度	Gāodù
Ancorato alla parete	Anchored to the wall	锚于墙	Máo yú qiáng
Angoli	Corners	角落	Jiǎoluò
Ausiliario	Auxiliary	辅助的	Fǔzhù de
Bagni	Bathrooms	浴室	Yùshì
Balcone	Balcony	阳台	Yángtái
Blocchi	Blocks	块	Kuài
Blocchi ad alta densità	High density blocks	高密度阻挡	Gāo mìdù zǔdǎng
Blocchi di calcestruzzo	Concrete blocks	混凝土砌块	Hùnníngtǔ qìkuài
Blocchi in fibra isolante	Fiber insulation blocks	纤维隔热块	Xiānwéi gèrè kuài
Bordi	Edges	边缘	Biānyuán
Calcestruzzo denso	Dense concrete	密实混凝土	Mìshí hùnníngtǔ
Camera di combustione	Combustion chamber	燃烧室	Ránshāoshì
Camere	Rooms	房间	Fángjiān
Camicia di acqua	Water jacket	水套	Shuǐtào
Canale RS	RS channel	RS 通道	Rs tōngdào
Candela	Candle	蜡烛	Làzhú
Cavità	Void	空腔	Kōng qiāng
Cedimenti del terreno	Ground-shrinkage	地收缩	Dì shōusuō
Centro giovanile	Youth center	青年中心	Qīngnián zhōngxīn
Circuito DUT interno	DUT internal circuit	室内配电盘	Shìnèi pèidiànpán
Coefficiente di forma	Shape coefficient	形体系数	Xíngtǐ xìshù
Collegamento telefonico	Telephone line	电话线	Diànhuàxiàn
Colmo del tetto	Ridge of the roof	屋脊	Wūjí
Colonna in acciaio	Steel column	钢柱	Gāngzhù
Competenze tecniche	Technical skills	技能	Jìnéng
Complessi di edifici	Building complexes	街区	Jiēqū
Complesso residenziale	Housing complex	居民区	Jūmínqū
Componenti ad alta tecnologia	High technology components	高新技术	Gāoxīn jìshù
Concept house	Concept house	概念屋	Gàiniàn wū
Condutture per il trasporto termico	Thermal transport pipelines	热传导管路	Rèchuán dǎoguǎnlù
Copertura	Coverage	涂敷	Túfū
Cornicioni	Eaves	屋檐/悬檐	Wūyán/xuányán

Corpi isolanti trasparenti	Transparent insulating bodies	透明隔热体	Tòumíng gèrè tǐ
Costruire	Build	建造	Jiànzào
Crepe	Cracks	縫隙/裂縫	Fèngxì/lièfèng
Criteri di valutazione	Evaluation criteria	评价标准	Píngjià biāozhǔn
Cucina	Kitchen	厨房	Chúfáng
Dimensioni	Dimensions	尺寸	Chǐcùn
Direzione perpendicolare	Perpendicular direction	垂直方向	Chuízhi fāngxiàng
Distanza	Distance	距离	Jùlí
Distretti	Districts	城区	Chéngqū
Drenaggio	Tanking	防水	Fángshuǐ
Edifici commerciali	Commercial buildings	商用建筑	Shāngyòng jiànzhù
Edilizia commerciale	Commercial building	商业建筑	Shāngyè jiànzhù
Edilizia pubblica	Public housing	公共建筑	Gōnggòng jiànzhù
Edilizia residenziale	Housing	住宅建筑	Zhùzhái jiànzhù
Esperienza pratica	Practical experience	实际经验	Shíjì jīngyàn
Facciata	Facade	立面	Lìmiàn
Fessure	Cracks	孔隙	Kǒngxì
Fibra di cellulosa	Cellulose fiber	纤维素纤维	Xiānwéisù xiānwéi
Fibra spruzzata	Sprayed fiber	喷吹纤维	Pēnchuī xiānwéi
Finestra	Window	窗/窗帘	Chuāng/chuānglián
Finestre alla francese	French windows	法国式落地窗/落地窗	Fǎguóshì luòdìchuāng/luòdìchuāng
Finestre in vetro	Glass windows	玻璃窗	Bōlí chuāng
Fisica delle costruzioni architettoniche	Building physics	建筑物理	Jiànzhù wùlǐ
Flessibilità	Flexibility	可行性/灵活性	Kěxíngxìng/línghuóxìng
Forma	Shape	形状	Xíngzhuàng
Forma ad arco	Arched shape	拱形分层	Gǒngxíng fēncéng
Forma circolare	Circular shape	圆形	Yuán xíng
Forma ovale	Oval shape	椭圆形	Tuōyuán xíng
Forma piramidale	Pyramidal shape	棱锥形	Léngzhuīxíng
Forma rettangolare	Rectangular shape	直角形	Zhíjiǎo xíng
Fossa settica	Septic tank	化粪池	Huàfēnchí
Garage	Garage	车库	Chēkù
Grafo planare	Planar graph	平面安排	Píngmiàn ānpái
Gruppi di edifici	Groups of buildings	房屋租	Fángwū zū
Gruppo di progettazione	Design group	设计队伍	Shèjì duìwǔ
Illuminazione elettrica	Electric lighting	电力照明	Diànlì zhàomíng
In loco	On-site	局地现场	Júdí xiànchǎng
Infissi in legno	Wooden window frames	木窗框	Mù chuāngkuàng

Ingegneria dei sistemi	Systems engineering	系统工程	Xìtǒng gōngchéng
Interrato	Buried	埋于地下	Mái yú dì xià
Intervalli standard	Standard intervals	宽标准跨度	Kuān biāozhǔn kuàdù
Intonaco	Plaster	抹灰	Mǒ huī
Intonaco in materiali a cambiamento di fase	Phase change material plaster	相变材料涂层	Xiāngbiàn cáiliào túcéng
Intradossi a vista	Fairface exposed soffit	暴露拱腹	Bàolù gǒngfù
Intradossi lisci	Smooth soffits	光滑拱腹	Guānghuá gǒngfù
Involucro edilizio	Building envelope	建筑围护结构	Jiànzhù wéihù jiégòu
Isolamento termico	Thermal insulation	隔热	Gé rè
Lamiera di acciaio sotto sforzo	Steel stress plate	钢应力板	Gāng yìnglì bǎn
Lana di roccia	Rock wool	岩棉	Yánmián
Lastra in calcestruzzo	Concrete slab	混凝土盖板	Hùnníngtǔ gǎibǎn
Lastre di ardesia	Slate	石板瓦框架	Shíbǎnwǎ kuàngjià
Lavori di costruzione	Construction works	施工	Shīgōng
Listelli di legno	Strips of wood	木板条	Mùbǎn tiáo
Livello del suolo	Ground level	地坪	Dìpíng
Manutenzione degli edifici	Maintenance of buildings	建筑的维护保养	Jiànzhù de wéihù bǎoyǎng
Margini superiori	Top edges	顶层边缘	Dǐngcéng biānyuán
Massa termica del calcestruzzo	Concrete thermal mass	混凝土热质量	Hùnníngtǔ rè zhìliàng
Materiale isolante trasparente	Transparent insulation material	透明隔热材料	Tòumíng gé rè cáiliào
Materiali a bassa sensibilità	Low sensitivity materials	低敏感材料	Dī mǐngǎn cáiliào
Materiali di schermatura	Shielding materials	遮挡物	Zhēdǎngwù
Materiali in acciaio	Steel materials	钢材	Gāngcái
Materiali in legno	Wood materials	木材	Mùcái
Materiali riutilizzabili	Reusable materials	循环材料	Xúnhuán cáiliào
Mattoni	Bricks	砖	Zhuān
Mattoni ad alta resistenza	Engineering bricks	工程砖	Gōngchéng zhuān
Mattoni Ibstock	Ibstock bricks	黄色面砖	Huángsè miànzhuān
Membrana	Membrane	箔	Bó
Membrana anti-umidità	Damp-proof membrane	水蒸抑制制膜	Shuǐzhēng yìzhì zhì mó
Membrana anti-vapore	Steam-proof membrane	蒸汽抑制膜	Zhēngqì yìzhì mó
Metodi di realizzazione	Methods of realization	完成方法	Wánchéng fāngfǎ
Mezzi artificiali	Artificial means	机械手段	Jīxiè shǒuduàn
Misurazione al netto	Net measure	净计量	Jìng jìliàng
Misurazione congiunta	Joint measurement	结合测试	Jiéhé cèshì
Misure tecnologiche	Technological measures	技术措施	Jìshù cuòshī
Modello	Model	样板	Yàngbǎn
Morsetto a U	U-clamp	U形夹板	U xíng jiā jiá]bǎn

Mura	Walls	墙	Qiáng
Muro di Trombe	Trombe wall	Trombe 墙	Trombe qiáng
Nucleo rigido	Hard core	硬核	Yìnghé
Opaco	Opaque	不透明	Bù tòumíng
Opzionale	Optional	选项	Xuǎnxiàng
Orientamento	Orientation	朝向	Cháoxiàng
Oscuramento	Over-shading	遮挡	Zhēdǎng
Pannello di legno	Wood panel	木板	Mùbǎn
Pavimento	Floor	地板	Dìbǎn
Pendenza dei tetti	Roof slope	屋顶出挑	Wūdǐng chūtīāo
Pendio	Slope	坡地	Pōdì
Periferie urbane	Suburbs	城市郊区	Chéngshì jiāoqū
Persiane	Shutters	百叶窗	Bǎiyèchuāng
Piani destinati agli impianti tecnologici	Service floors with technological plants	技术装备层	Jìshù zhuāngbèi céng
Piani destinati all'utenza	Users' floors	用户层	Yònghù céng
Pianificazione e progettazione urbana	Planning and urban design	城区规划设计	Chéngqū guīhuà shèjì
Piano generale	General plan	总体规划	Zǒngtǐ guīhuà
Piattaforma	Platform	平台	Píngtái
Polimetilmetacrilato (plexiglass)	Polymethylmethacrylate (plexiglass)	丙烯酸玻璃	Bǐngxīsuānbōlǐ
Polistirene espanso (EXP)	Expanded polystyrene (EXP)	膨胀聚苯乙烯	Péngzhàng jùběnyǐxī
Portico	Porche	门廊/门前	Ménláng/Mén qián
Posto auto	Car space	小汽车空间	Xiǎoqìchē kōngjiān
Pratiche costruttive tradizionali	Traditional building practices	传统建筑实践	Chuántǒng jiànzhù shíjiàn
Pre-riscaldamento	Pre-heating	预热	Yùrè
Prevenire	Prevent	抗	Kàng
Prima fase del progetto	First stage of the project	一期工程	Yīqī gōngchéng
Principi estetici	Aesthetic principles	审美原则	Shěnměi yuánzé
Principi generali di progettazione	General principles of design	设计原则	Shèjì yuánzé
Procedure di controllo e accettazione	Control and acceptance procedures	验收	Yànshōu
Procedure di regolamentazione e controllo	Regulatory and control procedures	调控	Tiáokòng
Profondità	Depth	深度	Shēndù
Progettisti	Designers	设计者	Shèjìzhě
Progetto di edilizia residenziale	Housing project	建房项目	Jiànfáng xiàngmù
Progetto ingegneristico	Engineering project	工程	Gōngchéng
Progetto preliminare	Preliminary project	初步设计	Chūbù shèjì

Prototipo	Prototype	证明	Zhèngmíng
Punto di giunzione	Junction point	结点	Jiédiǎn
Quartieri	Districts	区	Qū
Radiatore/termosifone	Radiator	辐射器	Fúshèqì
Rapporto tra altezza e distanza	Height - distance ratio	间距离及高宽比	Jiānjùlǐ jí gāokuānbǐ
Rappresentazione tridimensionale	Three-dimensional representation	立体布局	Lìtǐ bùjú
Residenza sociale	Social housing	社会保障房	Shèhuì bǎozhàngfáng
Resistente all'acqua	Water-proof	防水	Fángshuǐ
Rifugio	Shelter	供给基地	Gōngjǐ jīdì
Rivestimento	Coating	包络	Bāoluò
Rivestimento in piastrelle del pavimento	Floor finish	地表铺砖	Dìbiǎo pūzhuān
Rivestimento interno	Lining	内衬	Nèichèn
Rivestimento protettivo esterno	Protective outer coating	外防护	Wài fánghù
Scelte di progettazione	Design choices	设计选择	Shèjì xuǎnzé
Scelte tecnologiche chiave	Key technological choices	关键技术选项	Guānjiàn jìshù xuǎnxiàng
Schema concettuale	Conceptual scheme	概念性方案	Gàiniànxìng fāng'àn
Schiuma di polistirene	Polystyrene foam	聚苯乙烯泡沫	Jùběnyǐxī pàomò
Scorcio	Glimpse	一瞥	Yīpiē
Sezione	Section	断面	Duànmiàn
Sezione laterale	Side section	侧断面	Cè duànmiàn
Sezione trasversale	Cross-section	横断面	Héng duànmiàn
Silicato di calcio	Calcium silicate	钙硅酸盐	Gàiguīsuānyán
Sistema di posa in alluminio	Aluminum laying system	铝质抛光系统	Lǚzhì pāoguāng xìtǒng
Soffitto	Ceiling	天花板/顶棚	Tiānhuābǎn/dǐngpéng
Soggiorno	Living room	客厅	Kètīng
Spazi aperti	Open spaces	空旷地	Kōngkuàngdì
Spazio abitabile	Living space	住宅空间	Zhùzhái kōngjiān
Stanze di servizio	Service rooms	设施用房间	Shèshī yòng fángjiān
Strato acquifero	Aquifer layer	含水层	Hánshuǐ céng
Strato di assorbimento	Absorption layer	吸收层	Xīshōu céng
Strato di livellamento	Leveling layer	找平层	Zhǎopíng céng
Strato di terreno	Soil layer	土层	Tǔcéng
Strato isolante	Insulating layer	隔热层	Gérè céng
Striscia di fondazione rinforzata	Strip foundation	条形加强基础	Tiáoxíng jiāqiáng jīchǔ
Strumenti di misurazione	Measuring tools	测试工具	Cèshì gōngjù
Strumenti per la simulazione virtuale	Virtual simulation tools	计算机模拟工具	Jìsuànjī món gōngjù
Struttura a nido d'ape	Honeycomb structure	蜂窝状	Fēngwōzhuàng

Struttura a telaio in acciaio con strato inferiore aperto	Steel frame structure with open bottom layer	开放低层的钢质框架结构	Kāifàng dīcéng de gāngzhì kuàngjià jiégòu
Struttura edilizia	Building structure	建筑结构	Jiànzhù jiégòu
Struttura muraria	Wall structure	墙体结构	Qíángtǐ jiégòu
Struttura rinforzata	Reinforced structure	重型结构	Zhòngxíng jiégòu
Studi innovativi	Innovative studies	新研究状况	Xīn yánjiū
Superficie abitabile	Living space	生活空间	zhuàngkuàng
Superficie lorda di pavimento	Gross floor area	建筑面积	Shēnghuó kōngjiān
Superficie utile	Useful surface	使用面积	Jiànzhù miànjī
	Residential development		Shǐyòng miànjī
Sviluppo residenziale	Residential development	住房发展	Zhùfáng fāzhǎn
Tasso di scambio dell'aria	Air exchange rate	空气交换率	Zhùfáng fāzhǎn
Tegole	Tiles	瓦板	Kōngqì jiāohuànlǜ
Telaio fisso	Fixed frame	固定架安装	Wǎbǎn
Terrapieno	Embankment	台地	Gùdìng jià ānzhuāng
Tetto	Roof	屋顶	Táidì
Tetto a corona	Crown roof	顶毡	Wūdǐng
Tetto pavimentato	Tiled roof	铺砌屋顶	Dǐngzhān
Tetto piano	Flat roof	平屋顶	Pūqì wūdǐng
Torri	Towers	塔楼	Píng wūdǐng
Trave anulare	Ring beam	圈梁	Tǎlóu
Trave prefabbricata	Pre-fab/pre-cast beam	预制梁	Quānliáng
Travetto in acciaio laminato (RSJ)	Rolled steel joist (RSJ)	RSJ	Yùzhì liáng
Unità residenziali	Residential units	单层住宅	RSJ
Valvola di aspirazione	Inlet valve	吸风口	Dāncéng zhùzhái
Veranda	Conservatory	温室	Xīfēng kǒu
Verniciatura	Painting	喷涂	Wēnshì
Vetro isolante	Insulating glass	隔热玻璃	Pēntú
Vetro rinforzato	Reinforced glass	钢化玻璃	Gérè bōlǐ
Villaggi	Villages	村	Rènhuà bōlǐ
Visibilità del cielo	Sky visibility	天空的可视	Cūn
Visione del panorama	Vision of the landscape	外部景观	Tiānkōng de kěshì
Vista aerea	Bird's eye view	鸟瞰	Wàibù jǐngguān
Volume	Volume	体积	Niǎokàn

5.7 Politica

Accordo di collaborazione quinquennale	Five-year partnership agreement	五年合作协议	Wǔnián hézuò xiéyì
Armonia sociale	Social harmony	社会和谐	Shèhuì héxié
Autorità	Authorities	决策者	Juécèzhě

Condurre campagne	Campaign	奔走呼号	Bēnzǒuhūháo
Convocazione	Convocate	召开	Zhàokāi
Decisioni politiche	Policy decisions	政策决断	Zhèngcè juéduàn
Inaugurazione	Inauguration	开幕	Kāimù
Leader	Leader	领导者	Lǐngdǎozhě
Paesi in via di sviluppo	Developing countries	发展中国家	Fāzhǎnzhōng guójiā
Paesi industrializzati	Industrialized countries	发达国家	Fādá guójiā
Patto	Agreement	条约	Tiáoyuē
Politiche d'investimento	Investment policies	投资决策	Tóuzī juécè
Problematiche gestionali	Management issues Decision-making	课题管理	Kètí guǎnlǐ
Processo decisionale	process	决策过程	Juécè guòchéng
Stato Membro	Member State	成员国	Chéngyuánguó
Stipulazione di accordi	Stipulate an agreement	达成协议	Dáchéng xiéyì

5.8 Industria

Fornitori	Suppliers	供应商	Gōngyìngshāng
Impianti	Plants	设备	Shèbèi
Impresa pubblica	Public enterprise	政府控股	Zhèngfǔ kònggǔ
Industria dei generatori fotovoltaici	Photovoltaic generators industry	光伏发电业	Guāngfú fādiàn yè
Industria edile	Construction industry	建筑业	Jiànzhùyè
Lavorazione del legno	Woodworking	木加工	Mù jiāgōng
Politiche delle pubbliche imprese	Policies of public enterprises	公用事业政策	Gōngyòng shìyè zhèngcè
Produzione alimentare	Food production	食品上产	Shípǐn shàngchǎn
Produzione industriale	Industrial production	工业生产	Gōngyè shēngchǎn
Proprietari	Owners	业主	Yèzhǔ
Ricerca e sviluppo	Research and development (r&d)	研究与开发	Yánjiū yǔ kāifā
Sede aziendale	Corporate headquarters	公司总部	Gōngsī zǒngbù Yùnshū chǎnshēng bùmén
Settore dei trasporti	Transports sector	运输产生部门	
Settore della produzione di energia termoelettrica	Thermoelectric power production sector	热电产生部门	Rèdiàn chǎnshēng bùmén
Utenti finali	End-users	终端用户	Zhōngduān yònghù

5.9 Legislazione

Approvazione	Approval	通过	Tōngguò
Camera dei rappresentanti	House of representatives	众议院	Zhòngyìyuàn
Direttive	Directives	政策	Zhèngcè

Disegno di legge sulle risorse energetiche	Energy resources bill	能源法案	Néngyuán fǎ'àn
Legalmente vincolante	Legally binding	法律约束力	Fǎlǜ yuēshùlì
Legislazione sul carbonio	Legislation on carbon emissions	碳立法	Tàn lǐfǎ
Limiti imposti dalla legislazione	Limits imposed by legislation	立法限制	Lǐfǎ xiànzhì
Minimi consentiti per legge	Minimum permitted by law	法律规定最低	Fǎlǜ guīdìng zuìdī
Moduli di controllo per le certificazioni	Control forms for certifications	认证的检查表格	Rènzhèng de jiǎnchá biǎogé
Progetto di tassazione del carbonio	Carbon tax project	碳税方案	Tànshuì fāng'àn
Promulgare	Promulgate	公布/制定	Gōngbù/zhìdìng
Sanzioni/tasse per le emissioni di carbonio	Fines/fees for carbon emissions	碳排放税/刑罚	Tàn páifàng shuì/xíngfá
Senato	Senate	参议院	Cānyìyuàn

5.10 Economia

Ammortizzare i costi di investimento	Amortize the cost of investment	回收投资成本	Huíshōu tóuzī chéngběn
Beneficio economico	Economic benefit	经济效益	Jīngjì xiàoyì
Costo del ciclo di vita	Life-cycle cost	生命周期花费	Shēngmìng zhōuqī huāfèi
Domanda d'acquisto	Purchase application	业主的需求	Yèzhǔ de xūqiú
Economia energetica	Energy economy	能量经济	Néngliàng jīngjì
Efficienza in termini di costi/convenienza	Cost-effectiveness	花费有效性	Huāfèi yǒuxiàoxìng
Efficienza in termini di trasformazione dei costi di investimento	Efficiency in terms of transformation of investment costs	投资改造花费	Tóuzī gǎizào huāfèi
Finanziare	Finance/subsidize	斥资	Chìzī
Informazioni tariffarie	Tariff information	电价信息	Diànjà xìnxi
Investimento iniziale	Initial investment	初始投资	Chūshǐ tóuzī
Investitori	Investors	投资者	Tóuzīzhě
Modelli economici e finanziari	Economic and financial models	经济和金融模型	Jīngjì hé jīnróng móxíng
Nome di mercato	Market name	市场命名	Shìchǎng mìngmíng
Prezzi di rivendita	Resale prices	转售价	Zhuǎnshòu jià
Recessione economica	Economic recession	经济衰退	Jīngjì shuāituì
Ricavato della vendita	Sales income	销售收入	Xiāoshòu shōurù
Ritorno d'investimento	Return on investment	投资回报	Tóuzī huíbào
Sterline	Pounds	英镑	Yīngbàng
Svalutazione dei capitali d'investimento	Depreciation of investment capital	资本价值下滑	Zīběn jiàzhí xiàhuá
Valore di rivendita	Resale value	转售价值	Zhuǎnshòu jiàzhí

5.11 Elettronica

Alimentazione di riserva	Backup power supply	备用电源	Bèiyòng diànyuán
Batterie di ricambio	Spare batteries	作备用电池	Zuò bèiyòng diànchí
Cavi DC collegati all'inverter	DC cables connected to the inverter	至逆变器的直流电缆	Zhì nìbiànqì de zhíliú diànlǎn
Cavi di interconnessione a corrente debole	Low-current cables	弱电联网线	Ruò diànlián wǎngxiàn
Collegato in parallelo alla rete elettrica	Connected in parallel to the grid	与电网并联	Yǔ diànwǎng bìnglián
Computer server	Server computer	计算机服务器	Jìsuànjī fúwùqì
Contatore	Meter	电表	Diànbiǎo
Contatore DTI	DTI meter	供电局出入电表	Gōngdiànjú chūrù diànbiǎo
Controllo integrato	Integrated control	集成控制	Jíchéng kòngzhì
Corrente alternata	Alternating current	交流	Jiāoliú
Corrente alternata trifase	Three phase alternating current	三相交流	Sān xiāng jiāoliú
Corrente continua	Direct current	直流	Zhíliú
Corrente continua fotovoltaica	Photovoltaic dc	光伏直流	Guāngfú zhíliú
Corrente variabile	Variable current	变动电流	Biàndòng diànliú
Datalogging systems	Datalogging systems	数据采集器系统	Shùjù cǎijíqì xìtǒng
Divario energetico	Energy gap	能量缺口	Néngliàng quēkǒu
Elettricità in eccesso	Residual electricity	多余电力	Duōyú diànlì
Fase	Phase	单相	Dān xiāng
Frequenza variabile	Variable frequency	变动频率	Biàndòng pínlǜ
Impianti elettrici	Electrical plants	电力系统	Diànlì xìtǒng
Input/output	Input/output	出入	Chūrù
Inverter	Inverter	逆变器	Nìbiànqì
Output elettrico minimo	Minimum electrical output	电力输出的最基本出发点	Diànlì shūchū de zuìjīběn chūfādiǎn
Potenza complessiva della rete elettrica	Total electricity grid capacity	电网总容量	Diànwǎng zǒng róngliàng
Produrre energia attraverso impianti collegati in parallelo alla rete elettrica	Generate energy through systems connected in parallel to the electric grid	并网发电	Bìngwǎng fādiàn
Raddrizzatore	Rectifier	整流量	Zhěngliúliàng
Rete elettrica pubblica	Public electricity grid	公共电网	Gōnggòng diànwǎng
Segnale di input	Input signal	输入信号	Shūrù xìnghào
Strato elettricamente conduttivo	Electrically conductive layer	导电层	Dǎodiàn céng

Tradizionale fornitura di energia elettrica	Traditional electricity supply	传统电源	Chuántǒng diànyuán
Unità di gestione	Management unit	管理单元	Guǎnlǐ dānyuán
Voltaggio variabile	Variable voltage	变动电压	Biàndòng diànyā

5.12 Nomi propri

"Simulazione di celle a combustibile e di altri sistemi di cogenerazione integrati negli edifici"	"The Simulation of Building-Integrated Fuel Cells and Other Cogeneration Systems"	建筑物集成燃料电池和其他余热发电系统模拟	Jiànzhùwù jíchéng ránliào diànchí hé qítā yúrè fādian xitǒng mónǐ
Agenzia Nazionale Oceanica e Atmosferica (NOAA)	National Oceanic and Atmospheric Agency (NOAA)	美国国家海洋和大气局 (NOAA)	Měiguó guójiā hǎiyáng hé dàqì jù (NOAA)
Arabia Saudita	Saudi Arabia	沙特阿拉伯	Shā tè ā lā bó
Bahrain World Trade Center	Bahrain World Trade Center	巴林世界贸易中心	Bā lín shìjiè mào yì zhōng xīn
Beddington Zero Energy Development (BedZED)	Beddington Zero Energy Development (BedZED)	贝丁顿生态村 (BedZED)	Bèi dīng dùn shēng tài cūn (bedzed)
Conferenza delle Parti della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici	Conference of the Parties of the UN Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约会议	Lián hé guó qì hòu biàn huà kuàng jià gōng yuē huì yì
Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约	Lián hé guó qì hòu biàn huà kuàng jià gōng yuē
Darmstadt	Darmstadt	达姆施塔特	Dámǔshītātè
Dipartimento di Architettura dell'Università di Nottingham	The University of Nottingham, Department of Architecture	诺丁汉大学建筑学院	Nuò dīng hàn dà xué jiàn zhù xué yuàn
Dipartimento per i trasporti della California	Department for Transport of California	加利福尼亚运输局	Jiālì fú ní yà yùn shū jú
Dongtan Eco-city	Dongtan Eco-city	东滩生态城	Dōng tān shēng tài chéng
East River	East River	东河	Dōng hé
Foresta Nera	Black Forest	黑森林	Hēi sēn lín
Fraunhofer Institute for Solar Energy Research	Fraunhofer Institute for Solar Energy Research	Fraunhofer 太阳能研究所	Fraunhofer tài yáng néng yán jiū suǒ
Friburgo in Brisgovia	Freiburg im Breisgau	弗赖堡	Fú lài bǎo
Green Globe Accreditation	Green Globe Accreditation	绿色金球奖	Lǜ sè jīn qiú jiǎng
Guangzhou	Guangzhou	广州	Guǎng zhōu
Hockerton	Hockerton	豪其顿	Háo qí dùn
Hockerton Housing	Hockerton Housing	豪其顿建房项目, HHP	Háo qí dùn jiàn fáng

Project, HHP	Project, HHP		xiàngmù, HHP
Isola Chongming	Chongming Island	崇明岛	Chóngmíng dǎo
Laboratorio di Ricerca del Sistema Terra	Earth System Research Laboratory	地球系统研究实验室	Dìqiú xìtǒng yánjiū shíyànshì
Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	能源与环境设计领导 (LEED)	Néngyuán yǔ huánjìng shèjì lǐngdǎo (LEED)
Londra	London	伦敦	Lúndūn
National Renewable Energy Laboratory (NREL)	National Renewable Energy Laboratory (NREL)	美国国家可再生能源实验室	Měiguó guójiā kězài shēng néngyuán shíyànshì
New York	New York	纽约	Niǔyuē
Norway University of Science/Technology	Norway University of Science / Technology	挪威科技大学	Nuówēi kējì dàxué
Oklahoma	Oklahoma	俄克拉马	Ékèlāmǎ
Oklahoma Medical Research Foundation (OMRF)	Oklahoma Medical Research Foundation (OMRF)	俄克拉马医疗研究基金会	Ékèlāmǎ yīliáo yánjiū jījīnhuì
Olanda	Netherlands	荷兰	Hélán
Pantheon	Pantheon	众神殿	Zhòngshéndiàn
Petronas Twin Towers	Petronas Twin Towers	横跨双子塔桥	Héngkuà shuāngzǐ tāqiáo
Piano d’Azione dell’AIE: Edifici ad alta efficienza energetica: impianti di riscaldamento e raffreddamento.	IEA Technology Roadmaps: Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment	IEA 公布的技术路线图: 能量利用高效的建筑在加热采暖和制冷技术	IEA gōngbù de jìshù lùxiàntú: néngliàng lìyòng gāoxiào de jiànzhù zài jiārè cǎi nuǎn hé zhilěng jìshù
Shanghai	Shanghai	上海	Shànghǎi
Shanghai Industrial Investment Holdings Co. Ltd	Shanghai Industrial Investment Holdings Co. Ltd.	上海实业集团有限公司	Shànghǎi shíyè jítuán yǒuxiàn gōngsī
Stato di California	State of California	加利福尼亚	Jiālìfúniyà
Sutton	Sutton	萨顿	Sàdùn
Svizzera	Switzerland	瑞士	Ruìshì
Toronto	Toronto	多伦多	Duōlúnduō
Trento	Trento	特伦托	Tèlúntuō
U.S. Green Building Council	U.S. Green Building Council	美国绿色建筑理事会	Měiguó lǜsè jiànzhù lǐshìhuì
Ufficio Meteorologico Inglese	Meteorological Office (MET Office)	气象局	Qì xiàngjú
UK Construction Sector Unit	UK Construction Sector Unit	英国建筑工业部	Yīngguó jiànzhù gōngyèbù
UK Energy Save Trust	UK Save Energy Trust	英国节能信托	Yīngguójié néng xìntuō
VTT Technical Research Centre	VTT Technical Research Centre	芬兰技术研究中心	Fēnlán jìshù yánjiū zhōngxīn
Zhenzhu Plaza	Zhenzhu Plaza	珍珠大厦	Zhēnzhū dàshà
Zhujiang Plaza	Zhujiang Plaza	珠江大厦	Zhūjiāng dàshà

BIBLIOGRAFIA

1. TESTO TRADOTTO

- Liu Ling Xiang 刘令湘, *Ke zai sheng nengyuan zai jianzhu zhong de yingyong jicheng* 可再生能源在建筑中的应用集成 (Applicazioni integrate delle energie rinnovabili negli edifici), Beijing 北京, Ed. Zhongguo Jianzhu Gongye Chubanshe 中国建筑工业出版社 (China Architecture and Building Press), 2012.

2. TESTI DI RIFERIMENTO: ARCHITETTURA, EDILIZIA, AMBIENTE, FILOSOFIA

- AA.VV. coordinatore Zevi Bruno, *Il Nuovo Manuale dell'Architetto: nozioni generali di progettazione, esercizio professionale, progettazione strutturale, controllo ambientale, materiali, componenti e tecniche, urbanistica, informatica*, Roma, Ed. Mancosu, 1996.
- Aristotele, *Fisica*, Milano, Ed. Rusconi, 1995, vol. II.
- Arnheim Rudolf, *Arte e percezione visiva*, Milano, Feltrinelli, 1962.
- Arnheim Rudolf, *La dinamica della forma architettonica*, Milano, Feltrinelli, 1981.
- Battisti Riccardo, Corrado Annalisa e Micangeli Andrea, *Impianti solari termici: acqua calda con l'energia solare*, Roma, Ed. F. Muzzio, 2005.
- Bianco Alessandro e Pozzo Barbara, *Il codice delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica 2009: legislazione, delibere dell'autorità, giurisprudenza, prassi, norme regionali*, Milano, Ed. Ambiente, 2008.
- Bonetti Umberto, intervento dal titolo "Shapes of sustainable architecture" presso la Conferenza *ItalyInnova - Green & Sustainable Construction: innovations and opportunities of the Chinese Market* tenutasi nel corso del *Festival Italiano di Suzhou 2012*, Suzhou, 12 Ottobre 2012.
- Butera Luigi, *Architettura acustica: teoria e tecnica del controllo del suono nelle costruzioni*, Novara, Ed. De Agostini, 1975.
- Cairolì Giuliani Fulvio, *L'edilizia nell'antichità*, Roma, Ed. La Nuova Italia Scientifica, 1990.
- Calderaro Valerio, *Architettura solare passiva: manuale di progettazione*, Roma, Ed. Kappa, 1981.
- Capolla Massimo, *La casa energetica: indicazioni e idee per progettare la casa a consumo zero*, Santarcangelo di Romagna, Ed. Maggioli, 2009.

- Dell'Olio Giuseppe, *Geotermia e pompe di calore: l'ambiente come forma di energia sostenibile*, Milano, Ed. Delfino, 2009.
- Dodds George and Tavernor Robert, *Body and building: essays on the changing relation of body and architecture*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press Ed., 2002.
- Ferrante Annarita, *La città a pezzi o i pezzi di città nella costruzione sostenibile dei luoghi urbani*, Bologna, Ed. Perdisa, 2006.
- Gruppo d' Energia Solare dell'Università di Napoli, *Il clima come elemento di progetto nell'edilizia*, Napoli, Ed. Liguori, 1977.
- Holl Steven, *Anchoring*, New York, Princeton Architectural Press, 1989.
- Holl Steven, *House: Black Swan Theory*, New York, Princeton Architectural Press, 2007.
- Holl Steven, *Parallax, architettura e percezione*, Milano, Ed. Postmedia books, 2004.
- Husserl Edmund, *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale: introduzione alla filosofia fenomenologica*, Milano, Ed. Il Saggiatore, 1961.
- Kuznecov Boris G., *Galileo*, Bari, Ed. Dedalo, 1979, p. 90.
- Mastella Cristiano, *È possibile vivere in maniera sostenibile: Esperienze concrete per l'utilizzo in casa delle risorse rinnovabili*, Mestrino, Ed. Centrooffset, 2003.
- Merleau-Ponty Maurice, *Fenomenologia della percezione*, Milano, Ed. Il Saggiatore, 1965, pp. 415-418.
- Norberg-Schulz Christian, *Genius loci: paesaggio, ambiente, architettura*, Milano, Ed. Electa, 1979.
- Paoli Luciano, *Energie rinnovabili: impieghi su piccola scala*, Segrate, Ed. Il Rostro, 2007.
- Ravier Guy-Charles, *Traité pratique du feng shui*, Ed. De l'Aire, Lausanne, 1991, p. 65.
- Scheer Hermann, *Autonomia energetica: ecologia, tecnologia e sociologia delle risorse rinnovabili*, Milano, Ed. Ambiente, 2006.
- Turri Eugenio, *Antropologia del paesaggio*, Milano, Ed. Comunità, 1974, p. 110.
- Vettori Stefan, Mazzi Marzia, Durand Lorenzo, *Audiocorso di Feng Shui*, Siena, Edizioni Enea-SI.R.I.E, 2012.

3. TESTI DI RIFERIMENTO: TRADUZIONE E COMMENTO TRADUTTOLOGICO

- Baker Mona and Saldanha Gabriela, *Routledge encyclopedia of translation studies*, London, Routledge Ed., 1998.
- Baker Mona, *In other words: a coursebook on translation*, London, Routledge Ed., 1992.
- Balboni Paolo E., *Le micro lingue scientifico-professionali*, Torino, Ed. Utet, 2000, p.22.

- Beaugrande Robert Alain de e Dressler Wolfgang Ulrich, *Introduzione alla linguistica testuale*, Bologna, Ed. Mulino, 1994, pp. 18-27.
- Berruto Gaetano, “Varietà diamesiche, diastratiche, diafasiche”, in Sobrero A. (a cura di), *Introduzione all’italiano contemporaneo. La variazione e gli usi*, vol.2, Bari, Ed. Laterza, 1993, p.74.
- Chen Xiaowei 陈小慰, “Weinudi yihua lilun huayu de xiuci fenxi” 韦努蒂“异化”理论话语的修辞分析 (Analisi retorica della teoria dello straniamento di Venuti), in *Chinese Translators Journal*, n°4, Beijing, 2010, pp. 5-10.
- Cortelazzo Michele, *Lingue Speciali. La dimensione verticale*, Padova, Ed. Unipress, 1994, p. 8.
- Eco Umberto, *Interpretazione e sovrinterpretazione. Un dibattito con Richard Rorty, Jonathan Culler e Christine Brooke-Rose*, Milano, Bompiani, 1995, p. 7.
- Evangelisti Allori Paola, “Retorica e retoriche: quali implicazioni per la retorica contrastiva? Alcune riflessioni introduttive” in Cortese G. (a cura di), *Tradurre i linguaggi settoriali*, Torino, Ed.Cortina, 1996, pp. 48-49, 65-67.
- Jakobson Roman “The dominant” (1935), in *Poetry of Grammar and Grammar of Poetry* (vol. 3 of Selected Writings), Mouton, Ed. The Hague, 1981, pp. 751-756.
- Li Charles N., Thompson Sandra A., *Mandarin Chinese: A Functional Reference Grammar*, Berkeley, University of California Press, 1981, p. 15.
- Newmark Peter, *A textbook of translation*, London, Prentice Hall Ed., 1988.
- Newmark Peter, *Approaches to translation*, Pergamon Press, Oxford Ed., 1981, pp. 38-56, 62-69.
- Osimo Bruno, *Manuale del traduttore*, Milano, Ed. Hoepli, 2008.
- Sabatini Francesco, “Rigidità-esplicitzza vs elasticità-implicitzza: possibili parametri massimi per una tipologia dei testi”, in Skytte Gunver e Sabatini Francesco (a cura di), *Linguistica Testuale Comparativa*, Århus, Ed. Museum Tusulanum Press et les auteurs, 1999, p. 148.
- Sager Juan C., *A practical course in terminology processing*, Amsterdam/Philadelphia, Benjamins Ed., 1994, p. 178.
- Scarpa Federica, *La traduzione specializzata*, Milano, Ed. Hoepli, 2012.
- Scarpari Maurizio, *Avviamento allo studio del cinese classico*, Venezia, Ed. Cafoscarina, 1995.

- Scarpari Maurizio, *Breve introduzione alla lingua cinese classica*, Venezia, Ed. Cafoscarina, 1995.
- Serianni Luca, *Italiani scritti*, Bologna, Ed. Mulino, 2003.
- Torop Peeter, *La traduzione totale*, a cura di Bruno Osimo, Modena, Ed. Logos, 2000, p. 161.
- Venuti Lawrence, *The Translator's Invisibility: A History of Translation*, London, Routledge Ed., 1995.
- Vlahov Sergej e Florin Sider , “Neperovodimoe v perevode, Realii”, in *Masterstvo perevoda*, n.6, 1969, Moskvà, Sovetskij pisatel’, 1979, p. 438.
- Wong Dongfeng and Shen Dan, “Factors Influencing the Process of Translating” in *Meta: Translators' Journal*, vol. 44, n° 1, 1999, pp. 78-100.