

Eddy Vito Maria Lo Bianco

Edifici nZEB e BIM

**PROGETTAZIONE NEL RISPETTO DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI
E DIGITALIZZAZIONE NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI**

- LE BUONE PRASSI PROGETTUALI IN ARCHITETTURA ▪ LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICO-AMBIENTALE
- IL BUILDING INFORMATION MODELING ▪ LA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE ▪ LA PROGETTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE ▪ PROGETTARE UN NET ZEB ▪ RIQUALIFICARE SECONDO I CAM



SOFTWARE INCLUSO

**BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
PER IL CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI**



GRAFILL

Eddy Vito Maria Lo Bianco
EDIFICI QUASI ZERO ENERGIA E BIM
Ed. I (01-2020)

ISBN 13 978-88-277-0090-7
EAN 9 788827 700907

Collana **Manuali** (248)

Lo Bianco, Eddy Vito Maria <1978->
Edifici quasi zero energia e BIM / Eddy Vito Maria Lo Bianco.
– Palermo : Grafill, 2020.
(Manuali ; 248)
ISBN 978-88-277-0090-7
1. Edifici – Impianti - Risparmio energetico.
696 CDD-23 SBN Pal0323488
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313 – Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 226679



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare nel mese di gennaio 2020

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

PREFAZIONE	p.	7
INTRODUZIONE	"	9
PRIMA PARTE	"	13
1. LE BUONE PRASSI PROGETTUALI IN ARCHITETTURA	"	15
1.1. Dal riparo all'architettura della tradizione.....	"	15
1.2. Il passaggio dall'età classica all'esperienze dell'Ottocento	"	17
1.3. Dal Movimento Moderno all'Architettura Organica	"	19
1.4. Dall'Architettura Bioclimatica all'utilizzo dei sistemi passivi.....	"	22
1.5. Dal Decostruttivismo all'Architettura Parametrica	"	25
2. LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICO-AMBIENTALE	"	28
2.1. Costruire ed abitare sostenibile	"	28
2.2. Gli strumenti di gestione per le politiche energetiche ed ambientali.....	"	33
2.3. La verifica dei Criteri Ambientali Minimi.....	"	37
2.4. La verifica energetica degli edifici Net ZEB	"	40
2.4.1. Edificio di riferimento.....	"	43
2.4.2. Le verifiche da effettuare	"	45
2.4.3. Obbligo di applicazione del D.Lgs. n. 28/2011	"	46
2.4.4. Verifiche da effettuare ai sensi D.Lgs. n. 28/2011	"	47
2.5. Cenni sui protocolli di certificazione energetico-ambientale.....	"	47
3. IL BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	"	51
3.1. Le evoluzioni del processo di digitalizzazione.....	"	51
3.1.1. La digitalizzazione nella pubblica amministrazione e negli appalti pubblici.....	"	56
3.1.2. Da Industria 4.0 a Industria 5.0?	"	56
3.1.3. I vantaggi del nuovo paradigma.....	"	57
3.1.4. IoT, cloud e realtà virtuale al servizio del Digital Twin.....	"	57
3.1.5. La centralità dell'uomo nell'Industria 5.0.....	"	58
3.2. Dal Computer Aided Design (CAD) al Building Information Modeling (BIM).....	"	58
3.2.1. Dal XVIII al XXI secolo.....	"	58

3.2.2.	Storia della computer grafica dai primi software ad oggi	p.	59
3.2.3.	L'evoluzione del CAD dalla grafica raster a quella vettoriale	"	59
3.2.4.	Esplorando i confini del BIM.....	"	61
3.2.5.	Dal CAD al BIM – Il modello virtuale secondo Eastman	"	61
3.3.	Panoramica sul BIM	"	63
3.3.1.	Il Modello di Informazioni di un Edificio.....	"	63
3.3.2.	I livelli e le «n» dimensioni del BIM	"	65
3.3.3.	La sostenibilità in ambito BIM	"	69
3.3.4.	L'interoperabilità delle professioni nell'ambito BIM energetico-ambientale	"	70
3.4.	Il BIM per la sostenibilità	"	77
3.4.1.	Dal BIM al BEM.....	"	77
3.4.2.	Il flusso di lavoro.....	"	78
3.4.3.	La gestione e la verifica dei dati e dei modelli.....	"	80
3.4.4.	Definizione di una libreria di oggetti	"	82
3.4.5.	L'integrazione di Analisi Life Cycle Assessment nell'approccio BIM.....	"	85
3.5.	Software BIM	"	86
3.5.1.	Autodesk REVIT.....	"	87
3.5.2.	Logical Soft TERMOLOG Epix	"	88
SECONDA PARTE			" 91
4.	LA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE CON AUTODESK REVIT	"	93
4.1.	Gli strumenti basilari per la progettazione.....	"	93
4.2.	L'analisi energetica con A360.....	"	99
4.3.	L'analisi energetica con Insight 360	"	108
4.4.	L'analisi dell'illuminazione con plug-in Insight.....	"	112
4.5.	L'analisi solare con plug-in Insight.....	"	118
5.	LA PROGETTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE CON LOGICAL SOFT TERMOLOG EPIX	"	125
5.1.	Impostazione dei file.....	"	125
5.2.	La verifica degli edifici ad Energia Quasi Zero (Net ZEB)	"	131
5.3.	La verifica dei Criteri Ambientali Minimi	"	145
TERZA PARTE			" 161
6.	CASO STUDIO 1 – PROGETTARE UN NET ZEB	"	163
6.1.	Caso studio edilizia privata: edificio unifamiliare	"	163
6.1.1.	Premessa.....	"	164
6.1.2.	Inquadramento	"	165
6.1.3.	Stato di fatto	"	167
6.2.	Analisi e definizione del modello progettuale	"	167

6.2.1.	Le simulazioni energetiche	p.	168
6.2.2.	La modellazione architettonica ed energetica	"	173
6.2.3.	L'analisi solare e dell'illuminazione	"	175
6.2.4.	La forma segue l'energia.....	"	177
6.3.	Il Progetto tecnologico edificio-impianto	"	183
6.3.1.	Il Progetto sostenibile.....	"	187
6.3.1.1.	La composizione architettonica	"	187
6.3.1.2.	Le variabili eco-compatibili	"	190
6.3.2.	Il progetto termotecnico	"	194
6.3.2.1.	L'involucro edilizio e le tecnologie impiantistiche	"	194
6.3.2.2.	Le performance del progetto tecnologico ed energetico	"	202
7.	CASO STUDIO 2 – RIQUALIFICARE SECONDO I CAM.....	"	212
7.1.	Caso studio edilizia pubblica: edificio scolastico	"	212
7.1.1.	Premessa.....	"	213
7.1.2.	Inquadramento	"	213
7.1.3.	Stato di fatto	"	214
7.2.	Analisi dell'intervento progettuale	"	215
7.2.1.	Baseline	"	217
7.2.2.	Audit.....	"	219
7.2.3.	Retrofit	"	220
7.2.4.	Classificazione dell'intervento	"	221
7.3.	Il progetto di riqualificazione energetico-ambientale	"	222
7.3.1.	Gli interventi migliorativi proposti	"	222
7.3.2.	La simulazione energetica in regime dinamico.....	"	234
7.3.3.	La riqualificazione energetica	"	237
7.3.4.	La riqualificazione ambientale	"	242
7.3.4.1.	Diagnosi energetica	"	242
7.3.4.2.	Prestazione energetica.....	"	242
7.3.4.3.	Approvvigionamento energetico.....	"	245
7.3.4.4.	Illuminazione naturale.....	"	245
7.3.4.5.	Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata	"	245
7.3.4.6.	Dispositivi di protezione solare.....	"	246
7.3.4.7.	Comfort termo-igrometrico.....	"	247
7.3.4.8.	Disassemblabilità e materia recuperata o riciclata.....	"	247
7.3.5.	La valutazione tecnico-economica.....	"	250
8.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	254
9.	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	"	258
10.	IL SOFTWARE TERMOLOG ACADEMY.....	"	261

INTRODUZIONE

Quando un sistema viene a trovarsi in uno stato critico *«punto critico»* si avvia un processo di cambiamento, ovvero un passaggio da una situazione a un'altra; tale passaggio viene definita *«transizione»*. La *transizione* può rappresentare un *«passaggio da un modo di essere o di vita a un altro, da una condizione o situazione a una nuova e diversa»*.

Con riferimento alla storia e all'evoluzione umana, sociale e tecnologica, e alle loro manifestazioni, rappresenta un *«periodo che segna il passaggio da una civiltà a un'altra, durante il quale si maturano nuove forme sociali e di costume, nuove concezioni e produzioni culturali, letterarie, artistiche»*. Più genericamente, in un processo qualsiasi, si considera e viene denominata *fase di transizione*, una fase intermedia del processo, nella quale si altera la condizione, per lo più di approssimativo equilibrio, che si aveva nella fase iniziale, e che dà luogo poi a una nuova condizione di equilibrio.

La transizione rappresenta sin dagli albori uno status che ha portato o che porta l'uomo stesso alla sua evoluzione, una caratteristica essenziale che ha contraddistinto il genere uomo rispetto a tutti gli altri esseri viventi. Emblematica è la descrizione narrata da Yves Coppens nella sua lezione conclusiva al Collège de France, dove ci ricorda che l'uomo fu il primo essere, capace di adattarsi come nessun altro ai cambiamenti di ambiente e di clima, infatti, con l'alternarsi di periodi glaciali e di periodi interglaciali, *«[...] Tre milioni di anni fa, il genere Homo, il genere umano, mammifero di taglia media, membro a pieno titolo dell'ecosistema tropicale africano, nasceva in seguito alla necessità di adattarsi a una crisi climatica, una grande siccità, che era chiamato ad affrontare. Diecimila anni fa, il genere Homo, il genere umano, messo di fronte a una nuova crisi climatica – aumento della temperatura, scioglimento dei ghiacci, fioritura eccezionale di graminacee selvatiche –, approfitta delle circostanze e inventa l'economia di produzione. La libertà che ha acquisito ha fatto sì che questa volta l'uomo abbia agito invece di subire. Duecento anni fa l'uomo, libero e inventivo, in pieno successo demografico e tecnologico, inventa l'economia industriale [...]»*¹.

Tale impresa rappresenta la più significativa *transizione* compiuta dall'uomo.

Purtroppo, solo all'inizio del XXI secolo l'uomo si rende conto della fragilità del suo pianeta di origine e dell'importanza di tutelare l'ecosistema, reinventandosi e sfruttando le forme di tecnologia a sua disposizione; in questo momento storico che stiamo vivendo è dunque necessario avviare una *«rivoluzione zero»* per ricominciare da zero ed intraprendere una *rivoluzione ecologica ed industriale* che definisco *«transizione eco-digitale»*.

E allora ecco cosa sta avvenendo negli ultimi anni, la transizione alla sostenibilità e alla digitalizzazione, un percorso che ci vede in alcuni casi obbligati a rispettare normative, in altri

¹ Yves Coppens, *Storia dell'uomo e cambiamenti di clima*. Jaca Book, Milano, 2007.

casi volontari a recepire per esigenze personali o lavorative, ma soprattutto è oramai necessario avviare questo nuovo percorso verso questa *transizione*.

Vediamo quindi da dove nasce l'esigenza di questa transizione.

Per quanto riguarda la *transizione alla sostenibilità*, essa scaturisce dall'evidente cambiamento climatico e dalla sempre più ricercata necessità agli stili di vita idonei a garantire ottimi livelli di comfort (abitativo, lavorativo, ecc.).

Sboccia dall'evoluzione dell'uomo e dalle nuove invenzioni che si susseguono di continuo, giacché negli ultimi decenni hanno visto un inarrestabile mutamento in tutti i settori della conoscenza e della nostra vita.

Il proliferare di materiali innovativi d'origine sintetica, assieme allo «*strapotere*» del cemento e dell'acciaio, o dello «*spropositato*» impiego della climatizzazione, che insieme al loro indiscriminato utilizzo, hanno spianato e stravolto il processo produttivo in funzione anche della complessità dei moderni elementi che garantiscono tutte le funzioni abitative imposte dalle moderne esigenze.

Uno dei primi tentativi dell'uomo è stato da sempre superare le barriere naturali e modellare il volume, lo spazio circostante, l'ambiente urbano, il paesaggio e persino riuscire a modellare il «*globo*».

Per quel che concerne la *transizione alla digitalizzazione*, notiamo che la nostra vita sta cambiando e questo processo evolutivo diventa sempre più veloce.

Più di duecento anni fa, con la produzione meccanica, è iniziata l'era industriale. Da allora le innovazioni rivoluzionarie caratterizzano la nostra quotidianità ad un ritmo sempre più rapido. Siamo all'interno di una rivoluzione digitale che sta modificando il nostro modo di essere nel mondo, la nostra percezione della realtà, le relazioni sociali e il piccolo mondo da noi abitato.

La digitalizzazione è usata sempre più spesso per conservare importanti documenti, sia del passato che odierni ma soprattutto per convertire e condividere file. Ma ancora più rilevante è il dato digitale che viene immagazzinato su un supporto il quale risulta essere obsoleto a causa dell'evoluzione tecnologica oltre che al progresso dei software e degli hardware.

Attualmente stiamo vivendo la quarta rivoluzione industriale, che modifica in modo radicale la vita di ogni giorno.

A questo punto sorge una domanda: Ma da dove nascono i concetti della sostenibilità e della digitalizzazione? Ebbene, non intesi nell'accezione con cui li conosciamo oggi giorno, ma nella loro forma primordiale; nascono con l'uomo, che avviò il processo di antropizzazione.

Ecco le vere protagoniste del processo di antropizzazione: **la sostenibilità e la digitalizzazione**. La prima appartiene all'ambiente naturale e socio-economico, la seconda all'evoluzione tecnologica avvenuta grazie alla caparbietà dell'ingegno umano e alle sue invenzioni. Da questo assunto nasce il binomio BIM e sostenibilità.

Se da un lato la natura, l'ecologia, la biologia e la spiritualità hanno influenzato le correnti architettoniche che si mostrano oggi nell'architettura sostenibile o nel green building; dall'altro l'ingegno, le tecnologie e la ricerca continua, tra saperi e sperimentazioni, ci hanno portato dalla prima alla quarta rivoluzione industriale.

L'avvento del BIM dunque rappresenta un'occasione per coniugare il binomio tra le tematiche della sostenibilità e della digitalizzazione nel settore delle costruzioni.

L'evoluzione culturale nel mondo delle costruzioni individua, da un lato con **l'architettura organica** tutti quei presupposti che ci stanno portando alla sostenibilità energetico-ambientale e

LE BUONE PRASSI PROGETTUALI IN ARCHITETTURA

Il concetto della sostenibilità non può che procedere attraverso l'abitare sostenibile, e questo rappresenta non solo una condizione culturale di chi vive gli spazi ma rappresenta una sfida molto importante che investe direttamente il ruolo e l'attività degli architetti e la loro formazione, processo che richiede un impegno innovativo di revisione delle logiche, degli strumenti e delle azioni progettuali. Ecco perché gli aspetti di ricerca della forma, della selezione ed uso dei materiali e dell'energia sono aspetti inseparabili e cruciali nel progetto di sostenibilità.

1.1. Dal riparo all'architettura della tradizione

La manifestazione della cultura materiale è ricca di espressioni artistiche. Le forme e gli stili, i motivi e i simboli che ricorrono nella decorazione degli oggetti e le tecniche complesse che ne rendono possibile la produzione, sono la manifestazione dell'arte primitiva.

«Nell'arte primitiva si possono individuare due elementi, uno puramente formale, la cui fruizione è legata esclusivamente alla forma, e un altro in cui la forma è carica di significato, ovvero legami associativi che il prodotto artistico o l'atto artistico hanno, il significato produce e intensifica il valore estetico. Essendo quindi significative, le forme sono di necessità anche rappresentative, e non soltanto di oggetti tangibili ma di idee più o meno astratte¹».

L'antropologo Boas, con lo studio sull'arte primitiva, mostra come le forme, i simboli, gli stili e le tecniche si siano evolute con l'uomo primitivo.

Da queste esperienze scaturisce come l'uomo ha trovato riparo ed ha utilizzato quanto poteva servirgli ai fini del soddisfacimento delle proprie esigenze. Nel suo libro *«Arte Primitiva»*, Boas evidenzia come, attraverso il simbolismo e l'arte figurativa, i nostri antenati hanno manifestato il *«senso del bello»*; riscontrato sia nelle prime forme di riparo che nell'architettura primitiva.

Pertanto, la nascita dell'abitazione, nella storia, comincia con la stessa storia dell'uomo. Le Abitazioni dell'uomo primitivo furono dapprima ripari naturali, le grotte; dopo si passò alle caverne ottenute da atti sottrattivi, successivamente si edificarono le capanne e le palafitte con tecniche costruttive additive per poi giungere sino ai nuraghi. Tali forme abitative sono state la sintesi dell'esplorazione della natura da parte dell'uomo. Infatti, partendo dall'osservazione degli archetipi del mondo animale, l'uomo ha in un primo momento realizzato un'architettura della sottrazione, in seguito ha costituito vere e proprie forme urbane specifiche del medesimo contesto geografico. Infatti *«[...] gli archetipi antropici sono raggruppati in relazione alla zona di localizzazione – area nordamericana, area mediorientale, area mediterranea – e alla tipologia*

¹ Cfr. Franz Boas, *Arte primitiva*. Bollati Boringhieri, Torino, 1981.

costruttiva (costruzioni temporanee/leggere, situate/pesanti, in terra/fuori terra) e funzionale (elementi tecnici con diverse funzioni di controllo microclimatico²)».

Il resoconto di una lunga strada verso il comfort domestico, ha la sua origine nella caverna, passando attraverso la casa del periodo classico e le dimore medievali e rinascimentali, sino alla manifestazione della vita quotidiana superaccessoriata e del benessere contemporaneo. «*Un cammino scandito da invenzioni geniali e da tecnologie sempre più raffinate, dall'introduzione del vetro alle finestre fino all'arrivo dell'acqua in casa e alla svolta dell'elettricità. E da lì la rincorsa verso un modo di vivere infinitamente sempre più confortevole, circondato da apparecchiature raffinate di cui sembra non si possa più fare a meno³».*

Ma una casa davvero sostenibile è accessibile a tutti?

L'intensa ricerca da parte dell'uomo per le condizioni di comfort lo ha portato ad osservare l'architettura animale e il trogloditismo per poi realizzare archetipi bioclimatici. Si è passati così, dalle cavità naturali alle strutture addossate, dalle strutture ipogee, rupestri, intagliate alle strutture miste. Esempi emblematici di insediamenti urbani ipogei e rupestri sono i Complessi monastici in Armenia, i Sassi di Matera in Italia (dove si passa dalla grotta naturale, attraverso la palomba, al lammione), altre testimonianze in Cappadocia nell'Asia minore. Questi modelli dimostrano non solo la ricerca continua di canoni migliorativi delle condizioni abitative, ma anche l'ininterrotto rispetto della natura e dell'utilizzo di risorse locali, ma soprattutto del controllo delle variabili climatiche, come il sole e il vento; tutti fattori indispensabili a garantire le attività antropiche.

Alle nostre latitudini si svilupparono i modelli di Casa a Corte e di Casa a Patio, di Trullo e di Dammuso.

In zone a clima temperato, troviamo esempi di tecnologie che mirano alla qualità ambientale come:

- la *mashrabiya* è un elemento di facciata introdotta dai turchi nell'area meridionale. Poteva essere sovrapposta alle finestre, come una superficie esterna piana o essere ad abside sporgente verso l'esterno. Tipico sistema ligneo atto al raffrescamento degli ambienti;
- il *claustrum*, in materiale ligneo utilizzato nell'antico Egitto ma anche sfruttato in seguito dagli antichi romani. Sistema di schermatura ai raggi solari;
- il *malqaf* utilizzato in Egitto, poi successivamente diffusosi in varie forme e dimensioni, dal Nord America, attraverso il Medioriente, sino alle regioni del Pakistan e dell'Iran. Elemento costruttivo verticale per la captazione dell'aria al fine di ventilare i locali;
- meno utilizzato è il *lanternino*, per l'estrazione dell'aria, a forma ogivale e collocato al culmine di coperture voltate, utilizzato in Egitto ed in Iran;
- il *bàdgir (bagdi)*, elemento a funzione combinata per la captazione ed estrazione dell'aria, diffuso in Iran e nelle aree del Golfo. Trattasi di un sistema massiccio con struttura verticale che canalizza l'aria degli ambienti sottostanti innescando così dei moti convettivi;
- la *camera dello scirocco* utilizzata alcuni secoli fa in Sicilia. Si tratta di locali di diversa dimensione, costruiti quasi completamente sotto terra che lasciano un affaccio verso l'alto per garantire l'illuminazione naturale. I locali sono collegati all'edificio principale attraverso gallerie sotterranee, spesso percorse da canalette d'acqua, che contribuivano all'effetto di raffrescamento attraverso l'evaporazione;

² Cfr. Mario Grosso, *Il raffrescamento passivo degli edifici*. Maggioli Editore, Rimini 2011.

³ Cfr. Federico M. Butera, *Dalla caverna alla casa ecologica*. Edizioni Ambiente, Milano 2007.

LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICO-AMBIENTALE

La sostenibilità è riconosciuta, oggi, come requisito fondamentale per lo sviluppo della società contemporanea e delle città. Il concetto di sostenibilità caratterizza e definisce il rapporto ottimale tra uomo e natura, in qualsiasi forma esso si manifesti. L'utilizzo delle risorse naturali, il progresso delle tecnologie, l'incremento delle città e l'uso del territorio, questi sono i settori in cui la sostenibilità costituisce il cardine per il governo delle trasformazioni e dei processi coinvolti.

All'interno della sfida per lo sviluppo sostenibile delle città, un ruolo fondamentale è assunto dal mondo delle costruzioni e dell'edilizia.

Facilmente si può generare «*insostenibilità*» a causa dell'elevato impatto delle costruzioni nella società contemporanea.

Alla luce di ciò, la sostenibilità percorre un iter energetico-ambientale, che va dalla fase progettuale a quella realizzativa, dal rispetto della legislazione vigente alle norme tecniche di settore, per concludersi con uno stile di vita volto alla consapevolezza del rispetto dell'ambiente e dell'uomo; quindi segna tutte quelle tappe della «*green economy-social-construction*» che rappresentano un cammino arduo ma non impossibile.

2.1. Costruire ed abitare sostenibile

La progettazione bio ed eco compatibile dell'architettura, passa attraverso un insieme di metodologie e di valutazioni con strumenti analitici, nei quali si tiene in considerazione l'edificio in rapporto al suolo e agli spazi esterni, attraverso i suoi componenti edilizi, l'energia interna del singolo materiale da costruzione e i sistemi impiantistici, nonché l'intero ciclo di vita dell'edificio stesso.

Oggi, infatti le scelte funzionali, tecnologiche e morfologiche si applicano sin dal metaprogetto (fase concettuale), passando al progetto definitivo sino a giungere al progetto esecutivo, con l'obiettivo di integrarsi coerentemente con il clima e con l'uso razionale delle risorse ai fini della salvaguardia ambientale.

Attraverso l'analisi energetica-geobiofisica del sito, si approfondiscono i fattori geologici per rilevare le geopatologie; tramite la progettazione degli spazi esterni urbani, si effettua la valutazione della qualità ambientale, la riduzione delle radiazioni solari e il microclima urbano; con il piano del verde si ha il controllo microclimatico, l'osservazione delle prestazioni delle colture arboree per orti urbani e la scelta degli elementi vegetali autoctoni; trasversalmente si cerca di prevenire, controllando, l'inquinamento da gas radon; parallelamente si studia il ciclo dell'acqua sia sotto l'aspetto fisico-chimico che per quello impiantistico, altresì per la raccolta delle acque piovane e per l'uso razionale dei consumi idrici, per la realizzazione dei sistemi di fitodepurazione e depurazione, con riutilizzo, di acqua piovana o bianca.

Non meno importante è la scelta dei materiali edilizi, rivolgendo l'attenzione a prodotti basso-emissivi o provenienti da procedure di etichettatura; il controllo della qualità dell'aria interna, del benessere psicofisico, attraverso soluzioni tecnologiche, impiantistiche e distributive che garantiscono il benessere negli spazi confinati e il comfort termoigrometrico e per finire il controllo dei flussi e la gestione dei consumi energetici.

L'applicazione di tali accorgimenti favorisce tutte quelle buone prassi che inducono alla «*bio-o-eco-edilizia*». La bio-edilizia esalta il costruire nel rispetto della salute psico-fisica dell'uomo, ma non è da confondersi con l'eco-edilizia. Quest'ultima, infatti delinea l'arte del costruire nel rispetto dell'ambiente. Quindi costituiscono due dottrine diverse una agisce nel rispetto per l'uomo e l'altra per l'ambiente, entrambe sono comunque frutto di un processo di modellazione antropica.

La bio-edilizia, ha le sue radici nel 1955 con le osservazioni e le ricerche fatte da alcuni medici sul rapporto tra la salute di un soggetto fisico e l'ambiente che lo circonda; l'eco-edilizia, è nata negli Stati Uniti dopo la crisi del 1928 e si è diffusa a partire dagli anni '60 grazie ai movimenti ecologisti.

Altra cosa è l'abitare sostenibile, che rappresenta il modus operandi e l'agire dell'uomo all'interno e all'esterno degli edifici.

«Casa solare, casa bioclimatica, casa ecologica, casa efficiente, sono solo alcuni dei modi con cui si tenta di definire un modello di abitazione “ecologicamente corretto”, ma sono anche la conferma di quanta confusione ci sia nel cercare una definizione di casa “sostenibile”. La casa è infatti un tassello, molto importante facente parte di un sistema più complesso che comprende altri elementi: la rete dei trasporti che ne agevola la fruizione e le infrastrutture di servizi che ne garantiscono l'integrazione con il territorio. Una casa solare, bioclimatica, ecologica o efficiente rimane comunque un “oggetto”, con tutti i suoi limiti, se chi la vive non si pone il problema di cosa voglia dire realmente abitare in modo sostenibile. Una presa di coscienza nuova, quindi, necessaria e indispensabile, dalla quale non si può prescindere. Ridurre a un semplice bilancio energetico-ambientale il dialogo tra l'abitare e la sostenibilità può risultare abbastanza riduttivo; altre implicazioni devono essere considerate, come quella economica e quella sociale. Le implicazioni sociali dell'abitare sostenibile sono non meno importanti di quelle tecnologiche e ambientali, se è vero che la casa sostenibile, generando aspettative, diventa la cellula di un modo nuovo di vivere. Abbiamo a disposizione tutti gli ingredienti per accelerare questo cambiamento: da un lato la consapevolezza della limitatezza delle risorse energetiche da fonti convenzionali e gli effetti sul clima sia a livello globale che su scala locale, dall'altro la disponibilità di tecnologie alternative rispetto a quelle convenzionali che hanno raggiunto livelli prestazionali tali da essere competitive anche sul piano economico¹».

Come sopra descritto, le crisi petrolifere e l'aumento del costo dell'energia mutarono gli obiettivi progettuali. Si assistette ad un ritorno al passato e all'architettura vernacolare.

L'**architettura vernacolare** ha prodotto un ampio repertorio di edifici e di strutture insediative, nate dall'adattamento alle risorse disponibili, ai materiali locali, alle caratteristiche del sito e del clima in cui sorgono le costruzioni; legata, in particolare, al corso del sole e alla vita sociale e culturale.

¹ Cfr. Giuliano Dall'Ò, Annalisa Galante, *Abitare sostenibile*. Il Mulino, Bologna, 2010.

IL BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Il Parlamento Europeo, a seguito della Direttiva del 15 gennaio 2014, *European Union Public Procurement Directive (EUPPD)*, ha raccomandato l'utilizzo di strumenti elettronici supportati dalla tecnologia BIM, avviando il mondo delle costruzioni verso una vera e propria digitalizzazione della progettazione, coinvolgendo dunque soggetti provenienti da ambiti professionali differenti. Nasce, quindi, una nuova metodologia di progettazione digitale caratterizzata da una fase di modellazione in grado di rappresentare virtualmente e, allo stesso tempo, fedelmente la realtà, poiché nella progettazione oggi risultano ormai indispensabili informazioni di natura geometrica, strutturale ed energetica e una collaborazione efficace e organizzata tra tutte le figure professionali chiamate in causa.

Per comprendere più a fondo il nuovo scenario introdotto dal BIM è opportuno fare un passo indietro per analizzare come, nel corso degli anni, progettazione e modellazione abbiano assunto diverse sfaccettature e si siano sviluppate.

La modellazione tridimensionale con le informazioni in questo caso è sviluppata attraverso software BIM. La caratteristica di questi strumenti BIM va oltre la semplice modellazione tradizionale dei classici software CAD (modelli ottenuti tramite estrusioni o rivoluzione di superfici tipiche della geometria solida). Infatti la vera rivoluzione di questi software BIM arriva al concetto di modellazione parametrica, modellazione tridimensionale tramite l'uso di parametri e/o di script, adottando oggetti parametrici.

3.1. Le evoluzioni del processo di digitalizzazione

La transizione alla digitalizzazione passa attraverso il processo di industrializzazione, che risulta essere oggi giorno una via di adeguamento e anche inevitabile per lo sviluppo economico e sociale. Aspetto molto importante che lega l'uomo e la tecnologia, spiegato molto bene da Giuseppe O. Longo, teorico dell'informazione, con la nozione del Symbionte. Longo elaborò un concetto, espresso qui di seguito:

«Qui le mie premesse sono: primo, tra uomo e tecnologia non esiste distinzione netta, perché da sempre la tecnologia concorre a formare l'essenza dell'umano. Secondo, l'evoluzione della tecnologia contribuisce potentemente alla nostra evoluzione, anzi ormai (quasi) coincide con essa. Le due evoluzioni, biologica e tecnologica, sono intimamente intrecciate in un'evoluzione «biotecnologica», al cui centro sta l'unità evolutiva homo technologicus, una sorta di ibrido di biologia e tecnologia in via di continua trasformazione. Homo sapiens è sempre stato contaminato dalla tecnologia, cioè è sempre stato homo technologicus. In biologia si usa il termine «simbiosi» per indicare uno stretto rapporto di convivenza e di mutuo vantaggio tra due specie diverse. Pur con i limiti di ogni metafora, anche il rapporto tra l'uomo e la tecnologia si può considerare una simbiosi, la cui manifestazione fenotipica, homo technologicus, è appunto un

simbionte. Del resto l'uomo è in simbiosi, da sempre, non solo con i suoi strumenti ma anche con i batteri, i cibi, i medicinali, le piante, gli animali domestici»¹.

Questo concetto evidenzia come l'uomo sia strettamente legato al processo di industrializzazione e che quindi esaminare l'avvento della digitalizzazione passa proprio da eventi in cui le scoperte tecnologiche hanno segnato i periodi storici. In modo significativo le rivoluzioni industriali segnano proprio i momenti che ci hanno portato alla digitalizzazione.

Infatti la **Prima Rivoluzione Industriale** segnò l'epoca delle innovazioni tecnologiche e delle trasformazioni sociali. Nata in Inghilterra nel 1765, diffusasi in Europa e in America, contrassegnò l'era dell'energia idraulica e del vapore, dando il via agli impianti di produzione meccanica, tramite la macchina a vapore di James Watt. Fu proprio allora che arrivò la rivoluzione del vapore perché alla macchina per filare (telaio) venne applicata la macchina a vapore Watt alimentata a carbone. L'importanza storica della macchina a vapore fu enorme e la sua invenzione (nel 1769) consentì per la prima volta di produrre lavoro meccanico indipendentemente dalla disponibilità dei corsi d'acqua ad allora sfruttati. La fonte di energia utilizzata per far funzionare questo tipo di macchina era il carbone. Fu una rivoluzione che toccò principalmente i settori dell'agricoltura e dell'industria tessile. Il lavoro si spostò così nelle fabbriche e cambiò anche il modo di pensare e di vivere delle persone, la maggior parte delle quali si trasferiva in città. Toccò il suo apice intorno al 1830 e si concluse nel 1870.

Invece nella **Seconda Rivoluzione Industriale** si assistette ad un più rapido effetto che segnò l'avvento della produzione di massa. In questi anni vi furono risultati più prodigiosi che determinarono una trasformazione decisiva nella vita e nelle prospettive dell'uomo. Essa fu caratterizzata dall'espansione dell'economia capitalistica nei continenti africano ed asiatico, dal prevalere dell'industria pesante (metallurgica e meccanica) su quella leggera, dal concentrarsi di masse umane nelle grandi città, dalla diffusione di nuovi materiali (acciaio e gomma) e di nuove fonti di energia (petrolio ed elettricità). La produzione su scala mondiale si impennò vertiginosamente. Pertanto i decenni tra il secolo XIX ed il primo del XX si contraddistinsero per lo sviluppo industriale che raggiunse la sua piena maturità, tanto che si è potuto parlare di una seconda rivoluzione diversa dalla prima.

Lo sviluppo industriale fu sostenuto anche questa volta da invenzioni scientifiche e da processi tecnologici che consentirono un migliore sfruttamento delle materie prime ed una più elevata resa della produzione. Nel campo della metallurgia il «*convertitore*» sperimentato nel 1879 da Thomas consentì un notevole risparmio di tempi e di costi nel processo di trasformazione in acciaio dei materiali ferrosi.

La turbina a vapore progettata negli anni Ottanta in Inghilterra e in Svezia rivoluzionò le vecchie macchine a vapore rendendo possibili notevoli risparmi nelle spese e nei rifornimenti di combustibile. Un largo impiego di elettricità, quale fonte di energia meccanica, poté essere ottenuto con la costruzione di potenti centrali idroelettriche. L'introduzione dell'elettricità nei più diversi settori produttivi portò profondi mutamenti nell'economia dei singoli paesi e rinnovò molti procedimenti tecnici. L'invenzione della lampada a filamento di carbone, dovuta all'americano Edison (1878), rese possibile l'illuminazione elettrica delle grandi città nelle quali gradatamente venne eliminata l'illuminazione a gas, che pure era sembrata, qualche decennio prima, un importante

¹ Giuseppe O. Longo, *Il simbionte. Prove di umanità futura*. Meltemi, Milano 2003.

LA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE CON AUTODESK REVIT

La progettazione sostenibile con i software Autodesk risulta essere sempre più semplice e accessibile a progettisti, architetti e ingegneri che immaginano e realizzano edifici in tutto il mondo. Le tecnologie Autodesk per il *Building Information Modeling* (BIM), permettono di effettuare l'analisi energetica concettuale e la modellazione energetica aiutando infatti a ridurre gli sprechi di energia nella progettazione di edifici di nuova costruzione o da ristrutturare. Infatti Autodesk fornisce un'ampia gamma di funzionalità per visualizzare e simulare le prestazioni degli edifici nel loro contesto ambientale e valutare:

- l'impatto energetico dell'intero edificio, calcolando il consumo di energia e di emissioni di CO₂ su base annua, mensile, giornaliera e oraria, grazie a un database globale di informazioni meteo;
- le prestazioni termiche, valutando i carichi di riscaldamento e raffreddamento di interni e attrezzature;
- il consumo idrico, sia interno che esterno, e relativi costi;
- l'irraggiamento solare incidente su vetrate e superfici, in qualunque periodo dell'anno;
- l'illuminazione con luce diurna, controllando i livelli di illuminamento in qualunque punto del modello;
- le ombre e riflessioni, monitorando la posizione e il percorso del sole relativo al modello, per qualsiasi data, orario e ubicazione.

Inoltre tutti i clienti che si avvalgono dell'iscrizione ad Autodesk® Subscription nel momento di acquisto di un software come Autodesk REVIT, o di altre qualificate suite e prodotti, possono accedere gratuitamente a tutte le funzionalità di Autodesk® Green Building Studio®: un servizio di analisi energetica tramite applicazioni basate sul Web che possono aiutare architetti e progettisti a svolgere l'analisi di interi edifici, ottimizzare le prestazioni energetiche e puntare all'obiettivo emissioni zero già nelle fasi preliminari del processo di progettazione. Il servizio favorisce la progettazione condivisa, in quanto permette lo scambio e il trasferimento di informazioni con altri componenti del team che risultano essenziali per la progettazione architettonica.

4.1. Gli strumenti basilari per la progettazione

Autodesk REVIT è attualmente il leader nel mercato tra i diversi software BIM per la progettazione e la modellazione. Sviluppato specificamente per il *Building Information Modeling* (BIM), REVIT è un software di progettazione architettonica che consente a progettisti e costruttori di portare le idee dalla fase concettuale a quella di realizzazione con un approccio coordinato e omogeneo basato su modelli.

REVIT è un'unica applicazione che include funzionalità per la progettazione architettonica, per l'ingegneria MEP, per la progettazione strutturale e per la costruzione. REVIT asseconda

le idee dei progettisti e ottimizza il coordinamento multidisciplinare al fine di consentire la realizzazione di progetti architettonici, strutturali e impiantistici (MEP) di maggiore precisione e qualità; inoltre fornisce ai professionisti gli strumenti per valutare la fattibilità prima di iniziare la costruzione, utilizzando modelli intelligenti per comprenderne più rapidamente mezzi, metodi, materiali e il modo in cui essi interagiscono.

Il sistema Autodesk REVIT è strutturato mediante un database che permette di gestire tutti gli oggetti architettonici, strutturali e impiantistici; il software organizza questi oggetti tramite delle famiglie che costituiscono, quindi, il cuore essenziale di REVIT.

Per poter operare in modo logico l'organizzazione delle famiglie avviene secondo tre macro categorie principali:

- 1) *Famiglie di Sistema*;
- 2) *Famiglie Caricabili*;
- 3) *Famiglie Locali* (cfr. figura 4.1).

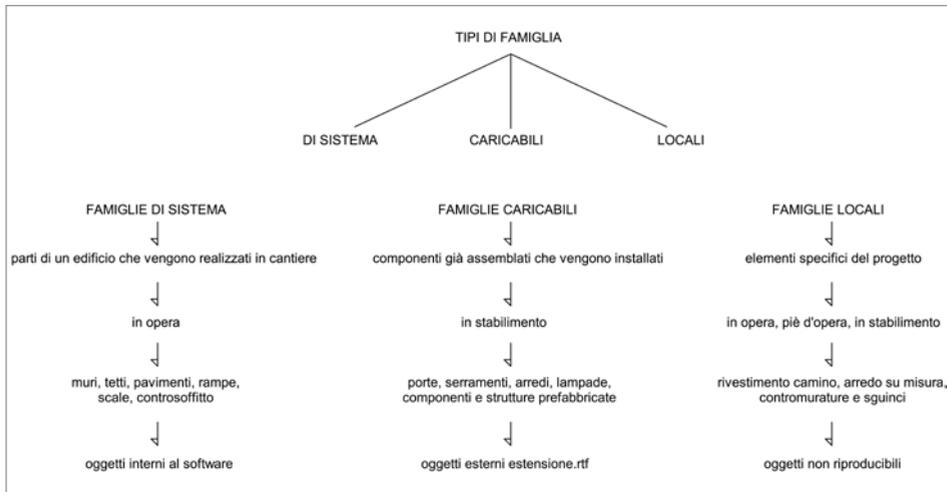


Figura 4.1. *Tipi di famiglia*

Le *Famiglie* rappresentano i tasselli con i quali si concretizza un edificio con la sua relativa modellazione e documentazione all'interno di REVIT, tramite l'utilizzo di oggetti suddivisi per categorie in *Annotazione*, *Modello* e *Viste* (cfr. figura 4.2).

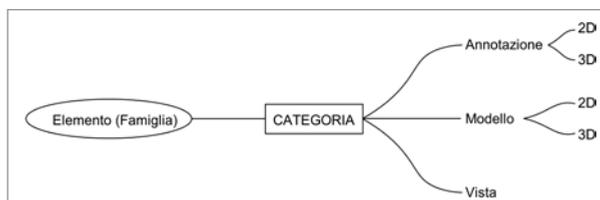


Figura 4.2. *Categorie di famiglia*

LA PROGETTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE CON LOGICAL SOFT TERMOLOG EPIX

LOGICAL SOFT mette a disposizione TERMOLOG Epix con una gamma di prodotti completa, che accompagna la progettazione nelle diverse fasi dell'analisi energetica.

TERMOLOG EPIX è un software BIM per la certificazione, il progetto, la contabilizzazione e la diagnosi degli edifici, adatto sia alle nuove costruzioni che alla riqualificazione energetica degli edifici. Progetta qualsiasi sistema edificio-impianto, redige la Legge 10 ed esegue le verifiche per edifici tradizionali ed edifici ad alta efficienza energetica secondo gli standard nZEB e le verifiche secondo i criteri CAM.

Il presente testo non vuole essere un manuale di utilizzo integrale del software ma da un lato vuole avviare i progettisti neofiti nel settore architettonico ed energetico-ambientale ad un più consapevole utilizzo delle tecnologie BIM, dall'altro indirizzare il progettista esperto che già adopera tali software all'utilizzo dei moduli in una logica BIM.

Vediamo adesso in questo capitolo come importare dei file da REVIT in TERMOLOG ed effettuare sia le verifiche nZEB che le verifiche CAM.

5.1. Impostazione dei file

Per ottimizzare l'importazione in TERMOLOG di un modello creato in REVIT è consigliabile modellare gli elementi costruttivi piano per piano, con particolare riferimento alle pareti perimetrali. Ogni piano in REVIT avrà quindi la propria parete vincolata al livello; sono da evitare pareti a tutta altezza che partono dalla base dell'edificio giungendo sino alla sommità.

Il software è in grado di leggere i file IFC indipendentemente dal programma che lo ha generato, a condizione che questo sia stato creato secondo criteri di modellazione prestabiliti. Pertanto è consigliabile seguire alcune accortezze in fase di modellazione:

- **I LOCALI** rappresentano l'entità fondamentale che consente il riconoscimento grafico di tutti gli elementi disperdenti. All'interno del modello BIM è necessario definire i locali che devono esser tangenti ed accostarsi alle pareti laterali, al pavimento sottostante ed al soffitto superiore senza compenetrarsi o rimanerne distanti. Indipendentemente dal Software CAD 3D utilizzato, i locali devono essere salvati all'interno del file IFC come oggetti *ifeSpace*.
- **IL FILO di RIFERIMENTO** utilizzato nell'inserimento degli elementi architettonici durante la modellazione in REVIT deve essere sempre con lo stesso allineamento, ovvero è preferibile modellare le pareti dell'edificio avendo cura di uniformare l'asse di riferimento (esterno, interno, centrale o in corrispondenza di uno strato o del nucleo) in modo tale da ottimizzare il raccordo degli elementi all'interno di TERMOLOG.

- **I LIVELLI** devono essere un riferimento per i vari piani in TERMOLOG, per esserlo è opportuno modellare in REVIT gli elementi dell'edificio per livelli in modo tale da avere una corrispondenza immediata in TERMOLOG. Si consiglia per esempio la modellazione delle pareti perimetrali agganciandole livello per livello senza creare una parete unica per tutta l'altezza dell'edificio.
- **LE PARETI SPEZZATE** risultano essere efficaci in TERMOLOG per riconoscere le dispersioni termiche per singoli ambienti. È consigliabile modellare in REVIT le pareti per singoli ambienti. Nel caso in cui non fosse possibile TERMOLOG mette a disposizione un comando apposito per spezzare le pareti in corrispondenza di setti che delimitano locali differenti in fase di importazione. Tuttavia per i modelli di grosse dimensioni è consigliabile spezzare le pareti all'interno del software CAD 3D per abbattere il tempo di importazione.
- **I GIUNTI DEI MURI** realizzati in REVIT si ottengono flaggando la soluzione a «Giunto d'angolo» e selezionando l'opzione «Calcola Giunto».

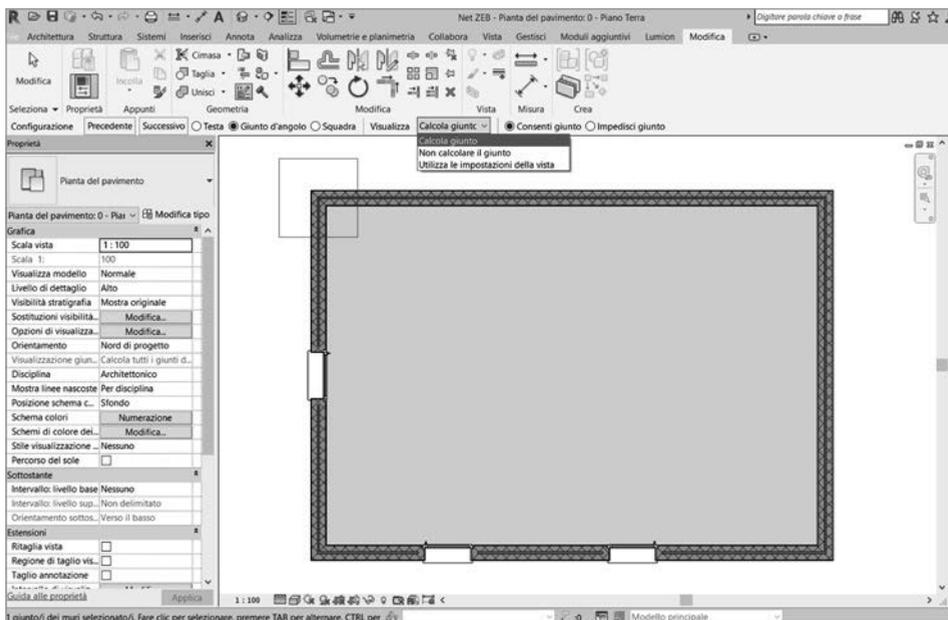


Figura 5.1. Gestione dei giunti in Autodesk REVIT

Nel caso si voglia procedere con l'esportazione da REVIT in TERMOLOG in formato IFC 4, è necessario selezionare l'opzione IFC4 *Design Transfer View*.

Per una resa ottimale in fase di esportazione da REVIT è consigliabile l'utilizzo degli esportatori IFC 2x3 *Extended FM Handover View* e IFC2x3 *Coordination View 2.0* nella schermata di esportazione dei file IFC.

CASO STUDIO 1 – PROGETTARE UN NET ZEB

Il caso studio vede la progettazione di un edificio unifamiliare dallo standard Net ZEB.

La progettazione dell'edificio prevede la demolizione di un edificio esistente e la ricostruzione. La redazione del progetto è stata condotta inizialmente tramite software 2D come AutoCAD ed implementata successivamente in ambito BIM REVIT.

Pertanto, partendo da elaborati grafici bidimensionali si è passato alla elaborazione di un modello energetico in REVIT per la ricerca di una forma che limitasse le dispersioni energetiche. Sviluppate le simulazioni energetiche si è ricavato il concept architettonico compatibile ai fabbisogni energetici. Il modello architettonico sviluppato in REVIT ha permesso di condurre le analisi solare e di illuminazione. Si è poi sviluppato il progetto nel dettaglio secondo i criteri dell'architettura sostenibile. Infine, si è successivamente esportato il modello in TERMOLG per effettuare il calcolo energetico secondo il D.M. Requisiti Minimi, analizzando in particolare modo le verifiche richieste per gli edifici NZEB.

6.1. Caso studio edilizia privata: edificio unifamiliare

Nel rispetto dell'ambiente e delle risorse naturali l'intervento qui proposto consiste nella progettazione di un nuovo edificio secondo i criteri degli edifici ad alte prestazioni energetiche.

L'area di progetto ricade in «Zona Climatica C» ed è situata a Militello in Val di Catania (CT), zona collinare, dove si ergono due fabbricati vetusti.

L'intervento di progetto tiene conto dell'opportunità di intervenire sul costruito, evitando il consumo di nuovo suolo. Infatti, solo dopo aver condotto delle valutazioni generali tecnico-economiche, si è optato di intervenire con una rigenerazione dell'esistente. Con il termine di «Rigenerazione» si intende, oggi, una grande varietà di miglioramenti che possono essere condotti sugli edifici esistenti e, nei casi più estremi, la demolizione e ricostruzione dell'esistente.



Figura 6.1. Consumo di suolo

Tale operazione permette di rimanere in linea con gli obiettivi prefissati dalla UE per consumo di suolo nullo al 2050. Infatti l'obiettivo dell'azzeramento del consumo di suolo è stato definito a livello europeo già con la *Strategia tematica per la protezione del suolo del 2006*, che ha sottolineato la necessità di porre in essere buone pratiche per ridurre gli effetti negativi del consumo di suolo e, in particolare, della sua forma più evidente e irreversibile: l'impermeabilizzazione (*soil sealing*). Entro il 2020 le politiche comunitarie dovranno, perciò, tenere conto dei loro impatti diretti e indiretti sull'uso del territorio.

Pertanto l'optare per un nuovo edificio è stata una scelta attenta al caso specifico. L'intervento, dunque, consiste nella demolizione e ricostruzione della casa secondo i criteri degli edifici Net ZEB, ovvero di un edificio residenziale (monofamiliare) di tipo isolato a quasi zero energia.

È importante notare la tipologia di edificio monofamiliare in questione, poiché essa costituisce una grossa fetta del patrimonio edilizio italiano. Infatti, in Italia ci sono 12 milioni di edifici residenziali, per un totale di 31 milioni di abitazioni, di cui il 77% è occupato da persone residenti (24 milioni). La maggioranza di questi edifici è monofamiliare (61,5%) e gli edifici con più di 9 abitazioni sono una minoranza (4,3%).

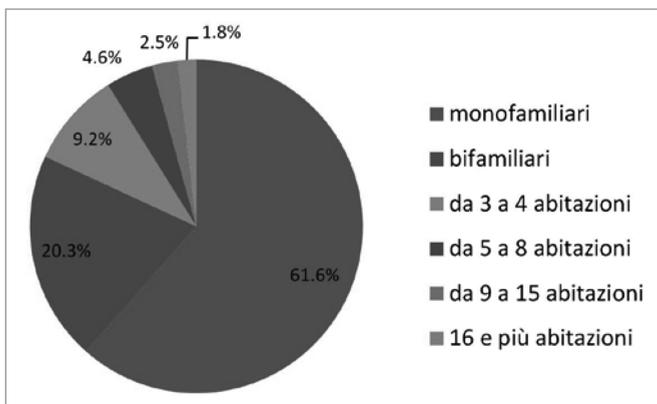


Figura 6.2. Situazione abitativa Italiana (Fonte ENEA)

La risposta risiede in una progettazione architettonica seguendo gli archetipi tipici del mediterraneo e in linea con i criteri dell'architettura bioclimatica, che soddisfa i requisiti di comfort con un controllo passivo del microclima, al fine di minimizzare l'uso di impianti meccanici e massimizzare l'efficienza degli scambi energetici tra edificio e ambiente naturale circostante. Quanto detto consente di utilizzare i concetti di base per rendere l'edificio quanto più autosostenibile.

6.1.1. Premessa

Dal punto di vista normativo il nuovo intervento vede il «Decreto dei requisiti minimi» (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* 15/07/2015, n. 162 e in vigore dal 1° ottobre 2015), in cui lo ZEB è definito come edificio che rispetta tutti i requisiti minimi vigenti, cioè i nuovi limiti previsti dal decreto, e che rispetta l'obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili previsto da D.L. n. 28 del 3 marzo 2011.

CASO STUDIO 2 – RIQUALIFICARE SECONDO I CAM

Questo caso studio, interventi di recupero su di un fabbricato adibito a uso scolastico, presenta un esempio di progettazione integrata ove l'integrazione architettonica ed energetica si sono fuse in un unico processo di progettazione di tipo BIM. Le strategie energetiche sono state analizzate con il software TERMOLOG che ha visto l'importazione del file IFC scambiato con REVIT: il modello è stato valutato con l'analisi semi-stazionaria in conformità al D.M. 26 giugno 2015 e con la simulazione di tipo dinamico orario secondo la UNI EN ISO 52016 per verificare l'effettivo comfort degli occupanti e dimensionare l'impianto in base al suo utilizzo reale. Tale progetto, di innovazione e sostenibilità, rappresenta una occasione per una riqualificazione energetico-ambientale per combinare nuove tecnologie informatiche, obblighi e verifiche di legge.

Per la redazione del progetto è stato utilizzato il BIM per sperimentare ed anticipare la scadenza dell'obbligatorietà all'introduzione di tale tecnologia da parte delle stazioni appaltanti per importi inferiori ad un milione di euro a decorrere dal 1° gennaio 2025. Tramite gli interventi in progetto l'edificio presenterà le prestazioni di un Net ZEB, come previsto dalla Legge n. 90/2013 a partire dal 2019. In termini di impatto ambientale, le scelte progettuali adottate sono il risultato di uno studio analitico dei requisiti prestazionali dei protocolli energetico-ambientali e le linee guida dettate dalla UNI/PdR 13:2015 sulla sostenibilità ambientale nelle costruzioni. In tale ottica sono state seguite, in fase di progettazione, le indicazioni dei Decreti CAM, che prevedono un approccio sostenibile nel settore dell'edilizia pubblica. Pertanto, un asilo ad elevate caratteristiche di innovazione e sostenibilità diviene occasione di apprendimento per gli stessi alunni.

7.1. Caso studio edilizia pubblica: edificio scolastico

La metodologia di studio proposta, a supporto della progettazione ecocompatibile, consente attraverso un'analisi LCA semplificata di valutare l'impatto ambientale sia alla scala dell'elemento tecnico che alla scala dell'edificio, nonché di comparare i profili ambientali di più soluzioni tecniche alternative al fine di individuarne quella più premiante. I CAM Edilizia consentono alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un'ottica di ciclo di vita (LCA).

A fronte della laboriosità che l'analisi del ciclo di vita di un edificio comporta a seguito di elevati usi di materiali da costruzione, le dichiarazioni ambientali di tipo III (EPD) consentono al progettista di condurre un'analisi delle prestazioni ambientali semplificata.

Dunque, a partire dalle EPD raccolte per dimostrare il rispetto dei criteri ambientali minimi (CAM Edilizia) ed in particolare per le specifiche tecniche dei componenti edilizi, è possibile arrivare alla determinazione degli impatti ambientali.

Sulla base di queste premesse, essendo ciascun prodotto dotato di una propria dichiarazione ambientale di prodotto EPD, è possibile giungere alla dichiarazione ambientale complessiva

di un edificio attraverso la somma delle singole EPD, considerando perciò l'edificio come il risultato di un processo sofisticato di assemblaggio e posa in opera di prodotti. Analogamente è possibile determinare l'EPD di un elemento tecnico attraverso la sommatoria delle EPD dei prodotti che la costituiscono e sarà possibile effettuare delle scelte in un'ottica di eco design.

Inoltre, gli interventi di riqualificazione energetico-ambientale, adottati nel caso studio qui proposto, permettono al sistema edificio/impianto di garantire ottime performance energetiche e, tramite gli stessi, si riuscirà a diminuire in maniera significativa le quantità di energia necessarie al raggiungimento dei prescritti livelli di comfort degli ambienti, con positive ricadute sull'utenza, sull'ambiente e sugli aspetti gestionali ed economici legati ad un minor onere derivante dalla riduzione dei consumi energetici. Allo stato attuale delle cose l'edificio presenta una Classe D e consumi pari a 285,81 kWh/m² anno, con gli opportuni interventi presenterà una Classe A4 e consumi pari a 27,29 kWh/m² anno, come meglio descritto a seguire.

Per il calcolo della prestazione energetica e della determinazione del fabbisogno di energia, sono state considerate le possibili valutazioni di calcolo messe a disposizione dalla normativa. Per una più esaustiva interpretazione dei dati si riportano le indicazioni sulle metodologie di calcolo consentite dalla attuale norma.

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto (Design Rating)	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire, Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard (Asset Rating)	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza (Tailored rating)	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

Figura 7.1. Tipi di valutazioni energetiche

7.1.1. Premessa

L'oggetto dello studio è un edificio destinato ad asilo nido del comune di Militello in Val di Catania (CT), sottoposto ad un intervento di rigenerazione volto al perseguimento degli obiettivi individuati dall'amministrazione comunale per il potenziamento dell'attività educativa.

Propedeutica alla fase progettuale è stata l'analisi dello stato di fatto che ha permesso di stabilire quali interventi perseguire conformemente agli obiettivi della committenza.

A seguito di tale attività si sono riscontrati elementi sui quali si è ritenuto opportuno intervenire, optando per degli interventi di miglioramento dei servizi all'infanzia e ampliando l'apertura dell'asilo nido al territorio, offrendo un nuovo progetto educativo e pedagogico oltre le ore scolastiche, nonché la predisposizione di interventi di riqualificazione energetico-ambientale dell'edificio col fine di conseguire sia un *retrofit* energetico che un benessere ambientale.

7.1.2. Inquadramento

L'edificio risale agli anni '70 del 900 ed ha superficie coperta di circa 358 m² e ricade all'interno della zona territoriale omogenea B1 nel vigente PRG. Si tratta di una costruzione isolata che sorge all'interno di un lotto ad uso esclusivo la cui sistemazione esterna, per la parte non occupata dall'edificio, comprende delle aiuole e delle aree pavimentate; in particolare lungo l'intero perimetro del fabbricato è presente la detta pavimentazione, non essendoci aiuole adiacenti.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il processo evolutivo che ci porta ad affrontare il problema dell'abitare sostenibile, ovvero la realizzazione di edifici energeticamente efficienti ed ecocompatibili, è un processo che si è già avviato, pur con mille difficoltà, nella consapevolezza che le risorse energetiche da fonte fossile si stanno esaurendo e che i cambiamenti climatici già da tempo mostrano i loro effetti.

Nel settore delle costruzioni, si delineano due percorsi, da un lato l'efficienza energetica che parte da una corretta progettazione dell'involucro e dallo sfruttare il più possibile le fonti energetiche rinnovabili FER, dall'altro le valutazioni ambientali attraverso la definizione di indicatori di impatto di ogni singolo prodotto e di ogni fase lavorativa nell'intero ciclo di vita dell'edificio. Combinando opportunamente performance energetiche ed ambientali è possibile giungere alla realizzazione di edifici sostenibili.

In sintesi, nella prima parte del volume è possibile apprendere le nozioni, del passato, che stanno alla base del saper fare architettura ecocompatibile e tracciare le linee guida per la progettazione sostenibile attraverso la verifica degli edifici ad energia quasi zero e del rispetto dei criteri ambientali minimi.

L'obiettivo dei casi studio proposti focalizza l'attenzione sulle verifiche degli edifici ad energia quasi zero (Net ZEB) e dei criteri ambientali minimi (CAM), procedendo all'elaborazione come da normativa, implementando il tutto con delle soluzioni di tipo architettonico ed impiantistico.

In prima istanza possiamo affermare che le analisi energetiche affrontate, secondo modelli energetici analitici (EAM) in ambiente BIM, possono supportare il progettista verso scelte mirate alla riduzione del fabbisogno energetico senza compromettere i livelli di comfort termico atteso. La simulazione energetica dinamica oraria risulta essere un ottimo strumento guida e di supporto verso scelte tecnologiche ed economicamente sostenibili ai fini del processo di progettazione di edifici ad altissima efficienza energetica (Net ZEB). Tuttavia, tale approccio è ancora scarsamente diffuso.

Analogamente i CAM Edilizia forniscono «*indicazioni ambientali*» collegati, esclusivamente, alle diverse fasi delle procedure di LL.PP volti a qualificare i materiali e le figure fisiche, in gioco, lungo l'intero ciclo di vita del processo edilizio per la riduzione dell'impatto ambientale. I CAM sono un utile strumento di indirizzo per una progettazione ecocompatibile, tuttavia non consentono di controllare i parametri di «*impatto ambientale*» da un punto di vista scientifico. Tale criticità può essere superata dal progettista attraverso l'utilizzo di strumenti basati sulla metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA) applicata a scala di edificio, al fine di quantificare e di conseguenza mitigare il danno ambientale.

Pertanto, la realizzazione di un edificio a «*emissioni zero*» è fattibile più di quanto si possa immaginare. Le strategie per ottenere questo risultato esistono e vengono in gran parte quotidianamente utilizzate.

Nella pubblicazione, a conclusione della prima parte è stata trattata l'introduzione alla digitalizzazione che ha visto l'avvento del CAD prima, del BIM dopo.

Attraverso una panoramica sull'utilizzo del *Building Information Modeling* è stato possibile comprendere come tale digitalizzazione possa essere finalizzata alla progettazione sostenibile.

Ambizione della presente pubblicazione non è fornire delle ricette per la soluzione dei problemi legati alla progettazione di architetture ecocompatibili, ma quella di offrire degli spunti sull'utilizzo di software OpenBIM con approccio sostenibile.

La digitalizzazione in ambiente BIM è stata trattata più a fondo nel corso della seconda parte del testo, con un focus sull'utilizzo dei software Autodesk e Logical Soft.

In primo luogo è emerso che il modello BIM offre la possibilità di memorizzare ed estrarre i dati geometrici, evitando la ridondanza e la ripetizione degli stessi nel passaggio da un software all'altro. Tale possibilità permette il controllo in itinere della progettazione verificando in tempo reale se le modifiche apportate al design dell'edificio influenzano i risultati di una simulazione energetica. Infatti, utilizzare la modellazione energetica e le valutazioni ambientali in ambiente BIM in modo appropriato durante le fasi iniziali della progettazione, può aiutare a definire le tecnologie energetiche più efficienti, le attrezzature meccaniche da impiegare, i componenti e i materiali da costruzione a minor impatto ambientale e massimizzare l'uso delle energie rinnovabili ai fini del risparmio energetico.

A paragone della modellazione energetica tradizionale, dunque, i vantaggi sono numerosi in termini di costi, tempi, efficienza e accuratezza dei risultati. Nello stesso tempo si genera una mole di informazioni utili per il miglioramento delle performance energetico-ambientali, ma alcune di esse potranno esser gestite in maniera esclusiva solo dal software nativo. Alla luce di questa considerazione la condivisione delle informazioni risulta essere strettamente legata all'evoluzione tecnologica delle applicazioni BIM.

Un modello BIM come abbiamo visto tende ad essere un contenitore globale di dati. Da questo database centrale non sempre è possibile estrarre informazioni per scopi diversi da quelli geometrici, come accade per l'analisi e la modellazione energetica, la valutazione del ciclo di vita dell'edificio, ecc.

Per quanto riguarda la terza ed ultima parte del volume, ovvero quella relativa ai due casi studio è stato possibile riscontrare come dalle simulazioni energetiche iniziali, condotte sin dalla ricerca della forma, trattandosi di nuova costruzione nel primo caso, e nella individuazione degli interventi migliorativi su edifici esistenti come nel secondo progetto, si è potuto delineare l'ottimizzazione energetica dell'edificio e conseguire le performance ricercate.

È stato necessario reiterare più volte le analisi energetiche in entrambi i software, ai fini di migliorare le prestazioni dell'edificio a discapito del tempo impiegato per le simulazioni; mentre per le valutazioni ambientali non riusciamo ad avere un approccio semplificato. Infatti gli indicatori specifici utilizzati nell'analisi *life cycle*, possono essere considerati attraverso l'ausilio di software esterni o nel migliore dei casi con applicazioni di terze parti, ad esempio Tally^{®1} o One Click LCA^{®2}.

Per quanto riguarda la modellazione per l'analisi energetica, sono emerse diverse criticità, in cui la definizione di attributi di natura termo-fisica, la definizione di zone termiche, le dimensioni

¹ <https://choosetally.com/>

² <https://www.oneclicklca.com/>

Il software TERMOLOG Academy

L'acquisto della presente pubblicazione fornisce una licenza d'uso gratuita di 4 mesi per l'utilizzo di **TERMOLOG Academy** di Logical Soft, il software BIM per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici.

Attivazione del software TERMOLOG Academy

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0090_7.php

- 2) Inserire i codici "A" e "B" (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**];
- 3) **Utenti già registrati su www.grafill.it**: inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d'uso e cliccare [**Continua**];
- 4) **Utenti non ancora registrati su www.grafill.it**: cliccare [**Iscriviti**], compilare il form di registrazione e cliccare [**Iscriviti**], accettare la licenza d'uso e cliccare [**Continua**];
- 5) La procedura di attivazione a **TERMOLOG Academy** sarà inviata all'indirizzo e-mail riportato nel form di registrazione.

L'avvento del BIM (*Building Information Modeling*) rappresenta un'occasione per coniugare il binomio tra le tematiche della sostenibilità e della digitalizzazione nel settore delle costruzioni.

Il volume è costituito da una prima parte introduttiva che affronta una cronistoria sulle buone prassi del costruire sostenibile in architettura e sull'evoluzione del processo di digitalizzazione dell'ambiente costruito. Un excursus temporale che permette di individuare le motivazioni che da un lato hanno portato allo sviluppo di politiche energetico-ambientali per la tutela e la salvaguardia dell'ambiente, dall'altro lato l'emanazione di leggi e norme che permettono di standardizzare modelli per la progettazione sostenibile, che permettono di realizzare edifici energeticamente efficienti secondo il target Net ZEB e a minor impatto ambientale mediante l'adozione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM). In questo contesto l'evoluzione tecnologica, le competenze professionali e lo sviluppo di software risultano essere la chiave di volta per la digitalizzazione avanzata nel settore edile in ambito pubblico e privato.

Una seconda parte del testo mostra l'utilizzo di due software BIM, Revit come BIM Authoring e Termolog Epix come BIM Uses. Tramite l'ausilio combinato di tali software è possibile effettuare analisi solare, dell'illuminazione ed energetica oltre che condurre le verifiche sia per gli edifici ad energia quasi zero che per i criteri ambientali minimi. I contenuti descrivono gli strumenti che permettono di sviluppare progetti con un approccio sostenibile a partire dalla fase embrionale del progetto sino alla completa implementazione.

Nella terza ed ultima parte, il volume propone due casi studio che affrontano le tematiche della progettazione sostenibile in ambito BIM. Nello specifico il primo caso studio, di edilizia privata, riguarda la progettazione di una nuova costruzione unifamiliare, mentre il secondo caso studio, di edilizia pubblica, vede l'intervento di ristrutturazione di un edificio scolastico. Tramite l'approfondimento dei due casi studio verranno descritti gli approcci adottati per condurre le simulazioni energetiche e le valutazioni ambientali, mediante l'utilizzo dei due software, al fine di illustrare operativamente le metodologie descritte in precedenza nella seconda parte del volume.

A conclusione si riportano delle considerazioni sulle criticità affrontate durante l'intero flusso di lavoro e riscontrate nell'utilizzo dei software.

SOFTWARE INCLUSO

L'acquisto della presente pubblicazione fornisce una licenza d'uso gratuita di 4 mesi per l'utilizzo di **TERMOLOG Academy** di Logical Soft, il software BIM per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici.

Eddy Vito Maria Lo Bianco, Ingegnere e Architetto, esperto in tecnologie per la progettazione sostenibile e analisi energetica degli edifici in ambiente BIM. È docente presso l'Università di Palermo e presso la Fondazione ITS Efficienza Energetica di Enna, collabora con ISEGNO come BIM Coordinator ed è BIM Instructor presso aziende e centri di formazione nel settore Architecture, Energy & MEP.

