POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria meccanica

Tesi di Laurea Magistrale

Progettazione integrata e sostenibile di un nuovo edificio residenziale – applicazione del protocollo LEED for Homes



Candidato

Pietro Fois

Relatore

Prof. Marco Carlo Masoero (DENERG – Politecnico di Torino)

Correlatore

Ing. Giuseppe Bonfante (Onleco S.r.l.)

ABSTRACT

L'obiettivo del seguente elaborato è l'illustrazione del percorso di progettazione integrata di un nuovo edificio ad uso residenziale, analizzando tutti gli aspetti che interessano tale programma.

Per progettazione integrata si intende il coordinamento di tutte le discipline coinvolte nella realizzazione di un progetto, al fine di conseguire in maniera ottimale un obiettivo comune. In questo particolare caso è stato posto l'accento sulla sostenibilità ambientale, tema di attuale rilevanza, ed in particolare su una valutazione preliminare per il perseguimento della certificazione LEED for Homes promossa dalla USGBC (U.S. Green Building Council).

Partendo dallo studio della normativa vigente in Italia e nella regione dove sorgerà l'edificio, si sono posti i limiti dei requisiti minimi che l'unità abitativa deve soddisfare in termini di prestazioni energetiche.

In accordo con le indicazioni date dal team incaricato della progettazione architettonica, in merito alle caratteristiche strutturali dell'edificio, si è proceduto con la modellazione energetica dell'unità abitativa, implementando tali caratteristiche su un software di simulazione dedicato.

Il modello sviluppato insieme alla progettazione degli impianti meccanici, degli impianti elettrici, del sistema domotico, e dell'analisi del protocollo LEED si sono mosse parallelamente in modo da convergere sinergicamente verso il comune obiettivo di ottenere una casa sostenibile, confortevole, funzionale ed efficiente.

Dalla modellazione energetica si è passati alla progettazione degli impianti meccanici (impianto di riscaldamento e climatizzazione) volti ad ottenere un sistema efficiente e flessibile in accordo con gli OPR (Owner Project Requirements) concordati con il cliente. Le scelte tecnologiche compiute in quest'ambito sono state fatte sfruttando efficacemente le fonti di energia rinnovabile (solare termico e solare fotovoltaico). Le grandezze di riferimento alla progettazione e al dimensionamento degli impianti meccanici sono concordi con i requisiti di sostenibilità proposti dal protocollo LEED.

Analogamente lo sviluppo dell'impianto elettrico segue le esigenze della committenza in merito alla distribuzione degli ambienti, alle logiche del progetto degli impianti meccanici ed alle esigenze di sostenibilità e all'efficienza Energetica Attiva Secondo la Normativa Europea UNI EN 15232.

L'applicazione del protocollo LEED for Homes prende avvio dalla verifica dei minimum mandatory requirements, ovvero i requisiti minimi che l'edificio deve soddisfare affinché sia certificabile, segue quindi una dettagliata valutazione dei crediti ottenuti ed ottenibili sulla base delle scelte progettuali. L'approccio, definito a ragione olistico, mette in relazione tutte le professionalità che compongono il team progettuale in tutti gli ambiti della costruzione: localizzazione e trasporti, sostenibilità del sito, gestione delle acque, energia e atmosfera, materiali e risorse, qualità ambientale interna.

Assodato l'impatto ambientale che una qualsiasi opera antropizzata costituisce, l'elaborato evidenzia l'importanza di affrontare la progettazione edilizia seguendo una linea guida come quella di un protocollo per la certificazione della sostenibilità, unica garanzia nel settore immobiliare per dare una risposta efficace al tema dell'emergenza ambientale senza rinunciare allo sviluppo economico.

Sommario

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE	7
1. ENERGIA	11
1.1 Inquadramento normativo	11
1.2 Il modello energetico	14
1.3 Metodo semi-stazionario e metodo dinamico	22
2. IMPIANTI MECCANICI	24
2.1 Generalità	24
2.2 Descrizione delle opere	24
2.2.1 Impianto idrico-sanitario	25
2.2.2 Impianto di produzione acqua calda sanitaria	27
2.2.3 Impianto solare termico	29
2.2.4 Impianto di riscaldamento a radiatori	31
2.2.5 Impianto di climatizzazione con pompe di calore	33
2.2.6 Impianto di ventilazione ed estrazione	39
3. IMPIANTI ELETTRICI	41
3.1 Generalità	41
3.2 Cenni normativi	42
3.3 Dati di base	43
3.4 Descrizione delle opere	45
3.4.1 Impianto di produzione centralizzato energia elettrica	47
3.4.2 Impianto luce	49
3.4.3 Impianto forza motrice	50
4. DOMOTICA	51
4.1 Generalità	53
4.2 Architettura e struttura dei BACS e TBMS	54
4.3 Classificazione in termini di efficienza energetica	55
4.3.1 Metodo dei fattori di BAC	56
4.4 Impianto domotico	59
4.4.1 Controllo remoto del clima	60
4.4.2 Controllo remoto antintrusione e TVCC	61
4.4.3 Accensione automatica luci e dimmerizzazione	61
4.4.4 Comando tende oscuranti	62
4.4.5 Apertura serranda box e dissuasore mobile per parcheggio esterno	62
4.4.6 Serrature ingressi automatiche	62

5. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	63
5.1 Inquadramento socio-culturale	63
5.2 Assemblea generale Nazioni Unite 25 Settembre 2015	67
5.2.1 Obiettivi per lo sviluppo sostenibile	68
5.3 La certificazione LEED	70
5.4 Analisi del progetto	73
5.4.1 MPR (minimum program requirements)	74
5.4.2 I crediti	80
6. ACUSTICA	100
6.1 Generalità	100
6.2 Inquadramento normativo	102
6.2.1 Valutazione previsionale di impatto acustico	102
6.2.2 Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi	103
6.3 Descrizione attività	104
6.3.1 Valutazione previsionale di impatto acustico	104
6.3.2 Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi	108
7 CENNI DI PROJECT MANAGEMENT E VALIDAZIONE PROGETTO	110
7.1 Generalità	110
7.2 Attività relative al progetto	111
7.3 Verifica e validazione del progetto	113
7.3.1 L'attività di verifica	113
7.3.2 La validazione del progetto	114
ELENCO ALLEGATI	115
DIDLIOCDAEIA	116

INTRODUZIONE

Il presente lavoro è stato sviluppato all'interno della società di consulenza Onleco S.r.l., che opera nei settori dell'ingegneria svolgendo consulenza in energetica, acustica e sostenibilità ambientale. In particolare:

- acustica ambientale, edilizia e architettonica;
- diagnosi, certificazione e firma energetica;
- riqualificazioni, incentivi ed eco detrazioni;
- monitoraggio, impianti e smart building;
- LEED, commissioning e TAB services;
- Ricerca & Sperimentazioni.

Onleco opera in partnership con la società di progettazione e consulenza PROECO, la quale si occupa nello specifico dello sviluppo progettuale e della direzione lavori integrale degli impianti tecnologici meccanici, elettrici e progettazione antincendio.

Al sottoscritto candidato, guidato dall'esperienza del team di progettazione delle due società sopracitate, è stato permesso di maturare una prima esperienza di progettazione integrata relativa al lavoro descritto in tale elaborato, prendendo parte attiva nello sviluppo sia dell'attività di consulenza svolta dalla società Onleco che di progettazione impiantistica svolta da PROECO. Nel contempo i temi affrontati sono stati anche approfonditi dal punto di vista teorico e normativo dando così al sottoscritto l'opportunità di acquisire nuove conoscenze e uno sguardo complessivo sullo stato dell'arte e sulle opportunità future della progettazione integrata.

Con **progettazione integrata** si intende un approccio multidisciplinare che integra professionalità e specifiche competenze, atte alla realizzazione di un comune obiettivo: si intende coordinare le varie aree disciplinari coinvolte nel piano di lavoro, affinché queste si muovano in maniera sinergica al fine di ottenere le soluzioni ottimali per la soddisfazione del programma progettuale.

Il presente lavoro illustra tale esperienza, soffermandosi in particolar modo sull'aspetto della sostenibilità ambientale (nel caso specifico nella valutazione per la certificazione LEED), arricchita dagli approfondimenti teorici del caso, onde evitare di assumere la "semplicità" di una relazione tecnica.

È necessario ora inquadrare quello che è lo scopo finale del lavoro, analizzando le richieste della committenza e le proposte fatte dal team di progettazione.

Obiettivo dell'intervento è la costruzione di una nuova villa ad uso residenziale presso il Comune di Bordighera, attraverso un processo di demolizione dello stabile preesistente e la costruzione di una nuova unità abitativa che si articolerà su tre piani:

- un piano interrato, con uno sviluppo di circa 173 m², destinato ad autorimessa, deposito/dependance custode e centrale impiantistica;
- un piano terra, con uno sviluppo di circa 174 m², destinato a cucina, pranzo, camere da letto e studio;
- un piano primo, con uno sviluppo di circa 140 m², destinato a ingresso, soggiorno e camere da letto.

L'edificio è contornato da un giardino privato con piscina, solarium e palestra. La distribuzione degli ambienti ai piani terra e primo è stata immaginata in modo che in un futuro si possano ricavare due unità abitative indipendenti mediante l'eliminazione della scala interna di distribuzione ai piani e chiusura del vano (ALLEGATO 1). Per questo motivo anche gli impianti dovranno essere progettati secondo questa logica.

Il progetto ha l'obiettivo di realizzare una costruzione che rispetti gli attuali standard di sostenibilità ambientale per le nuove costruzioni. Al fine di orientare le scelte progettuali, l'attività ha previsto l'effettuazione di un Pre-Assessment (valutazione preliminare) LEED, che consiste in una analisi approfondita delle caratteristiche del progetto in relazione al protocollo identificato per la certificazione di sostenibilità energetico-ambientale. A tal fine tutte le scelte del design team saranno fatte in modo da soddisfare i requisiti minimi del programma di sostenibilità della GBC (Green Building Council), per verificare in primo luogo l'effettiva certificabilità del fabbricato; solo in seguito sarà condotta un'analisi più approfondita sul soddisfacimento dei crediti rispetto alle caratteristiche del progetto stesso. Nel capitolo relativo al LEED for Homes saranno analizzati tutti gli aspetti di sostenibilità raggiungibili o meno, e le strategie che è possibile adottare per incrementare il livello di sostenibilità. In questo modo sarà possibile costruire anche un quadro economico di raffronto tra il costo dell'intervento con o senza perseguimento della certificazione, dando così modo alla Committenza di operare la scelta in modo consapevole.

Oltre all'ormai imprescindibile analisi dell'impatto ambientale, si sviluppano i capitoli relativi all'analisi energetica dell'edificio e al soddisfacimento dei requisiti imposti dalla normativa italiana e, se presente, quella locale; alla progettazione meccanica (comprendente impianti di raffrescamento e riscaldamento, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento della piscina); alla progettazione degli impianti elettrici (comprendente impianto di produzione di energia elettrica da solare fotovoltaico, impianto luce e FM, impianto antintrusione, impianto dati); all'implementazione di alcune funzioni domotiche (controllo remoto del clima, controllo remoto antintrusione e TVCC, accensione automatica luci e dimmerizzazione, apertura serranda box e serrature ingressi). L'attività prevede inoltre dei cenni della valutazione previsionale di impatto acustico e della valutazione previsionale di clima acustico, conformemente a quanto indicato dalla L.R. 20 marzo 1998, n. 12. Le suddette valutazioni sono da intendersi relative ai nuovi impianti tecnologici a funzionamento continuo a servizio dell'edificio.

Tale elaborato intende dimostrare l'efficacia della progettazione integrata: si osserva infatti come le scelte compiute nei vari ambiti sopra elencati abbiano permesso il raggiungimento di ottimi risultati di soddisfacimento delle esigenze di comfort della abitazione, al conseguimento di più che soddisfacenti valori di efficienza energetica, ma soprattutto l'ottenimento di un basso livello di impatto ambientale, andando ad adempiere all'attuale esigenza di sostenibilità ambientale in ogni aspetto della ingegneria e non solo.

Per la realizzazione del presente lavoro di tesi è stata resa possibile grazie al committente, Ivano Ferruccio Pome, che ha acconsentito con entusiasmo al trattamento relativo al progetto dell'unità abitativa, e dunque allo sviluppo dell'elaborato.

Si riportano di seguito le società facenti parte del team progettuale, con cui si ha avuto modo di collaborare nel corso dello sviluppo della tesi:

- GAe S.r.l. (Project Management);
- architetto Andrea Barla (progetto architettonico e strutture);
- Onleco S.r.l. (progettazione acustica, energia e sostenibilità);
- STUDIO TECNICO PROECO s.s. (progettazione impianti);
- Studio Tecnico Geom. Giorgio Bonavia (Rilievo);
- Studio Tecnico Geom. Germano Cavazzana (Sicurezza);
- Studio Geologico Tecnico-Ambientale Dott. Geol. Davide Negro (Geologia).









1. ENERGIA

Il caso in oggetto riguarda la costruzione di un nuovo edificio ad uso residenziale presso il Comune di Bordighera attraverso un processo di demolizione di uno stabile preesistente.

1.1 Inquadramento normativo

Al fine di comprendere al meglio le scelte compiute in ambito architettonico, energetico, impiantistico e di sostenibilità, è utile conoscere quali sono le norme vigenti e cogenti da rispettare per le nuove costruzioni:

- Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 Requisiti Minimi (contenimento dei consumi energetici dell'edificio);
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192;
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28;
- Legge Regionale 29 maggio 2007, n. 22;
- Legge Regionale 30 luglio 2012, n. 23;
- Regolamento Regionale 6 marzo 2015, n. 1;
- Regolamento Regionale 13 novembre 2012, n. 6.

In particolare, tali normative danno indicazioni in merito:

• alla coibentazione della totalità delle strutture opache (verticali, orizzontali o inclinate; confinanti con l'esterno, con ambienti non riscaldati, o contro terra), secondo *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015*; (tab.1)

Strutture opache verticali	Coperture	Pavimenti	Chiusure tecniche trasparenti
0.34 (W/m ² K)	0.33 (W/m ² K)	0.38 (W/m ² K)	2.20 (W/m ² K)

Tabella 1: trasmittanze strutture

• alla realizzazione di pareti interne per la separazione delle unità immobiliari: il valore della trasmittanza termica delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti deve essere inferiore o uguale a 0,8 W/m²K, nel caso di pareti divisorie verticali e orizzontali. Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali e inclinate, che delimitano verso l'ambiente

- esterno gli ambienti non dotati di impianto di climatizzazione adiacenti agli ambienti climatizzati;
- alle strutture opache delimitanti: il volume climatizzato verso l'esterno si procede, in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788), alla verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione (assenza di condensazioni superficiali) e all'assenza di condensazioni interstiziali.

Per quanto riguarda in particolare la climatizzazione estiva si prevede l'utilizzo:

- materiali a elevata riflettanza solare per le coperture (riflettanza solare non inferiore a 0,65 nel caso di coperture piane o 0,30 nel caso di copertura a falde);
- elementi schermanti atti a ridurre l'apporto termico per irraggiamento attraverso i
 componenti trasparenti (almeno per vetri rivolti a sud o per vetri con fattore solare
 inferiore a 0,35).

Il *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015* richiede che in tutte le zone climatiche (ad esclusione della F), per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva risulta maggiore o uguale a 290 W/m, il valore della massa superficiale Ms sia superiore a 230 kg/m2 e che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a 0,10 W/m²K.

In merito agli impianti termici il *Regolamento Regionale 6 marzo 2015* impone, in assenza di produzione di acqua calda sanitaria ed in presenza di acqua di alimentazione dell'impianto con durezza temporanea maggiore o uguale a 25 gradi francesi:

- un trattamento chimico di condizionamento per impianti di potenza nominale del focolare complessiva minore o uguale a 100 kW;
- un trattamento di addolcimento per impianti di potenza nominale del focolare complessiva compresa tra 100 e 350 kW.

In caso di produzione di acqua calda sanitaria le disposizioni sopra descritte valgono in presenza di acqua di alimentazione dell'impianto con durezza temporanea maggiore di 15 gradi francesi.

Si prevede inoltre l'installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria prodotta e di un contatore del volume di acqua di reintegro per l'impianto di riscaldamento in caso di impianti con potenza termica maggiore di 35 kW.

Il *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015* indica che l'impianto di climatizzazione deve essere dotato di sistemi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone termiche assistiti da compensazione climatica.

Il *Decreto Legislativo 3 marzo 2011 n. 28* prevede che, nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire che il fabbisogno di energia per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento sia soddisfatto per il 55% da fonti rinnovabili.

La potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = S/K$$

Dove:

- Pè la potenza (kW);
- S è la superficie dei pannelli fotovoltaici (m²);
- K è un coefficiente pari a 50 (m²/kW).

1.2 Il modello energetico

La diagnosi energetica permette di definire il profilo del consumo energetico dell'edificio, individua le cause che potrebbero portare a un'eccessiva spesa, come eventuali criticità legate alle caratteristiche dei componenti strutturali, alle modalità di gestione, alla qualità degli impianti tecnici e, infine, al comportamento degli utenti.

Inoltre, permette di incrementare l'efficienza energetica dell'edificio apportando un importante fattore di miglioramento ambientale e anche una convenienza dal punto di vista economico.

La diagnosi rappresenta la prima fase di studio del progetto: oltre a garantire l'obbligatorio rispetto delle normative cogenti, essa permette di ottimizzare le scelte compiute da tutti i membri del team di progettazione e assicura all'utente finale un ritorno economico sugli investimenti iniziali.

La progettazione energetica, in coordinazione con la progettazione impiantistica, è stata svolta con l'impiego di software specifici: programma di calcolo dedicato alla valutazione delle **prestazioni energetiche degli edifici, caratterizzato da un estremo rigore scientifico.** Il calcolo delle prestazioni energetiche viene effettuato in conformità alle specifiche tecniche **UNI/TS 11300**, considerando tutti i servizi previsti dalla specifica tecnica **UNI/TS 11300-5** (climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, trasporto di persone o cose ed illuminazione).

Sono state fornite dal team di progettazione architettonica le piante di ciascun piano dell'edificio con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali. Sulla base di questo è stato possibile suddividere l'abitazione in **zone termiche** (fig.1) sulla base delle destinazioni d'uso dei locali, dell'idea di una possibile suddivisione futura e sulle scelte compiute in merito agli impianti termici e alle macchine che li compongono (in particolare queste verranno trattate nel capitolo dedicato agli impianti termici e meccanici).

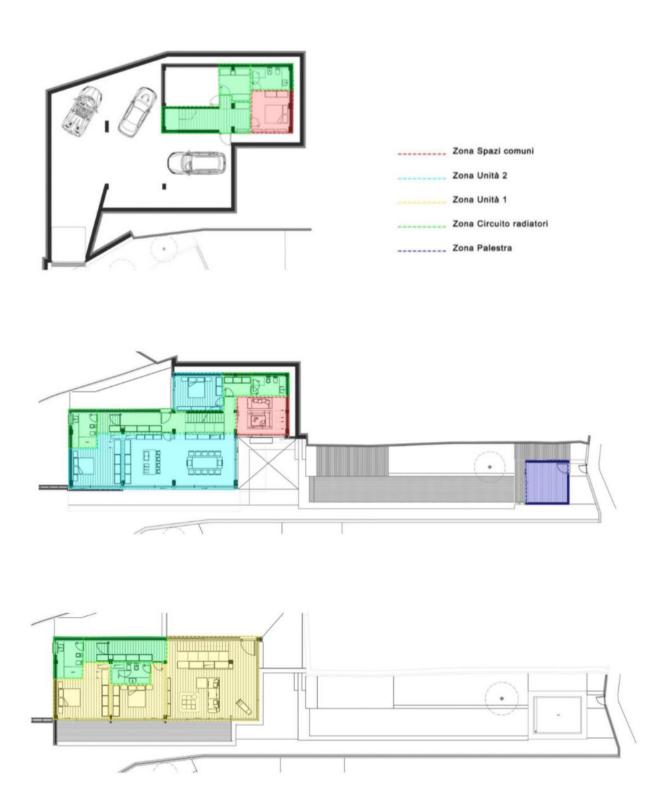


Figura 1:pianta piani edificio con zone termiche

Il programma EC700 consente di "costruire" virtualmente l'edificio di interesse. Utilizzando come opzione l'intuitivo metodo grafico si procede con l'implementazione dei dati relativi al fabbricato:

- 1) Posizionamento geografico dell'unità abitativa (Bordighera, IM);
- 2) In automatico sono definiti parametri climatici della località:
- Gradi giorno (DPR 412/93): 1057 GG;
- Temperatura esterna minima di progetto (UNI 5364): -2,0 °C;
- Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna (UNI 5364): 29,0 °C.
- 3) Sulla base della suddivisione in zone e sulla normativa UNI/TS 11300, si hanno i dati tecnici e costruttivi dell'edificio e dei singoli settori, sia in caso invernale che estivo (tab.2 e tab.3):

Descrizione	V [m³]	S [m²]	S/V [1/m]	Su [m²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
Spazi comuni	125,04	88,28	0,71	28,21	20,0	65,0
Unità 2	391,17	252,81	0,65	89,09	20,0	65,0
Unità 1	421,40	279,68	0,66	95,51	20,0	65,0
Circuito radiatori	445,96	340,39	0,76	96,74	20,0	65,0
Palestra	70,29	102,80	1,46	14,74	20,0	65,0
	4.55.05	1050.05	0.70	22422	22.2	65.0
Intero edificio	1453,86	1063,96	0,73	324,29	20,0	65,0

Tabella 2: condizionamento invernale

Descrizione	V [m³]	S [m²]	S/V [1/m]	Su [m²]	θ _{int} [°C]	Φint [%]
Spazi comuni	125,04	88,28	0,71	28,21	26,0	51,3
Unità 2	391,17	252,81	0,65	89,09	26,0	51,3
Unità 1	421,40	279,68	0,66	95,51	26,0	51,3
Circuito radiatori	445,96	340,39	0,76	96,74	26,0	51,3
Palestra	70,29	102,80	1,46	14,74	26,0	51,3
Intero edificio	1453,86	1063,96	0,73	324,29	26,0	51,3

Tabella 3: condizionamento estivo

4) In accordo con le normative cogenti (analizzate nel paragrafo precedente), con gli ingombri e con le soluzioni tecniche previsti dall'architetto, con le esigenze di sostenibilità dei materiali richieste dal protocollo LEED, con le necessità dei progettisti degli impianti e con le soluzioni proposte dagli specialisti in merito al comfort acustico dell'abitazione, è stato possibile redigere un dettagliato abaco delle stratigrafie (ALLEGATO 2), di cui si riportano alcuni esempi (FIG 2-3, TAB 4-5):

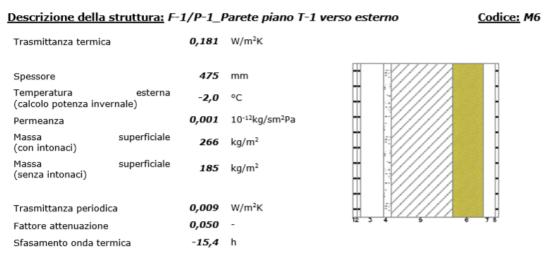


Figura 2: stratigrafia parete M6

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Gyproc HabitoTM Forte 13	12,50	0,250	0,050	985	1,00	1000000
2	Gyproc HabitoTM Forte 13	12,50	0,250	0,050	985	1,00	1000000
3	Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m	75,00	0,417	0,180	-	-	-
4	Malta di calce o di calce e cemento	25,00	0,900	0,028	1800	1,00	22
5	Poroton P700	200,00	0,179	1,117	906	1,00	10
6	Stiferite CLASS SK	100,00	0,026	3,846	35	1,46	56
7	Intercapedine fortemente ventilata Av>1500 mm²/m	37,50	-	-	-	-	-
8	Gyproc Glasroc X	12,50	0,250	-	960	1,00	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,064	-	-	-

Tabella 4: stratigrafia parete M6

Descrizione della struttura: PI-2_Pavimento PT su interrato non riscaldato Codice: P2 0,201 W/m²K Trasmittanza termica 550 mm Spessore Temperatura esterna -2,0 ٥C (calcolo potenza invernale) 4,232 10⁻¹²kg/sm²Pa Massa superficiale kg/m² (con intonaci) Massa superficiale 726 kg/m² (senza intonaci)

Figura 3: stratigrafia pavimento P2

0,002 W/m²K **0,012** -

-**19,1** h

Stratigrafia:

Trasmittanza periodica

Fattore attenuazione Sfasamento onda termica

N.	Descrizione strato	5	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Microtopping Floor	3,00	0,460	0,007	1200	1,00	96
2	Massetto Fassa Bortolo SV 472 P	57,00	1,350	0,042	2050	1,00	100
3	Isolgomma Grei 8	10,00	0,067	0,149	360	1,00	10
4	Sottofondo alleggerito Fassa Bortolo ST 444	120,00	0,090	1,333	400	1,00	8
5	Stiferite GT	60,00	0,022	2,727	36	1,45	148
6	C.l.s. armato (1% acciaio)	240,00	2,300	0,104	2300	1,00	130
7	Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m	47,50	0,228	0,208	-	-	-
8	Gyproc Habito 13 Activ'Air	12,50	0,210	0,060	880	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Tabella 5: stratigrafia pavimento P2

5) In analogo con il punto precedente si modellano i componenti finestrati. Questi sono una parte fondamentale dell'involucro in quanto, al fine di ottenere un suggestivo impatto visivo con l'ambiente esterno estetico dell'abitazione, rappresentano una porzione importante dei componenti che costituiscono le pareti della villa.

È stato pertanto necessario prestare una particolare attenzione per la scelta del tipo di vetro, della sua riflettanza e del fattore solare dello stesso, nonché optare per la presenza di schermature per vetrate sensibilmente esposte. A titolo esemplificativo si riporta uno dei componenti finestrati (FIG 4) dell'abitazione con le sue caratteristiche. (ALLEGATO 3)

Descrizione della finestra: Vetrata PT - sud-ovest Codice: W5 Caratteristiche del serramento Tipologia di serramento Classe di permeabilità Senza classificazione Trasmittanza termica U_w 1,260 W/m²K 1,000 W/m2K Trasmittanza solo vetro U₉ Dati per il calcolo degli apporti solari Emissività 0,837 ε Fattore tendaggi (invernale) f_{c inv} 0,15 -Fattore tendaggi (estivo) f_{c est} 0,15 Fattore di trasmittanza solare 0,600 $g_{gl,n}$ Caratteristiche delle chiusure oscuranti 0,00 m²K/W Resistenza termica chiusure f shut 0,6 -Dimensioni del serramento Larghezza 585,0 cm Altezza 270,0 cm Caratteristiche del telaio K distanziale K_d 0,07 W/mK Area totale 15,795 m² Area vetro 14,746 m² 1,049 m² Area telaio Fattore di forma F_f 0,93 Perimetro vetro **27,020** m Perimetro telaio 17,100 m Caratteristiche del modulo Trasmittanza termica del modulo 1,279 W/m2K Ponte termico del serramento Ponte termico associato Z4 W - Parete - Telaio Trasmittanza termica lineica 0,018 W/mK Lunghezza perimetrale 17,10 m

Figura 4: componente finestrato

Creati i componenti degli involucri dei punti 4 e 5, è possibile posizionare questi sulla pianta del modello importata sul programma di simulazione, andando a costruire la struttura dell'edificio. Saranno specificate le caratteristiche dei vari ambienti climatizzati e non e degli involucri che li delimitano.

- 6) Il vantaggio che presenta il programma impiegato, implementando l'input grafico, è quello del calcolo automatico degli ombreggiamenti sull'edificio. Questi sono dati dalla presenza di importanti aggetti e dalla presenza di edifici prossimi all'abitazione di interesse. Questi ultimi possono essere valutati trasponendo il modello creato sulla mappa di Google.
- 7) Il programma restituisce i valori di potenza e di energia in caso estivo ed invernale (come riportato in ALLEGATO 4). Questi serviranno per la progettazione degli impianti termici e di ventilazione, descritti nel capitolo dedicato.
- 8) Una volta note le caratteristiche degli impianti, la loro configurazione e gli schemi funzionali, nonché le quote di energia immesse dal solare termico e dal fotovoltaico, questi possono essere implementati sul modello in modo da compiere un'analisi energetica dettagliata. Si ottengono dunque una serie di risultati attui ad avere un quadro netto e ben delineato della situazione energetica dell'abitazione, come:
- fabbisogno di potenza termica invernale secondo UNI EN 12831;
- dispersioni per trasmissione dei componenti (strutture opache, strutture trasparenti e ponti termici);
- dispersioni complessive dell'edificio per trasmissione a seconda dell'esposizione, per ventilazione e per intermittenza;
- fabbisogno di energia utile invernale ed estiva secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1;
- dettaglio perdite e apporti di energia in caso invernale ed estivo;
- fabbisogno di energia primaria secondo UNI/TS 11300-2, UNI/TS 11300-4 e UNI/TS 11300-3 (invernale 2 e 4 ed estivo 3);
- energia prodotta dai pannelli solari termici calcolo secondo UNI/TS 11300-4;
- energia prodotta dai pannelli solari fotovoltaici.

Si riportano nelle seguenti tabelle i principali dati di fabbisogno energetico (TAB 6-7) dell'edificio divisi per le unità considerate:

				circuito	
	spazi comuni	unità 1	unità 2	radiatori	palestra
fabbisogno totale					
dell'impianto [kWh/anno]	524	7265	2632	1398	915
energia elettrica da					
fotovoltaico [kWh/anno]	199	2751	986	303	527
percentuale di copertura	38%	37,90%	37,50%	21,70%	52,20%
energia da rete [kWh/anno]	325	4514	1646	1094	437
energia prodotta e non					
consumata [kWh/anno]	0	0	0	0	49

Tabella 6: dati fabbisogno energetico

ACQUA CALDA SANITARIA

producibilità netta	fabbisogno energia termica	fabbisogno energia termica	percentuale
pannelli [kWh]	con solare [kWh]	senza solare [kWh]	copertura [%]
4326	2654	7016	62,2

Tabella 7: dati fabbisogno acqua calda sanitaria

1.3 Metodo semi-stazionario e metodo dinamico

Attualmente per redigere una valutazione energetica di un edificio di qualsivoglia genere si applica un metodo mensile semi-stazionario conforme al DM 26 giugno 2015 e alla UNI TS 11300: ovvero si presuppone di utilizzare nel bilancio energetico un singolo valore mensile per ogni dispersione, per le temperature esterne e le irradianze. In pratica si ipotizza che il valore di temperatura in un certo luogo e nell'arco di un mese sia sempre lo stesso a prescindere che sia giorno o notte o che sia l'inizio o la fine del mese.

Come si può intuire questa assunzione conduce a risultati lontani dalla realtà e nel progetto di edifici in regimi estivi si possa rivelare poco efficace.

La nuova EN ISO 52016 (non ancora cogente in Italia), che sostituirà la EN ISO 13790, introdurrà il metodo di calcolo dinamico orario, abbandonando quello stagionale o mensile. Oggi è possibile, grazie a strumenti informatici studiati ad hoc, effettuare delle valutazioni energetiche sia in regime stazionario o semi-stazionario, che dinamico.

In entrambe le simulazioni i dati di input per lo studio sono pressoché gli stessi, la differenza è data dall'arco temporale su cui si effettua la valutazione. Al contrario del regime stazionario, che ragiona con le temperature medie stagionali, o di quello semi-stazionario, che somma i consumi mensili per avere quelli annui o stagionali, effettuare una simulazione in regime dinamico permette una valutazione più precisa e realistica, in quanto sono adeguatamente considerate tutte le variabili che incidono sul comportamento di un edificio e del bilancio energetico che ne consegue. Diventano rilevanti fattori come l'inerzia termica dell'involucro, gli apporti interni e quelli solari, il variare delle condizioni di utilizzo degli ambienti e il cambiamento delle condizioni climatiche esterne. Si pensi ad esempio alle differenze di temperatura registrate durante l'arco di 24 ore, incluse le minime e le massime. Per inerzia termica si intende la capacità di un materiale o di una struttura di variare più o meno lentamente la propria temperatura come risposta a variazioni di temperatura esterna o interna. Pertanto, la simulazione con metodo dinamico valuta anche il calore accumulato e rilasciato dagli involucri.

In sostanza si simulerà ogni ora il comportamento dell'edificio, per poi avere un bilancio globale. Poiché si vuole simulare un edificio esistente, il calcolo dinamico permette di considerare in modo realistico ogni fattore, tra cui ad esempio le abitudini degli occupati dell'edificio, che hanno modo di interferire ad esempio sul funzionamento degli impianti e i settaggi ottimali considerati in fase di progettazione.

Le simulazioni in entrambi i regimi permettono di ottenere una stima dei consumi energetici dell'edificio, chiaramente il regime dinamico con maggiori dati di input permette di ottenere risultati più completi e precisi. La scelta del modello di calcolo migliore dipende dalle esigenze e dagli obiettivi impostati. In particolare, diventa complicata l'implementazione dei dati di input in caso in cui si debba compiere un'analisi energetica di un edificio esistente e soprattutto di non recente costruzione. Diventa imperativo infatti conoscere dettagliatamente i materiali e le stratigrafie degli involucri in quanto, come si è ribadito, queste hanno un peso non indifferente su tali valutazioni.

Attualmente l'elaborazione di una simulazione in regime dinamico richiede più tempo e capacità di utilizzo dei software dedicati. Non essendo ancora stata recepita la normativa che prevede l'obbligo di utilizzo di tale metodo, ad oggi è sufficiente per una valutazione del fabbisogno energetico l'implementazione del metodo semi-stazionario.

2. IMPIANTI MECCANICI

2.1 Generalità

La progettazione degli impianti meccanici prevede la realizzazione di opere funzionali, flessibili e sostenibili. Si intende soddisfare le esigenze della committenza garantendo il comfort in ogni ambiente dell'unità abitativa. Inoltre, in accordo con quanto detto sulla progettazione integrata, si è operato valutando le necessità di tutti gli elementi del progetto (protocollo LEED, progetto architettonico, impianto elettrico e domotico, comfort acustico), affinché questi divengano un meccanismo ben oliato che lavora sinergicamente ed efficientemente.

In linea con quanto detto nell'introduzione, ovvero di operare (fin dove è possibile) secondo la logica di una possibile divisione in due unità abitative in modo da ottenere una successiva divisione degli ambienti, studiata in coordinazione con gli specialisti energetici, si sono sviluppati gli impianti garantendo una semplice ed indipendente regolazione e contabilizzazione dei consumi.

2.2 Descrizione delle opere

Si riporta un elenco delle opere previste da progetto, queste verranno in seguito descritte e trattate singolarmente, soffermandosi in particolare sulle logiche che hanno portato a compiere determinate scelte progettuali.

- 1) impianto idrico-sanitario di adduzione e scarico;
- 2) impianto di produzione e distribuzione di acqua calda sanitaria (ACS);
- 3) impianto solare;
- 4) impianto di riscaldamento a radiatori;
- 5) impianto di climatizzazione con pompe di calore multisplit e monosplit;
- 6) impianto di ventilazione ed estrazione (cucina e bagni).

2.2.1 Impianto idrico-sanitario

Il dimensionamento della rete di adduzione e scarico dell'impianto idrico sanitario è stata fatta rispettivamente secondo le norme UNI 9182 (Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda) e UNI 12056 (Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici).

Per l'adduzione è stato utilizzato il metodo delle unità di carico, che prevede il calcolo delle portate secondo le unità di carico previste per ogni utenza o per ogni gruppo di utenze indicate dalla norma UNI 9182.

La scelta dei diametri delle tubazioni di scarico è stata valutata sulla base delle dimensioni commercialmente distribuite e quelle che sono le dimensioni degli attacchi di questi alle utenze.

La distribuzione sia verticale che orizzontale dei tubi è stata valutata sfruttando la configurazione architettonica dell'edificio (usufruendo dei quattro cavedi riservati al passaggio degli impianti e dello spazio dedicato nei massetti del pavimento e nelle intercapedini delle pareti). In particolare, è prevista la presenza di tre tubi paralleli per l'adduzione (acqua fredda, calda e di ricircolo) e una tubazione per lo scarico di acque reflue. I tre tubi paralleli si sviluppano a partire dalla centrale per la produzione di ACS (descritta nel paragrafo successivo) fino al raggiungimento dei collettori posti subito a monte dei vari gruppi di utenze (bagni, cucine, lavanderia). In parallelo le tubazioni di scarico partono dalle singole utenze e confluiscono alla fognatura; ad esse sono correlati i tubi di sfiato che raggiungono la copertura.

In riferimento allo schema distributivo di una eventuale distribuzione futura degli ambienti (ALLEGATO 1), sono state previste delle predisposizioni, sia in adduzione che in scarico, di due eventuali cucine.

Di seguito sono riportati gli schemi verticali (FIG 5-6) delle reti di alimentazione e di scarico, i quali possono essere osservati in ALLEGATO 8 insieme alle distribuzioni dei tubi per l'adduzione e lo scarico.

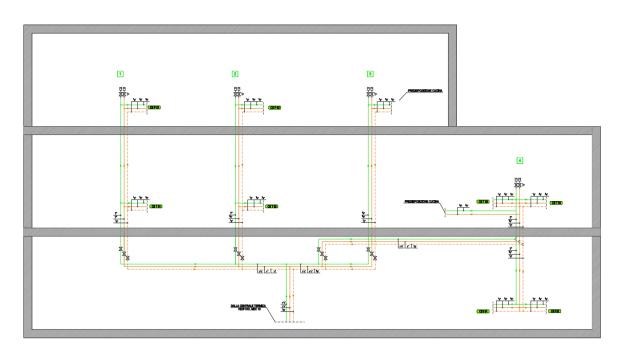


Figura 5: schema verticale rete alimentazione

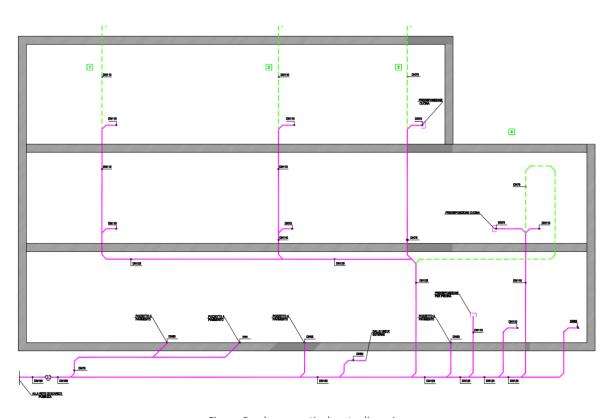


Figura 6: schema verticale rete di scarico

2.2.2 Impianto di produzione acqua calda sanitaria

Per comprendere a pieno le scelte compiute in merito alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS), è necessario sottolineare il fatto che l'unico vettore energetico atto ad alimentare le utenze domestiche è l'energia elettrica. I motivi che hanno portato ad implementare tale soluzione sono dettati da:

- sostenibilità ambientale: si annulla l'impiego di combustibile fossile, una quota parte di energia impiegata dalla pompa di calore è considerata rinnovabile;
- facile integrazione con fonti rinnovabili: si sfrutta l'energia elettrica prodotta dal solare fotovoltaico e si integra l'energia termica prodotta dalla pompa di calore con quella prodotta dal solare termico;
- sicurezza: si annullano i rischi relativi alla presenza di combustibile nell'unità abitativa (tossicità, fughe di gas, rischio incendio).

I primi due punti sopra citati concorrono a favorire la certificabilità della villa secondo la valutazione LEED, in quanto l'energia elettrica è ritenuta per una quota una fonte rinnovabile.

La centrale termica distribuisce acqua calda all'impianto di riscaldamento a radiatori (descritto nel paragrafo successivo) e al circuito di acqua potabile calda e di ricircolo (descritto nel paragrafo precedente). Si intende inoltre soddisfare la richiesta della committenza in merito al riscaldamento della piscina, la quale non sarà mantenuta a una temperatura costante, ma sarà sfruttata come pozzo termico: il calore proveniente dai collettori solari viene diretto verso la piscina, qualora questo ecceda al soddisfacimento del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria.

Si osservi lo schema funzionale della centrale (ALLEGATO 5).

Come accennato, la produzione di acqua calda è affidata ad una pompa di calore ubicata all'esterno dell'edifico, in prossimità delle unità utilizzate per la climatizzazione. All'interno dell'autorimessa, sulla parete orientata a Sud, è prevista la realizzazione della centrale termica, costituita dalle seguenti apparecchiature:

- modulo idronico ad espansione diretta per produzione di acqua calda fino a 60 °C, completo di scambiatore a piastre, elettropompa circolazione acqua, vaso di espansione ed accessori;
- collettori generali di mandata e ritorno acqua calda, completi di saracinesche di intercettazione ed accessori;
- collettori di mandata e ritorno circuiti radiatori;
- bollitore ad accumulo per produzione centralizzata di acqua calda sanitaria con doppio scambiatore a fascio tubiero estraibile ad integrazione solare, completo di resistenza elettrica per ciclo antilegionella;
- serbatoio di accumulo energia termica con scambiatore a fascio tubiero estraibile predisposto per allacciamento piscina;
- elettropompe complete di saracinesche di intercettazione ed accessori per ricircolo acqua calda sanitaria
- elettropompe complete di saracinesche di intercettazione ed accessori per circuito solare;
- valvole tre vie motorizzate per inserimento/esclusione apparecchiature;
- filtro dissabbiatore su arrivo generale acqua potabile;
- collettore di distribuzione acqua potabile;
- vasi espansione circuiti riscaldamento e acqua calda sanitaria.

2.2.3 Impianto solare termico

In accordo con la normativa cogente sulla quota parte di energia rinnovabile al servizio dell'abitazione ed in accordo con le esigenze di sostenibilità richieste dalla certificazione LEED, parte della energia termica necessaria al fabbisogno della villa è prodotta da un impianto solare termico. (FIG 7)

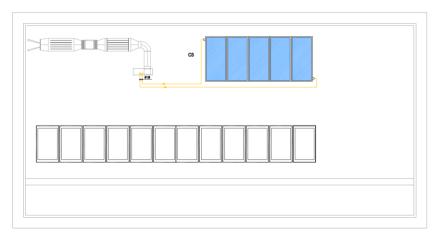


Figura 7: vista copertura. Impianto solare termico

L'impianto solare termico è costituito da una serie di cinque collettori solari piani installati sulla copertura dell'edificio, completi di strutture di supporto regolabili. Questi avranno l'inclinazione minima richiesta (5°) al fine di ottimizzare l'impatto estetico, ma con un decremento dell'efficienza degli stessi. Il circuito è riempito con acqua glicolata al 30 % ed è provvisto di sfiati automatici, vaso di espansione e valvola di sicurezza.

Nella tabella (TAB 8) sottostante sono riportati i valori energetici relativi alla produzione di ACS, ricavati dal modello energetico dell'edificio.

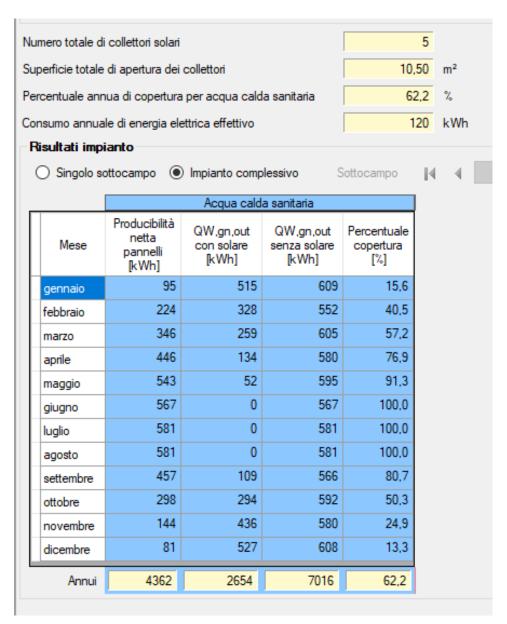


Tabella 8: dati produzione acqua calda sanitaria

2.2.4 Impianto di riscaldamento a radiatori

È previsto, in alcune aree dell'abitazione, il riscaldamento tramite l'installazione di radiatori, al fine di aumentare il comfort degli ambienti, integrando questo tipo di impianto con quello ad aria previsto nel resto degli ambienti.

Sono previste le seguenti installazioni:

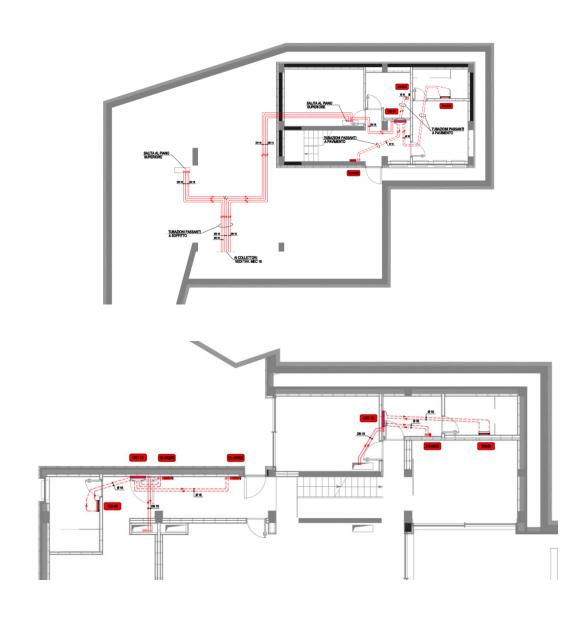
- vano scala e corridoi e locale armadi: radiatori in acciaio ad elementi verticali, preverniciati;
- servizi igienici piano terreno e primo: radiatori scaldasalviette a piastra in acciaio,
 preverniciati;
- servizio igienico piano interrato: radiatore scaldasalviette multitubolare in acciaio,
 preverniciato;
- lavanderia: radiatore in acciaio a colonnine, preverniciato.

Tutti gli apparecchi saranno alimentati mediante una serie di collettori incassati a parete, inseriti in corrispondenza di ogni blocco servizi, connessi a tre distinti circuiti. Come si può osservare in ALLEGATO 5, l'acqua calda proviene dalla centrale termica dell'edificio.

Le modalità di posa previste per le tre reti di distribuzione in arrivo dalla centrale termica sono le seguenti:

- distribuzione orizzontale staffata a soffitto dell'autorimessa;
- risalita all'interno dei cavedi tecnici verticali o discesa a pavimento (per i radiatori del piano interrato);
- distribuzione sottopavimento delle varie zone per raggiungere i relativi collettori.

In merito alla esigenza della committenza, che prevede la progettazione degli impianti tutti sulla base di una semplice suddivisione futura, l'impianto di produzione di acqua calda sanitaria ad uso del riscaldamento a radiatori e dei servizi idrico-sanitari è comune alle tre aree previste dalla suddivisione (piano terra, piano primo e zone comuni) (FIG 8), al contrario dell'impianto di climatizzazione (paragrafo successivo). Per ovviare alla possibile futura divisione è prevista l'installazione di contabilizzatori per ogni zona.



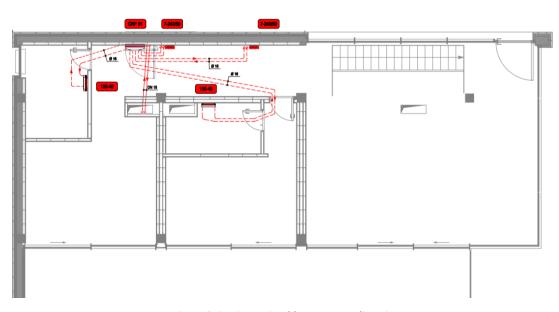


Figura 8: impianto riscaldamento a radiatori

2.2.5 Impianto di climatizzazione con pompe di calore

Condizionare l'aria significa portarla a prestabilite condizioni di temperatura, umidità e purezza. I trattamenti adottati per condizionare l'aria sono:

- filtrazione;
- riscaldamento e/o raffrescamento;
- aggiunta o sottrazione di vapore acqueo.

Solo se l'aria subisce tutti i suddetti trattamenti si parla di condizionamento o climatizzazione. Il semplice riscaldamento dell'aria è ottenuto a mezzo di impianti di riscaldamento (paragrafo 2.2.4), mentre il rinnovo dell'aria ambiente è affidato agli impianti di ventilazione (paragrafo 2.2.6). [1]

Il condizionamento dell'aria è necessario per il benessere delle persone che occupano determinati ambienti e per la salute delle stesse.

Dal bilancio energetico valutato nella modellazione dell'edificio si hanno i valori di potenza termica da sottrarre (caso estivo) o da addurre (caso invernale) in ogni zona.

La sensazione di benessere degli individui in un determinato ambiente dipende dai seguenti fattori:

- temperatura dell'aria;
- velocità dell'aria;
- temperatura delle pareti e degli oggetti circostanti;
- protezione termica del corpo (abiti);
- comfort acustico (studiato nel capitolo dedicato).

Tutte le scelte compiute in tale ambito si basano sul soddisfacimento dei fattori di benessere sopra citati, sull'architettura dell'edificio, sulla semplicità di regolazione delle condizioni in ogni singolo ambiente.

Si citano le seguenti normative in merito alla corretta progettazione degli impianti di climatizzazione:

- UNI 10339: impianti aeraulici a fini di benessere;
- sul riscaldamento e il raffrescamento:
 - UNI 10349:
 - UNI/TS 11300-2;
 - UNI EN 15316-2 e 3.

Si riportano i dati tecnici che hanno portato al dimensionamento degli impianti:

DATI CLIMATICI:

Condizioni termoigrometriche invernali:

- Temperatura 0.0° C;
- Umidità relativa 80%.

Condizioni termoigrometriche estive:

- Temperatura 29°C;
- Umidità relativa 55%.

DATI DI PROGETTO:

Condizioni termoigrometriche ambiente:

- Temperatura invernale 20°C (24°C nei bagni);
- Temperatura estiva 26 °C;
- Umidità relativa: non controllata.

Ventilazione naturale:

- valore medio per l'intero edifico 0,95 vol/h (0,5 vol/h in generale, 2 vol/h nei bagni, 1 vol/h nelle cucine).

Estrazione meccanizzata (valori maggiori dei minimi normativi per soddisfare i requisiti di sostenibilità LEED):

- Cucina 200 m3/h;
- Servizi igienici 85 m3/h;
- Autorimessa 130 m3/h.

Carichi endogeni:

- Illuminazione 10 W/m²;
- Affollamento (sensibile + latente) 134 W/persona .

Densità di occupazione locali:

- Soggiorni 4-6 persone;
- Camere letto 2 persone;
- Cucina 4 persone.

Oltre ai dati sopra elencati, sono noti i carichi termici da addurre o da sottrarre, dalla modellazione energetica. (ALLEGATO 4)

Velocità dell'aria ambiente (per i locali dotati di ventilazione meccanica):

In tale zona le velocità massime ammesse sono:

- riscaldamento 0,15 m/s;

- raffreddamento 0,20 m/s.

Rumorosità

La rumorosità ambiente da impianti meccanici con tutte le finiture e gli arredi installati, misurata nel volume convenzionalmente occupato (posizione degli utilizzatori) non dovrà essere superiore a:

soggiorni 40 dB(A);

- cucina 45 dB(A);

- camere letto 30 dB(A);

locali tecnici 65 dB(A).

Ove il rumore di fondo misurato fosse superiore ai valori limite sopra indicati, la differenza tra il rumore misurato a impianti accesi e il rumore ambientale dovrà essere contenuto entro i 5 dB. Per quanto riguarda la rumorosità generata dagli impianti al di fuori degli ambienti oggetto del presente progetto, le sorgenti di rumore sono distinte tra quelle poste all'aperto o simili a tali e quelle poste all'interno dei locali. I limiti massimi ammessi sono stabiliti rispettivamente dal DPCM 14/11/97 e del DPCM 05/12/97.

Il dimensionamento dell'impianto e dei suoi componenti ed il posizionamento delle macchine sono stati fatti per soddisfare i requisiti sopra riportati, inoltre la scelta degli apparecchi è stata basata sulla compatibilità con il sistema domotico (capitolo relativo).

CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto di raffreddamento e raffrescamento è realizzato mediante tre pompe di calore condensate ad aria e collegate a un sistema multisplit, opportunamente dimensionate secondo le potenze termiche delle zone. Le unità esterne verranno ubicate su apposito basamento in un'aiuola antistante l'edificio nei pressi del portone di accesso all'autorimessa (IMMAGINE). Per il riscaldamento e raffrescamento della palestra si prevede l'installazione di un impianto monosplit, costituiti da un'unità interne ad espansione diretta installata a

parete collegata ad un'unità motocondensante esterna, dotata di inverter, con funzionamento a pompa di calore, installata all'esterno del locale sulla facciata orientata a Est (FIG 9-10).

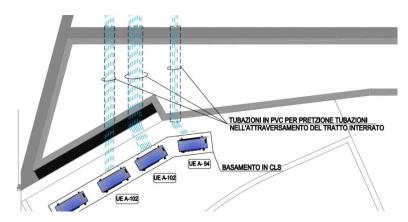


Figura 9: posizione unità esterne PDC

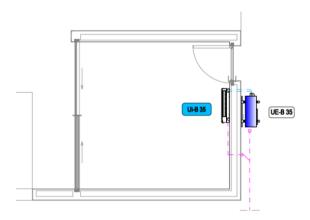


Figura 10: unità esterna PDC palestra

Delle tre pompe di calore (IMMAGINE):

- una per le zone comuni (locali di servizio piano interrato e terreno), alimentata dal quadro utenze comuni;
- una per il piano terra (camere da letto, cucina e living), alimentata dal quadro utenze del piano terra;
- una per il primo piano (camere da letto e sala), alimentata dal quadro utenze del primo.

Questa strategia permette di attuare una semplice e netta divisione per le due unità abitative previste in futuro.

Le unità interne saranno complete di batteria ad espansione diretta, valvola di espansione elettronica, filtro, ventilatore a velocità variabile ed accessori; sono previste le seguenti tipologie:

- unità a parete alta posizione nei locali tecnici per i locali di servizio piano interrato e terreno;
- unità orizzontali da incasso in controsoffitto per tutti gli altri locali.

Per queste ultime è infatti previsto un controsoffitto di circa 300 mm nei corridoi, nei bagni e nella stanza guardaroba. Le unità orizzontali saranno incassate nel controsoffitto, adiacenti alle stanze che devono servire e provviste di impianti per la distribuzione dell'aria (mandata e ripresa) nei vari ambienti. In particolare:

- plenum di mandata in lamiera zincata coibentati esternamente e provvisti di rivestimento fonoassorbente all'intero;
- condotti flessibili fonoassorbenti isolati con lana minerale completi di fascette;
- cassette in lamiera zincata per montaggio bocchette di immissione aria coibentati esternamente e provvisti di rivestimento fonoassorbente all'intero;
- bocchette di mandata/ripresa a doppio filare di alette ortogonali orientabili verniciate;
- condotte di ripresa in lamiera zincata provvisti di rivestimento fonoassorbente all'intero;
- bocchette di ripresa a semplice fila di alette inclinate verniciate.

La scelta di impiegare una singola unità interna per ogni locale è dettata dalla flessibilità che questa configurazione consente (FIG 11). Infatti, sarà possibile gestire e regolare indipendentemente le condizioni termoigrometriche di ogni singolo ambiente.

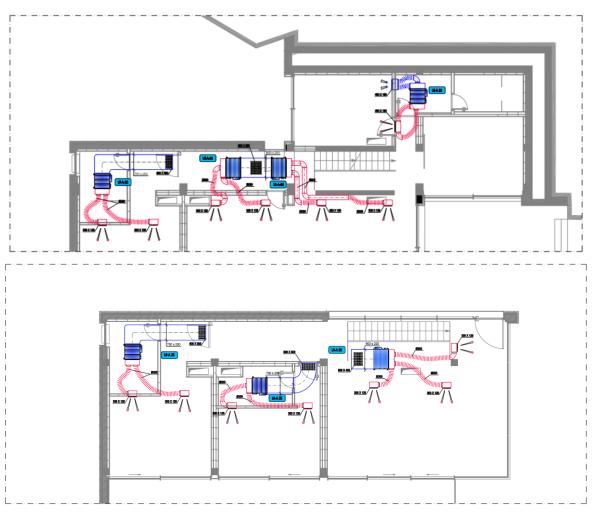


Figura 11: impianto di climatizzazione. Unità interne e canalizzazione

2.2.6 Impianto di ventilazione ed estrazione

Per garantirne la ventilazione meccanica dei servizi igienici, dei locali ciechi, della cucina e dell'autorimessa dell'edificio, è previsto un impianto di estrazione centralizzato costituito da una serie di bocchette collegate ad una rete di canalizzazioni connesse ad un unico ventilatore di estrazione posto in copertura (FIG 12).

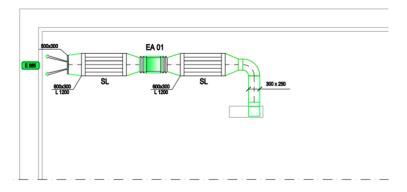


Figura 12: ventilatore di estrazione, piano copertura

Sono previste le seguenti tipologie di terminali:

- valvole di ventilazione regolabili ubicate a soffitto nei servizi igienici, nella lavanderia, nel locale armadi, collegate alle rispettive condotte mediante raccordi flessibili;
- bocchette di ripresa a semplice fila di alette inclinate, complete di serranda di taratura nella cucina e nell'autorimessa.

La compensazione dell'aria estratta dai vari ambienti verrà effettuata per mezzo di griglie di presa aria ubicate sulle pareti esterne dei corridoi piano terreno e piano primo. Suddette griglie dovranno essere provviste di filtro aria estraibile.

Secondo la normativa UNI EN ISO 10339 è previsto che, in assenza di VMC (ventilazione meccanica controllata), vengano estratti dai bagni 2 vol/h di aria e 1 vol/h dalla cucina. Tuttavia, al fine di soddisfare i requisiti di sostenibilità del protocollo LEED (Indoor Environmental Quality), l'impianto è stato dimensionato secondo i valori minimi suggeriti dalla suddetta certificazione, ovvero:

- cucine: 200 m³/h (valore richiesto 170 m³/h);
- bagni: 85 m³/h (valore richiesto 83 m³/h);
- Autorimessa 130 m³/h (valore richiesto 126 m³/h).

Nell'ALLEGATO 6 si può osservare l'impianto di ventilazione. In particolare, lo schema verticale (FIG 13) e la distribuzione orizzontale a soffitto dell'autorimessa e a controsoffitto nella unità abitativa.

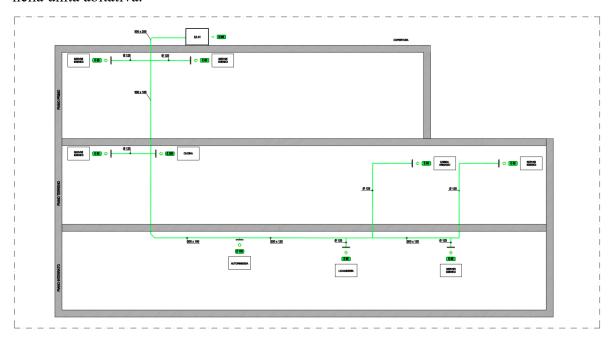


Figura 13: schema verticale estrazione

3. IMPIANTI ELETTRICI

3.1 Generalità

L'intento del presente capitolo è quello di descrivere le opere impiantistiche progettate e di giustificare le scelte compiute sulla base delle esigenze della committenza in coerenza con i livelli prestazionali delle altre discipline del progetto (architettura e design, energetica, impianti meccanici, sostenibilità ambientale).

In sede di progetto di un impianto elettrico occorre definire [1]:

- tensione di alimentazione;
- tensione di distribuzione (in relazione alla potenza assorbita, alle previsioni di incremento del carico ed alle caratteristiche della fornitura dell'energia di alimentazione);
- tipo di rete da adottare;
- potenze installate in ogni ambiente, suddivise per tipo e natura del carico (illuminazione, forza motrice, macchine impianto termico, ecc.);
- le distanze dei carichi e la posizione dei quadri;
- i fattori di contemporaneità dei carichi;
- sistemi di sicurezza.

La progettazione degli impianti elettrici è stata fatta in modo coordinato con il team atto alla realizzazione del progetto degli impianti meccanici e con la parte architettonica, al fine di massimizzare l'efficienza degli impianti tutti ed ottimizzare l'uso degli spazi che accoglieranno i componenti degli impianti termici, meccanici ed elettrici.

3.2 Cenni normativi

Gli impianti elettrici sono soggetti ad un'ampia normativa nazionale e comunitaria, che rivolge una attenzione sempre maggiore ai problemi della sicurezza e della salute degli individui. Tali norme, in continua evoluzione, hanno inoltre la funzione di unificare internazionalmente le regole della buona tecnica e dell'antinfortunistica in campo elettrico [1].

Si citano i principali documenti normativi:

- legge 1° marzo 1968, n. 186 (principi fondamentali della regola dell'arte);
- legge 5 marzo 1990, n. 46 (norme per la sicurezza degli impianti);
- regolamento di attuazione, D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 (impianti in conformità con norme tecniche UNI e CEI);
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 (salvaguardia da rischi di natura elettrica);
- norma CEI 64-8 e 64-12 (impianti elettrici con tensione nominale inferiore a 1000 V);
- norma CEI 70.1 (sicurezza degli impianti contro i contatti diretti);
- norma CEI 20-22/II (sicurezza degli impianti contro gli incendi);
- norme CEI 20-21 e CEI UNEL 11-28 (dimensionamento conduttori);
- norme CEI 11-77 e 64-12 (impianto di terra).

3.3 Dati di base

In analogia alla progettazione degli impianti meccanici, anche in ambito elettrico ci si riferisce a dei dati di partenza, dai quali si svilupperanno le scelte in merito gli apparecchi e alle componentistiche e al dimensionamento degli impianti.

Condizioni termoigrometriche invernali

- temperatura di riferimento (inv/est) esterna: -8/+34°C;
- umidità relativa di riferimento (inv/est) esterna: 60/50%;
- altezza sul livello del mare: 5 m;
- atmosfera: normale, con tassi di inquinamento sotto i limiti di attenzione previsti dalla vigente legislazione;
- ambiente: normale.

Dati tecnici di fornitura energia elettrica

- tensione nominale in B.T. trifase: 400V + 5%;
- frequenza: 50 Hz;
- stato del neutro: compensato;
- tensione nominale di in BT trifase: 400/230 V.

Dati tecnici di distribuzione energia elettrica

- tensione nominale di distribuzione BT trifase: 400/230 V;
- stato del neutro: distribuito;
- modo di connessione a terra per impianto con origine in BT: TT.

Potenze e contemporaneità di progetto

Il coefficiente di contemporaneità utilizzato per il dimensionamento dei quadri secondari è pari a 1 per i circuiti luce e 0,6 per i circuiti forza motrice.

Per i circuiti luce sono stati tenuti i seguenti coefficienti:

- coefficiente di contemporaneità pari a 1;
- coefficiente di utilizzazione pari a 1.

Per i circuiti prese di servizio sono stati tenuti i seguenti dati:

- potenza per ogni presa: 1500 W;
- coefficiente di contemporaneità pari a 0,3;

- coefficiente di utilizzazione pari a 0,5.

Per gli utilizzatori fissi e/o particolari sono stati tenuti i seguenti dati:

- potenza pari al dato di targa dell'apparecchiatura;
- contemporaneità pari a 0,7;
- utilizzazione pari a 1.

Per gli impianti di climatizzazione ed idricosanitari sono state utilizzate le potenze previste dai dati relativi alle schede tecniche degli apparecchi per i relativi progetti. Il coefficiente di contemporaneità assunto per il dimensionamento del quadro generale di bassa tensione è pari a 0,7 per le partenze degli impianti termomeccanici e 0,7 per le partenze degli impianti elettrici.

Da un bilancio energetico e da calcoli analitici elaborati secondo i dati tecnici relativi ad apparecchiature e macchinari, si sono ricavati i carichi elettrici:

- apparecchi illuminanti: 4 kW;
- prese e cucina: 14 kW;
- potenza assorbita impianti termo fluidici: 12 kW.

Pertanto, la potenza complessiva assorbita considerando un fattore cosø di 0,95 è di 30 kW. Si dovrà prevedere una consegna al limite della proprietà con potenza impegnata pari a 30kW e 400V.

3.4 Descrizione delle opere

La distribuzione degli ambienti ai piani terra e primo è stata immaginata in modo che in un futuro si possano ricavare due unità abitative indipendenti (ALLEGATO 1). A tale scopo si definiscono le seguenti utenze:

- utenze comuni all'edificio comprendenti: spazi esterni, autorimessa, palestra e piscina;
- utenze piano terra comprendenti: piano terra (impianti per la climatizzazione, impianti elettrici e speciali interni all'abitazione);
- utenze piano primo comprendenti: piano primo (impianti per la climatizzazione, impianti elettrici e speciali interni all'abitazione).

Poiché il vettore energetico per l'alimentazione di tutti gli impianti e delle utenze è l'energia elettrica, quanto sopra verrà attuato realizzando una distribuzione degli impianti elettrici secondo lo schema di principio di seguito raffigurato (FIG 14):

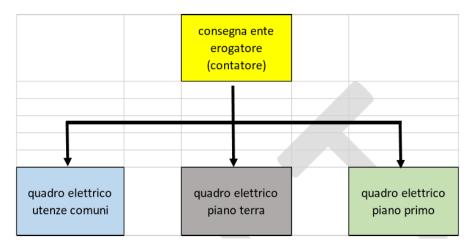


Figura 14: schema distribuzione energia elettrica

In questo modo, in futuro, se si volessero separare le utenze, sarà sufficiente prevedere la separazione della consegna elettrica da parte dell'ente erogatore con l'installazione di un contatore per ognuna delle tre zone o in alternativa l'installazione di contatori non fiscali per ognuna delle tre alimentazioni che permettano la suddivisione dei costi di bolletta nelle tre utenze.

La progettazione degli impianti elettrici prevede la messa in opera delle seguenti dotazioni impiantistiche:

- impianto di produzione centralizzato energia elettrica (fotovoltaico comune a tutto l'edificio);
- 2) impianto luce (utenze comuni, piano terra e piano primo);
- 3) impianto forza motrice (FM utenze comuni, piano terra e piano primo);
- 4) impianto antintrusione (TVCC esterna e interna, protezione perimetrale e volumetrici interni);
- 5) impianto dati (prevalentemente mediante ripetitori di segnale wi-fi, sono previsti alcuni punti cablati per i componenti impiantistici con controllo remoto comune a tutto l'edificio);

Oltre a queste sono previste alcune funzioni domotiche analizzate in seguito.

In particolare, vengono di seguito trattati i primi tre punti, poiché rappresentano gli aspetti più importanti per una corretta integrazione con gli altri aspetti della progettazione.

3.4.1 Impianto di produzione centralizzato energia elettrica

Sulla base delle esigenze normative, ovvero all'obbligo di soddisfare almeno il 55% del fabbisogno energetico dell'edificio con energia proveniente da fonti rinnovabili, e consolidando l'impronta di sostenibilità che l'abitazione dovrà assumere, è prevista l'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite solare fotovoltaico. Prendendo come riferimento i calcoli effettuati nel capitolo ENERGIA, è necessario installare un impianto che generi una potenza elettrica minima di 3,5 kW.

In particolare, è prevista l'installazione di 12 pannelli fotovoltaici (1698x1040 mm) posti in un'unica fila sul piano copertura (FIG 15).

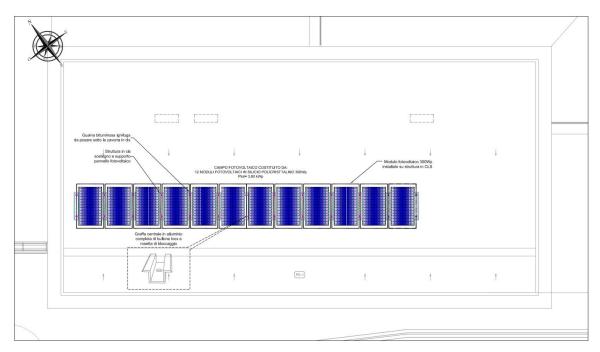


Figura 15: Impianto solare fotovoltaico. Piano copertura

In particolare, è stato scelto un modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio policristallino di forma quadrata o pseudoquadrata, efficienza > 13%, tensione massima di sistema 1000 V, questo sarà installato con una inclinazione di 5° (la minima richiesta), che non ottimizza la prestazione del pannello, ma riduce l'impatto estetico negativo dell'impianto fotovoltaico in copertura (FIG 16-17).

Si prevede l'installazione di un inverter bidirezionale 3,7kWp, connessione in rete DC/AC. L'apparecchio dovrà essere dotato del dispositivo di distacco automatico della rete.

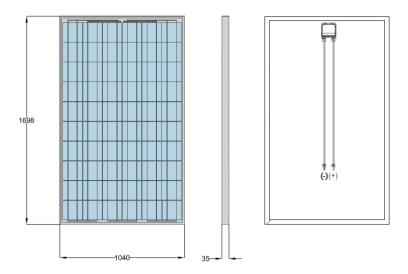


Figura 16: tipo pannello fotovoltaico

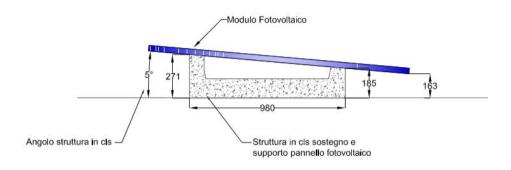


Figura 17: installazone pannello fotovoltaico

Questa soluzione comporta la produzione di 3,6 kWp, sufficienti al soddisfacimento dei requisiti minimi normativi e all'incremento del livello di sostenibilità dell'unità abitativa. Quest'ultimo è stato premiato nel calcolo energetico dell'edificio con il software REM/rate, nel calcolo del HERS index (vedi capitolo sostenibilità).

3.4.2 Impianto luce

L'impianto luci è strettamente connesso all'impianto domotico attivo nell'edificio, in quanto la maggior parte degli apparecchi illuminanti installati sono stati scelti affinché si integrassero con il sistema domotico. Oltre a questo aspetto è necessario sottolineare che la scelta dei corpi illuminanti e il loro posizionamento è stata operata dal team architettonico, in modo che tali aspetti fossero conformi al design della villa. Tutte le luci scelte sono a LED, soluzione che soddisfa i requisiti estetici, abbatte i consumi elettrici e incrementa la sostenibilità dell'abitazione.

I circuiti di illuminazione saranno alimentati dai relativi quadri di piano. I circuiti completi di regolazione saranno comandati tramite pulsanti, mentre quelli senza regolazione tramite pulsanti, interruttori o deviatori. All'interno dei quadri di piano saranno installati i moduli domotici per la regolazione luminosa tutti gli apparecchi e i pulsanti sottesi alla regolazione saranno collegati tramite cavo bus al controllore di zona.

Si faccia riferimento all'ALLEGATO 7 (tavola luci) per comprendere il posizionamento e il tipo di apparecchi previsti.

3.4.3 Impianto forza motrice

Le prese forza motrice saranno alimentate dai relativi quadri di piano. Saranno installate da incasso nelle pareti in cartongesso/muratura. Saranno di tipo bipasso e universali In 10/16A 230V per i locali di uso comune.

In particolare, si riportano alcuni accorgimenti presi per locali particolari:

- nei locali tecnici:
- suddivisione in più circuiti in modo da facilitare l'esercizio e limitare il disservizio causato da eventuali guasti;
- circuiti prese In 10/16A 230V tramite tubazioni da esterno;
- servizi igienici
- suddivisione in più circuiti in modo da facilitare l'esercizio e limitare il disservizio causato da eventuali guasti;
- circuiti prese In 10/16A 230V tramite tubazioni flessibili da incasso a parete;
- attivazione del sistema di aspirazione a velocità massima tramite pulsante per accensione luce;

4. DOMOTICA

La **domotica** è la scienza interdisciplinare che si occupa dello studio delle tecnologie adatte a migliorare la qualità della vita nella casa e, più in generale, negli ambienti antropizzati. La domotica consente di ottenere un notevole incremento delle prestazioni e delle possibilità offerte dai diversi impianti presenti nell'abitazione, ottimizzando i consumi e permettendo l'integrazione di diverse funzioni quali controllo, comfort ambientale, sicurezza, risparmio energetico e comunicazione.

In generale si può affermare che la domotica offre soluzioni per:

- 1) migliorare la qualità della vita;
- 2) aumentare la sicurezza;
- 3) semplificare la progettazione, l'installazione, la manutenzione e l'utilizzo della tecnologia;
- 4) ridurre i costi di gestione;
- 5) convertire i vecchi ambienti e i vecchi impianti.

A differenza di un impianto tradizionale, dove le funzioni si attivano tramite normali comandi (interruttori, regolatori etc.) incapaci di interagire tra loro e che quindi non possono essere governati da un unico punto di supervisione e programmazione, il sistema domotico consente di realizzare, sia in ambito residenziale che terziario, la gestione coordinata di tutti i dispositivi.

Le potenzialità dunque sono molteplici e gli ambiti di applicazione della domotica posso estendersi a diversi settori. Nuove tecnologie vengono sempre più spesso adottate in edifici commerciali nonché in ambienti di lavoro come studi specializzati e cliniche [2].

Si definisce casa o edificio intelligente un ambiente, opportunamente progettato e tecnologicamente attrezzato, che mette a disposizione dell'utente impianti che vanno oltre il tradizionale. Ovvero apparecchiature e sistemi sono in grado di svolgere funzioni programmate dall'utente con più o meno elevati gradi di autonomia. L'edificio intelligente permette la gestione coordinata, integrata e computerizzata degli impianti tecnologici (climatizzazione, distribuzione acqua, gas ed energia, impianti di sicurezza), delle reti informatiche e delle reti di comunicazione (FIG 18).



Figura 18: domotica

È bene far notare che la domotica non sempre comporta un abbattimento dei consumi energetici dell'edificio, in quanto potrebbe gravare sul fabbisogno energetico dello stesso. Tuttavia, una buona programmazione ed integrazione con gli impianti permette sicuramente un controllo e una semplice ed efficace gestione dei consumi.

4.1 Generalità

Come è ormai noto, la qualità dei sistemi di automazione e controllo presenti negli edifici è in grado di influenzare la prestazione energetica globale. Intervenendo su una serie di grandezze di input (portate d'aria, ore di funzionamento, fattori di occupazione, ecc.) si può ottenere un miglioramento del valore di prestazione energetica.

La norma UNI EN 15232-1/2 definisce i concetti base dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici. Tali funzioni riguardano le seguenti categorie di controllo:

- 1) riscaldamento;
- 2) fornitura di acqua calda sanitaria;
- 3) raffrescamento;
- 4) ventilazione e condizionamento dell'aria;
- 5) illuminazione;
- 6) schermature;
- 7) gestione tecnica dell'edificio.

Si definiscono:

- BACS (Building Automation and Control System): sistema che comprende tutti i
 prodotti, i software e i servizi di ingegneria finalizzati al controllo di uno o più
 impianti destinati ai servizi di climatizzazione invernale ed estiva, ventilazione,
 produzione di acqua calda sanitaria ed illuminazione;
- TBMS (Technical Building Management System): sistema che rende disponibili tutte le informazioni utili alla gestione degli impianti ai servizi di climatizzazione invernale ed estiva, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria ed illuminazione, quali il monitoraggio dei valori delle grandezze ambientali ed energetiche, gli allarmi, le diagnosi.

In sintesi, entrambi possono essere definiti come tutti i prodotti e i servizi tecnici per la regolazione automatica, il monitoraggio, l'ottimizzazione, il funzionamento, l'intervento umano e la gestione, al fine di perseguire l'efficienza energetica, economica e la sicurezza degli edifici [3].

4.2 Architettura e struttura dei BACS e TBMS

I moderni sistemi di automazione, controllo e supervisione sono configurati come una rete costituita da una unità centrale e da una o più unità periferiche collegate tra loro da un cavo BUS (Binary Unit System), che permette alle unità tutte di comunicare tra loro in tempo reale.

Le unità periferiche sono autonome, sono in grado di elaborare informazioni e di eseguire istruzioni secondo le logiche di programmazione. Svolgono dunque localmente le funzioni a cui son state destinate.

L'unità centrale è una workstation che elabora tutte le informazioni provenienti dalle unità periferiche e gestisce il corretto funzionamento di queste in un'ottica di integrazione di tutti gli ingranaggi del sistema.

La rete di comunicazione connette i diversi dispositivi in campo, i sensori e i controllori, collegandoli al sistema centrale che verifica il corretto funzionamento del sistema in tempo reale.

4.3 Classificazione in termini di efficienza energetica

La classificazione dei BACS e TBMS prevede la divisione in quattro classi a seconda della efficienza energetica del sistema di automazione, del controllo e della gestione tecnica di cui esso è dotato:

- 1) Classe D: BACS non efficienti. Edifici privi di sistemi di automazione e controllo dedicati al contenimento dei consumi energetici;
- 2) Classe C: BACS standard. Per edifici dotati di sistemi di automazione e controllo in grado di esercitare funzioni convenzionali (regolazione e contabilizzazione energia);
- Classe B: BACS e TBMS avanzati. Edifici dotati di sistemi di automazione e controllo, comprensivi anche di funzioni di gestione centralizzata dei singoli impianti;
- 4) Classe A: BACS e TBMS con elevate prestazioni. I sistemi di automazione e controllo sono anche in grado di garantire elevate prestazioni energetiche.

Per determinare la classe di appartenenza la UNI 15232-1/2 prevede l'impiego di due metodologie di calcolo differenti: una dettagliata e una semplificata.

Il metodo dettagliato è utilizzabile qualora siano noti tutti i dati di input necessari e sufficienti per implementare gli algoritmi di programmi di simulazione e calcolo energetico.

Il metodo semplificato (o "metodo dei fattori di BAC") prevede l'uso di tabelle in cui sono riportati dei coefficienti correttivi del consumo energetico correlarti alla classe di efficienza del sistema. Questo metodo è utile nella fase preliminare di progettazione, in cui non sono note nel dettaglio tutte le caratteristiche dell'unità abitativa.

Nel caso specifico del progetto preso in esame in tale elaborato, l'installazione del sistema domotico e del suo impatto sul fabbisogno energetico dell'abitazione sono stati valutati con l'implementazione del programma di simulazione energetica impiegato.

4.3.1 Metodo dei fattori di BAC

La norma UNI TS 11300 non è sufficiente per implementare il sistema domotico nel calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio. Come introdotto in precedenza, per effettuare questa valutazione e per determinare la classe in termini di efficienza energetica, può essere impiegato il metodo dei fattori di BAC. Tale metodo, di grande semplicità, si basa sulla determinazione di fattori di correzione sula base dei consumi energetici.

Si può determinare la classe di appartenenza dell'unità abitativa sulla base delle funzioni di automazione implementate nel sistema domotico come ad esempio viene suggerito dalla tabella sottostante.

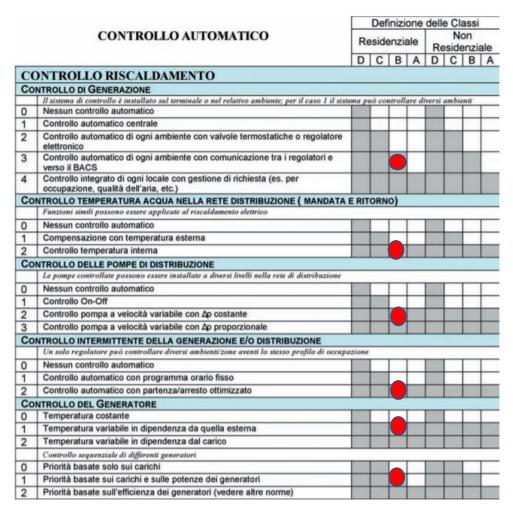


Tabella 9: classe energetica

Sulla base della a tabella soprariportata, si può intuire una classe energetica di automazione B (si potrebbe raggiungere la A, ma si procede con delle ipotesi cautelative). In analogo, esistono tabelle simili relative al sistema di illuminazione, climatizzazione, ecc. una volta

individuata la classe di appartenenza si ricavano i fattori di BAC relativi all'energia termica ed elettrica, secondo le tabelle seguenti.

Edifici residenziali	Fattori di efficienza BAC , f _{BAC,HC}						
	D	C Riferimento	В	A			
	Non energeticamente efficiente	Standard	Avanzato	Alte prestazioni energetiche			
- Appartamenti - Abitazioni singole - altri residenziali	1,10	1	0.88	0,81			

Tabella 10: fattori BAC, energia termica

Edifici residenziali	Fattori di efficienza BAC , f _{BAC,el}						
	D	C Riferimento	В	A			
	Non energeticamente efficiente	Standard	Avanzato	Alte prestazioni energetiche			
- Appartamenti - Abitazioni singole - altri residenziali	1,08	1	0.93	0,92			

Tabella 11: fattori BAC, energia elettrica

È dunque possibile valutare il risparmio energetico relativo alla propria classe di appartenenza.

	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES								
Tipologia Edificio / Locale	D	D C B A				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza	Risparmio B/C	Rispamio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D	
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	20%	47%	30%	54%	
Sale di lettura	1,24	1,00	0,75	0,50	25%	40%	50%	60%	
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	12%	27%	20%	33%	
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	9%	31%	14%	34%	
Hotel	1,31	1,00	0,75	0,68	25%	43%	32%	48%	
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	23%	37%	32%	45%	
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	27%	53%	40%	62%	
	Riscal	damento / Raf	frescamento i	n Edifici R	esidenzia	li .			
Case monofamiliari Appartamenti in condominio Atri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	12%	20%	19%	26%	

Tabella 12: risparmio energia termica

	2010	The second secon	ttrica in Edific		enziali			
	Classi	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES						
Tipologia Edificio / Locale	D	С	Risparmio applicando le Classi B e A al posto di C o D					
	Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza	Rispamio B/C	Risparmio B/D	Rispamio A/C	Risparmio A/D
Uffici	1,10	1,00	0,80	0,70	20%	27%	30%	36%
Sale di lettura	1,06	1,00	0,75	0,50	25%	29%	50%	53%
Scuole	1,07	1,00	0,88	0,80	12%	18%	20%	25%
Ospedali	1,05	1,00	0,91	0,86	9%	13%	14%	18%
Hotel	1,07	1,00	0,85	0,68	15%	21%	32%	36%
Ristoranti	1,04	1,00	0,77	0,68	23%	26%	32%	35%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,73	0,60	27%	32%	40%	44%
		Energia E	lettrica in Edit	fici Reside	nziali			
Case monofamiliari Appartamenti in condominio Atri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	8%	15%

Tabella 13:risparmio energia elettrica

4.4 Impianto domotico

Come accennato nel capitolo precedente la casa prevede l'installazione di un sistema domotico, che è provvisto delle seguenti funzioni:

- 1) controllo remoto del clima;
- 2) controllo remoto antintrusione e TVCC;
- 3) accensione automatica luci e dimmerizzazione;
- 4) comando tende oscuranti;
- 5) apertura serranda box e dissuasore mobile per parcheggio esterno;
- 6) serrature ingressi automatiche (attivabili con smartphone).

Data la flessibilità del sistema domotico scelto, sarà eventualmente possibile implementare ulteriori funzioni, qualora la committenza lo richiedesse.

L'impianto domotico avrà la funzione di comandare e gestire tutto il sistema degli impianti elettrici e speciali. Il sistema sarà formato da una serie di moduli collegati tra loro con un cavo BUS e alimentati dalla rete a bassissima tensione. In ogni sezione di quadro elettrico di piano o zona saranno installati i moduli per la gestione dell'impianto domotico. In ogni quadro elettrico è riservato la spazio per la domotica.

In ogni locale del piano primo, terreno e interrato saranno installati i pulsanti per il comando e la gestione delle funzioni sopra elencate. Sarà inoltre installato in ogni piano un touch screen da 10" per la gestione del sistema domotico.

È fondamentale sottolineare il fatto che tutti gli apparecchi installati (macchine per la climatizzazione, luci, macchine per impianto antieffrazione e TVCC, motori elettrici per tende, ecc.) sono stati scelti con caratteristiche tecniche compatibili con il sistema domotico, in modo tale che il dialogo con questo risulti agevole.

Tutti gli impianti presenti nell'abitazione saranno connessi alla domotica, è pertanto possibile conoscere lo stato degli impianti stessi, la presenza di anomalie e, volendo, la contabilizzazione dei consumi ad essi legati.

4.4.1 Controllo remoto del clima

L'impianto di climatizzazione comprende la presenza di:

- un estrattore servizi igienici sulla copertura;
- unità esterne PDC multisplit all'esterno;
- unità interne per PDC nelle unità abitative;
- sonde di temperatura per ogni ambiente;
- idrobox in autorimessa per produzione di acqua calda sanitaria;
- elettro pompe in autorimessa;
- un bollitore ACS.

I vari componenti saranno alimentati dai quadri di zona secondo la logica prevista in ALLEGATO 1.

Tutte le logiche di regolazione dell'impianto sono state descritte nel capitolo relativo gli impianti meccanici. Tutti i componenti in campo dovranno essere dunque cablati per permettere il funzionamento secondo dette logiche.

I componenti sopra elencati saranno connessi, tramite BUS, alle relative unità periferiche, atte alla regolazione indipendente delle caratteristiche termoigrometriche in ogni ambiente, e ad una unità centrale per una conoscenza in tempo reale dei consumi energetici dell'edificio.

Nello specifico sono previste queste ulteriori funzioni:

- comando unità interne;
- segnalazione temperatura interne ai locali;
- comando unità esterne;
- stato unita interne/esterne;
- anomalia unita interne/esterne;
- comando pompe locale interrato;
- stato pompe locale interrato;
- comando ventilazione we tramite interruttore luce;
- comando ventilazione cappa alla massima velocità alla accensione della piastra ad induzione in automatico e manuale tramite interruttore collegato al sistema domotico;
- attivazione impianto ad orari prestabiliti.

4.4.2 Controllo remoto antintrusione e TVCC

È richiesta la possibilità di abilitare e/o disabilitare il sistema di antintrusione e la visibilità del sistema di videosorveglianza.

In coordinazione con il controllo delle elettro-serrature si prevede:

- la visione in tempo reale dello stato dell'impianto;
- la segnalazione di anomalie nell'impianto;
- la segnalazione del sensore a doppia tecnologia in allarme;
- la segnalazione dei sensori perimetrali in allarme;
- la segnalazione delle sirene interne ed esterne in allarme;
- la conoscenza in tempo reale dello stato batterie;
- la attivazione e disattivazione del sistema;
- la apertura/chiusura delle porte esterne.

4.4.3 Accensione automatica luci e dimmerizzazione

Il sistema domotico è in grado di gestire gli apparecchi illuminanti presenti nell'abitazione. Questi dovranno essere dotati di driver 0-10 V, che garantisce una ottima compatibilità con il sistema domotico scelto.

Si prevede l'implementazione delle seguenti funzioni:

- accensione e spegnimento apparecchi illuminanti;
- regolazione apparecchi illuminanti;
- attivazione scenari di luce ad orari prestabiliti;
- attivazione illuminazione in funzione del contributo di luce esterna.

La regolazione delle luci artificiali viene fatta in coordinazione con la regolazione delle tende oscuranti, in modo da integrare efficacemente luce naturale ed artificiale.

4.4.4 Comando tende oscuranti

In analogo alla domotizzazione dell'impianto luci, si prevede per le tende oscuranti:

- comando apertura/chiusura tende oscuranti;
- regolazione tende oscuranti;
- attivazione scenari ad orari prestabiliti;
- attivazione in funzione del contributo di luce esterna;

4.4.5 Apertura serranda box e dissuasore mobile per parcheggio esterno

L'apertura/chiusura della serranda del box e l'attivazione del dissuasore mobile per il parcheggio esterno avviene tramite sensore di prossimità o comando da smartphone.

4.4.6 Serrature ingressi automatiche

Le porte di accesso esterne alle unità abitative saranno dotate di elettro serrature la cui apertura o chiusura verranno gestite dal sistema domotico. il comando di apertura/chiusura può essere inviato tramite smartphone, con apposita applicazione.

È inoltre prevista l'installazione di un impianto videocitofonico composto da:

- una postazione esterna per ogni ingresso alla proprietà con telecamera a colori, tastiera alfanumerica e lettore di prossimità;
- un pannello Touch 10" a servizio postazione interna videocitofonica.

5. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

5.1 Inquadramento socio-culturale

Nelle scienze ambientali ed economiche, la **sostenibilità** è la condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri [4].

Tale concetto evolve dal puro aspetto ecologico-ambientale fino a raggiungere un significato più globale, abbracciando gli ambiti economici, energetici, ingegneristici, sociali. Tutti questi aspetti concorrono in maniera sinergica a un processo evolutivo volto al benessere ambientale sociale ed economico.

L'ambito della progettazione sostenibile punta il focus su:

- ridurre l'estrazione di combustibile fossile, sfruttare al massimo fonti di tipo rinnovabile;
- ridurre la produzione di sostanze e composti chimici (plastica, diossine ecc.);
- ridurre il degrado fisico della natura e dei processi naturali;
- ridurre gli ostacoli che impediscono alle persone di soddisfare i bisogni umani fondamentali (condizioni di lavoro, di igiene e di salute);
- incentivare il riciclo, il riuso e la biodegradabilità.

Il percorso verso il raggiungimento della sostenibilità rappresenta dunque una sfida sociale che coinvolge il diritto internazionale e nazionale, il sistema urbanistico e dei trasporti, gli stili di vita locali e individuali e il consumo critico. Le strategie adottate dalla progettazione sostenibile sono sostanzialmente la riorganizzazione delle condizioni di vita (città ecologiche e città sostenibili), la revisione dei settori energetico-edilizio (green building, bioarchitettura), l'utilizzo delle scienze per lo sviluppo di nuove tecnologie (tecnologia verde, energie rinnovabili ed energia da fusione e da fissione attraverso un processo sostenibile). Tutto ciò concorre all'adattamento degli stili di vita individuali volti alla conservazione delle risorse naturali.

Alla luce di fenomeni come il degrado ambientale, il cambiamento climatico, il sovraconsumo, l'aumento demografico e la crescita economica illimitata in un sistema

chiuso, la concreta possibilità che le società umane possano, in futuro, raggiungere gli obiettivi della sostenibilità ambientale è stata, e continua a rimanere, incerta, nonostante il termine "sostenibilità" goda di una popolarità sempre maggiore.

Fra tutti gli aspetti sopracitati vi è un minimo comune denominatore: l'impatto dell'uomo e dei propri bisogni sull'ecosistema, dunque sull'ambiente che lo circonda. La sfida della progettazione sostenibile prevede dunque di minimizzare gli effetti negativi della presenza umana, in particolare riguardo l'energia, lo sfruttamento di risorse idriche, l'impiego di materiali e sostanze nocive, la riduzione dei rifiuti e degli scarti, l'impatto acustico.

ENERGIA

l'energia solare, tramite infinite trasformazioni, assorbita dalle piante tramite fotosintesi, assume tutte le forme di energia note e sfruttate oggi ed in passato per il soddisfacimento dei fabbisogni dell'uomo. Dalla rivoluzione industriale ad oggi la fonte maggiormente impiegata a questi scopi è stata quella dei combustibili fossili, che a sua volta è stata una dei massimi elementi che decretava il potere economico e politico. Nel 2007 gli scienziati del clima del gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) decretarono che c'era almeno il 90% di probabilità che l'aumento di CO2 nell'atmosfera fosse stato causato dall'uomo, soprattutto come conseguenza delle emissioni di combustibili fossili e, in misura minore, dai cambiamenti nell'uso del suolo. Per stabilizzare il clima mondiale verrà richiesto ai Paesi ad alto reddito di ridurre le loro emissioni del 60-90% rispetto ai livelli del 2006 entro il 2050 mantenendo i livelli di CO2 a 450-650 ppm rispetto ai livelli attuali di circa 380 ppm. Superato questo livello, le temperature potrebbero aumentare di oltre 2 °C fino a produrre un cambio climatico "catastrofico".

La riduzione delle emissioni di gas serra affrontata a tutti i livelli rappresenta il fulcro della sfida dell'ingegneria contemporanea.

ACQUA

L'aumento dei terreni irrigui, la crescita del settore industriale, la costruzione di dighe hanno quadruplicato il prelievo di acqua da parte dell'uomo negli ultimi 60 anni. Ciò ha inoltre alterato la qualità dell'acqua compromettendo il ciclo idrico globale.

Questa crisi comporta la necessità di un miglioramento su scala mondiale dell'efficienza idrica, di una ottimizzazione della gestione della domanda dell'acqua, sia nella quotidianità domestica (come ad esempio prevede il protocollo LEED for Homes trattato successivamente), sia nelle infrastrutture, nei terreni irrigui, riducendo al minimo l'intensità

delle portate di acqua impiegata e prevedendo l'immagazzinamento di quella in eccesso da precipitazioni. Tali necessità comportano una progettazione flessibile e reversibile, giungendo, fin dove possibile, ad una locale autosufficienza per quanto riguarda l'acqua non potabile.

MATERIALI, SOSTANZE TOSSICHE E RIFIUTI

L'aumento della popolazione globale e del benessere della stessa va di pari passo ad un aumento del volume dei diversi materiali utilizzati dall'uomo (materie prime, sostanze chimiche e sintetiche, prodotti manifatturieri, cibo, ecc.), dunque anche dei rifiuti.

La corsa alla sostenibilità ha trasformato il vecchio percorso lineare dei materiali (estrazione, uso e smaltimento in discarica) in un flusso circolare basato sul riutilizzo e sul riciclo, raggiungendo dove possibile un ciclo di vita infinito. L'impiego di biomateriali sostenibili che derivano dalle fonti rinnovabili e che possono essere riciclate è preferibile rispetto all'utilizzo di quelle non rinnovabili dal punto di vista del ciclo di vita.

Tutte le attività dell'uomo, sia industriali che non, producono sostanze classificabili come rifiuti. Al fine di ridurre gli scarti le industrie, le imprese e i governi si impegnano a trasformare i rifiuti prodotti in risorse. Al noto "riduci, riutilizza e ricicla" si aggiungono sempre di più i protocolli promossi dal design ecologico e dal green building.

La parola chiave è "**resilienza**": ovvero la capacità di ridurre i rischi del global Warming, sfruttandone i potenziali benefici [5]. Progettare in chiave resiliente implica dunque superare la tradizionale settorialità con cui si approcciano le trasformazioni urbane, ottimizzare le risorse territoriali e volgere l'attenzione alle aree della città dimenticate.

Diventa imperativo per ingegneri e architetti volgere il proprio ingegno, la propria creatività verso la sostenibilità [6] e combinare queste qualità con una profonda conoscenza scientifica al fine di ottimizzare l'efficienza delle opere, minimizzando l'impatto delle stesse e raggiungendo il target delle zero emissioni.

Il ruolo dell'ingegnere o architetto necessita una ridefinizione dei confini della "progettazione tradizionale", implementando quattro nuovi concetti imprescindibili [7]:

- 1. progettare per l'uomo e la natura, apportando mutui benefici;
- 2. riformulare le seguenti relazioni:
 - cultura e natura;
 - ambiente artificiale e naturale;
 - industria e edilizia;
 - rifiuto e risorsa;
 - utilizzatore e produttore,
- 3. riconsiderare l'impatto di ogni azione sul pianeta, valutando il ciclo di vita di ogni prodotto o progetto con un approccio ecosistemico;
- 4. digitalizzare i punti 2 e 3, in modo da misurare e comprendere in tempo reale i risultati prodotti dai detti punti.

5.2 Assemblea generale Nazioni Unite 25 Settembre 2015

I 17 obiettivi per lo Sviluppo sostenibile [8]

Il 25 settembre 2015, 193 paesi dell'assemblea generale delle Nazioni Unite si sono riniti per redigere l'**Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile**. Trattasi di un ambizioso programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità. In detta sede sono stati stilati **17 obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile**, basati sugli Obiettivi di Sviluppo del Millennio, bilanciano le tre dimensioni della sostenibilità: la dimensione economica, sociale e ambientale. Si propone di raggiungere il traguardo dei **17 SDGs (Sustainable Development goals)** nei prossimi 10 anni.

L'agenda è stata creata seguendo i principi della Carta delle Nazioni Unite, sulla Dichiarazione dei Diritti Umani, sulla Dichiarazione del Millennio e sui risultati del Vertice Mondiale del 2005. Si ribadiscono inoltre tutti i principi della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e sullo Sviluppo.

Si è determinati a proteggere il pianeta dalla degradazione, attraverso un consumo e una produzione consapevoli, gestendo le risorse naturali in maniera sostenibile e adottando misure urgenti riguardo il cambiamento climatico, in modo da poter soddisfare i bisogni delle generazioni presenti e future. Tutto ciò concorre a creare le condizioni per una crescita economica sostenibile, inclusiva e duratura, per una prosperità condivisa, tenendo conto dei livelli di sviluppo e delle capacità delle nazioni. Per il raggiungimento di questo obiettivo è necessaria la tutela dell'ambiente: è pertanto fondamentale che la tecnologia sia sensibile al clima, rispetti la biodiversità e sia resiliente. Si sviluppa un mondo in cui l'uomo vive in armonia con la natura e in cui le specie viventi sono protette.

L'esaurimento delle risorse naturali e gli impatti negativi dello sviluppo ambientale (desertificazione, siccità, degrado del territorio, perdita delle biodiversità...) si aggiungono alla lista delle sfide che l'umanità deve fronteggiare. Il cambiamento climatico è una delle più grandi di queste, il suo impatto negativo compromette la capacità degli stati di attuare uno sviluppo sostenibile. L'aumento della temperatura globale, l'innalzamento del livello del mare, l'acidificazione degli oceani ed altre conseguenze legate al mutamento climatico, mettono a repentaglio zone costiere, piccoli stati insulari, soprattutto in paesi sottosviluppati. La sopravvivenza di molte società e dei sistemi di supporto biologico del pianeta è a rischio.

Il dovere delle generazioni odierne è dunque costruire economie dinamiche, sostenibili, innovative e incentrate sulle persone.

Come risposta globale al cambiamento climatico ci si impone di adottare soluzioni volte ad abbattere le emissioni di gas serra, limitando l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C. Si riconosce che lo sviluppo sostenibile dipende da una corretta gestione delle risorse naturali del Pianeta. Come ribadito, gli aspetti ingegneristici di tali obiettivi prevedono di ridurre gli impatti negativi delle attività urbane: diminuire l'uso di sostanze chimiche e sintetiche, gestire correttamente il fabbisogno energetico, minimizzare e riciclare i rifiuti, implementare l'efficienza dell'uso dell'acqua.

5.2.1 Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Si elencano di seguito i 17 obiettivi proposti nell'Agenda e si analizzano quelli più strettamente di interesse alla pratica della progettazione sostenibile:

- 1. porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo;
- 2. porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione con un'agricoltura sostenibile;
- 3. assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età
- 4. fornire un'educazione di qualità, equa e inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti;
- 5. raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne;
- 6. garantire a tutti la disponibilità e la **gestione sostenibile dell'acqua** e delle strutture igienico sanitarie
- 7. assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni
- 8. incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti
- 9. costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed un'industrializzazione equa, responsabile e sostenibile
- 10. ridurre l'inuguaglianza all'interno e fra le nazioni
- 11. rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili
- 12. garantire modelli sostenibili di produzione e consumo
- 13. promuovere azioni a tutti i livelli per combattere il cambiamento climatico

- 14. conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile
- 15. proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre
- 16. promuovere società pacifiche e inclusive per uno sviluppo sostenibile
- 17. rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato globale per uno sviluppo sostenibile

Relativamente alla progettazione integrata e sostenibile si deve fare riferimento ai seguenti obiettivi:

- **obiettivo 6**, in quanto questo prende in considerazione la necessità di incrementare l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua in ogni settore e prevedere la raccolta di acque meteoriche, nonché il trattamento di acque reflue, prevedendo l'impiego di tecnologie di riciclaggio e reimpiego;
- obiettivo 7: esso esige il potenziamento delle quote di energie rinnovabili nel consumo totale di energia, diviene imperativo raddoppiare il tasso globale di miglioramento dell'efficienza energetica entro il 2030;
- **obiettivo 8**: al fianco di una crescita economica duratura e sostenibile occorre migliorare l'efficienza globale nel consumo e nella produzione di risorse, scollegando così la crescita economica dal degrado ambientale;
- **obiettivo 11**: questo impone di ridurre l'impatto ambientale negativo pro capite delle città, prestando particolare attenzione alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti urbani e di altri; prevede inoltre l'accesso universale a spazi verdi, incentivando la crescita di questi per abbattere le isole di calore.

La sfida per gli ingegneri contemporanei diviene "progettare per l'uomo e la natura" [7], in quanto, la crisi evidenziata dall'Agenda e dai 17 SDGs, esige un cambiamento del modo di fare business: promuove l'avanzamento sinergico di una crescita economica, tecnologica, sociale e culturale, abbattendo i consumi e azzerando le emissioni di CO₂, incentivando la rigenerazione dei prodotti e delle ricchezze. In analogo agli obiettivi di industria 4.0 si prospetta un dialogo tra umanesimo, ecologia e tecnologia.

5.3 La certificazione LEED

Il sistema statunitense di classificazione dell'efficienza energetica e dell'impronta ecologica degli edifici **LEED**, sviluppato dallo U.S. Green Building Council (USGBC), fornisce un insieme di standard di misura per valutare le costruzioni ambientalmente sostenibili. Dalla sua prima elaborazione nel 1998, il LEED è cresciuto fino ad includere più di 7.000 progetti edilizi fra gli stati U.S.A. e altri 30 paesi. L'aspetto principale del LEED è che si tratta di un processo aperto e trasparente dove i criteri tecnici proposti dai comitati LEED vengono pubblicamente rivisti per l'approvazione da più di 10.000 organizzazioni che formano parte del USGBC [9].

Lo standard di certificazione energetico ambientale per gli edifici LEED® (Leadership in Energy Environmental Design) è uno standard a base volontaria che regola la gestione, la progettazione e la costruzione di edifici sostenibili dal punto di vista sociale, ambientale, economico e del benessere dell'utilizzatore. Può inoltre essere esteso anche alla fase di gestione e utilizzo dell'edificio (protocollo LEED EBOM).

LEED promuove un approccio orientato alla sostenibilità, riconoscendo le prestazioni degli edifici in settori chiave, quali il **risparmio energetico ed idrico**, la **riduzione delle emissioni di CO2**, il miglioramento della **qualità ecologica degli interni**, i materiali e le risorse impiegati, il progetto e la scelta del sito. Sviluppato dalla **U.S. Green Building Council** (USGBC), il sistema si basa sull'attribuzione di 'crediti' per ciascun requisito.

Green Building Council (GBC), diffusa in 70 paesi, è un'associazione senza scopo di lucro cui aderiscono le più competitive imprese e le più qualificate associazioni e comunità professionali italiane operanti nel segmento dell'edilizia sostenibile [10]. Essa promuove un processo di trasformazione del mercato immobiliare attraverso la promozione del sistema di certificazione di terza parte. A livello nazionale, l'associazione GBC Italia promuove anche dei propri protocolli di certificazione (LEED) espressamente sviluppati per le specificità del mercato locale (per esempio il protocollo Historic Building). Gli scopi principali di tale associazione sono:

- favorire e accelerare la diffusione di una cultura dell'edilizia sostenibile, guidando la trasformazione del mercato;
- sensibilizzare l'opinione pubblica e le istituzioni sull'impatto che le modalità di progettazione e costruzione degli edifici hanno sulla qualità della vita dei cittadini;

- fornire parametri di riferimento chiari agli operatori del settore;
- incentivare il confronto tra gli operatori del settore creando una community dell'edilizia sostenibile.

Lo standard di certificazione promosso dalla GBC è attualmente il sistema di verifica di terza parte più diffuso al mondo. La prima ricerca italiana (realizzata da REbuild¹ in collaborazione con CBRE e GBCI Europe) sul valore degli immobili certificati LEED, attesta un aumento di valore riconosciuto tra il 7 e l'11% superiore rispetto agli immobili privi di certificazione ambientale. Il LEED misura l'adozione di pratiche sostenibili attraverso parametri che stabiliscono precisi criteri di progettazione e realizzazione di edifici salubri, energeticamente efficienti e a basso impatto ambientale.

Il sistema di certificazione prevede l'attribuzione di un punteggio sulla base di un'insieme di parametri ben delineati dal protocollo stesso. La somma dei crediti conseguiti costituisce il livello di certificazione. Questa prevede quattro livelli:

- Certified: punti totali nell' intervallo 40-49;
- Silver: punti totali nell' intervallo 50-59;
- Gold: punti totali nell' intervallo 60-79;
- Platinum: punti totali superiori a 80.

Qualsiasi livello di certificazione è comunque subordinato al soddisfacimento di particolari Prerequisiti (Mandatory Requirements), indispensabile per il raggiungimento di uno qualsiasi dei livelli di certificazione. I Crediti sono distinti in Crediti di Progettazione e in Crediti di Costruzione: i primi sono conseguibili se il progetto è conforme ai relativi requisiti (anche se in alcuni casi richiedono verifiche nella fase di costruzione) e vengono sottoposti alla revisione (Design Review) dell'ente certificatore statunitense GBCI (Green Building Certification Institute) indicativamente al termine della fase progettuale; i Crediti di Costruzione sono conseguibili se il processo di costruzione mette in atto buone pratiche e/o

¹ REbuild è una società riconosciuta nel mercato dell'edilizia quale player di riferimento per l'innovazione delle costruzioni italiane

procedure e utilizzo di materiali conformi ai relativi requisiti e vengono sottoposti alla revisione (Construction Review) alla fine del processo costruttivo.

Il protocollo preso, nell'ambito del presente studio, è il protocollo LEED for Homes che in esame comprende la disamina delle seguenti aree tematiche:

- processo integrativo;
- localizzazione e trasporti;
- siti sostenibili;
- gestione delle acque;
- energia e atmosfera;
- materiali e risorse;
- qualità dell'aria interna;
- innovazione nella progettazione

Il certificato LEED viene ottenuto dopo aver inviato una documentazione di rispetto delle normative richieste dai vari sistemi di valutazione. Tale documentazione e sottoposta ad un esame, a pagamento, di revisione a cui segue, se l'esito è positivo, la certificazione. Il certificato viene rilasciato soltanto dal "Green Building Council" responsabile dell'elaborazione e istituzione del particolare sistema LEED usato nel progetto.

Recentemente il processo di applicazione per la certificazione delle nuove costruzioni è stato elettronicamente implementato, attraverso un insieme di documenti PDF attivi che automatizzano il processo di completamento della documentazione.

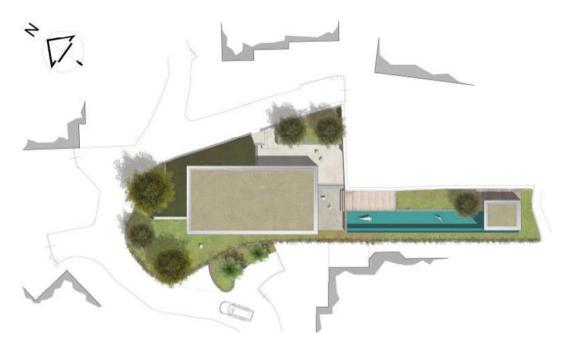


Figura 19: villa

Il progetto prevede la realizzazione di un'unità residenziale unifamiliare, con annessa autorimessa, attraverso un intervento di demolizione e di ricostruzione con incremento volumetrico di un edificio a destinazione residenziale esistente. L'intervento comprende la sistemazione a verde dell'intera area compresa nel LEED Boundary (coincidente con il confine di proprietà) e la realizzazione di una piscina con annessa palestra.

5.4.1 MPR (minimum program requirements)

Come spiegato precedentemente, prima di procedere alla valutazione e all'assegnazione dei crediti è necessario che il progetto superi dei requisiti minimi relativi ad ogni area tematica elencata nel paragrafo precedente.

Innanzitutto:

- l'edificio in progetto è una struttura permanente costruita su terreno esistente, è quindi accertato il fatto che l'unità abitativa non sia mobile e abbia coordinate GPS stabili;
- l'edificio è definibile come "unità abitativa";
- il confine di progetto LEED (Leed boundary) coincide con il confine di proprietà e
 include tutte le aree contigue associate all'edificio e al suo futuro utilizzo da parte
 degli occupanti. La superficie lorda dell'edificio in progetto non è inferiore al 2%
 dell'area lorda del terreno incluso nel LEED Boundary.

Appurato il rispetto di questi parametri si passa ad una disamina approfondita dei prerequisiti richiesti da LEED for Homes, per ogni area tematica.

Location and Trasportation (LT)

FLOODPLAIN AVOIDANCE

Tale prerequisito fa riferimento a disposizioni in materia di alluvioni. Ovvero necessita il rispetto delle norme locali del codice edilizio in merito alla salvaguardia degli edifici da alluvioni, frane o in generale danni da cause metereologiche.

Essendo la costruzione una riedificazione di una precedente abitazione si dà per assodato il rispetto di tali normative in quanto l'unità abitativa antecedente ottenne già il permesso di costruire superando le i requisiti richiesti dalla normativa cogente. Si considera dunque il superamento del prerequisito.

Sustainable Sites (SS)

CONSTRUCTION ACTIVITY POLLUTION PREVENTION

L'intento di tale prerequisito è quello di ridurre l'inquinamento provocato dalle attività di costruzione controllando l'erosione del suolo, la sedimentazione delle vie navigabili e la polvere dispersa nell'aria. Sarà pertanto necessario introdurre nella gestione del cantiere la formalizzazione di procedure che dovranno essere implementate, verificate e mantenute per tutta la durata delle lavorazioni al fine di garantire il rispetto di tale prerogativa.

È il caso di evidenziare che l'applicazione di tali procedure potrebbe comportare un incremento dei costi di cantiere rispetto ad un cantiere gestito in modo "tradizionale" senza l'attenzione necessaria al tema dell'inquinamento dell'ambiente circostante. Questo aspetto permette di ricordare che, in generale, costruire attuando dei processi progettuali e costruttivi certificabili vuol dire costringere tutti gli attori coinvolti a non trascurare alcun elemento che abbia impatto sulla sostenibilità e quindi ad orientare le risorse, anche economiche, al raggiungimento di tale scopo. Risorse che magari, in una costruzione non certificabile, sarebbero state utilizzate per altro o semplicemente non investite a discapito dell'ambiente (cfr. paragrafo precedente sul cambiamento dell'ottica progettuale).

NO INVASIVE PLANT

La progettazione del verde è parte integrante dell'opera. Ai fini di garantire il rispetto della biodiversità locale e la salvaguardia dell'ecosistema è necessario imperativamente evitare l'introduzione di specie vegetali invasive ed esotiche. Si faccia riferimento alle indicazioni dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Water Efficiency (WE)

WATER METERING

Ai fini di implementare l'efficienza dell'uso e del consumo di acqua occorre monitorare e confrontare nel tempo l'uso dell'acqua, il progetto prevede l'installazione di un contatore generale per la misura dei consumi idrici dell'intero edificio.

Materials and Resources (MR)

CERTIFIED TROPICAL WOOD

Attuo a garantire una gestione responsabile ed ecologica delle foreste, questo prerequisito prevede che tutto il legno impiegato nel progetto non devono essere di origine tropicale, oppure tale materiale deve essere riutilizzato o riutilizzabile. In linea generale sarà data la preferenza ai materiali certificati FSC (Forest Stewardship Council). FSC® è l'acronimo di Forest Stewardship Council®, un'Associazione no-profit che promuove la gestione responsabile delle foreste nel mondo.La certificazione FSC® garantisce che il materiale di origine forestale (legno, carta, sughero, bambù, viscosa e molti altri) che costituisce il prodotto venduto, provenga da foreste o fonti gestite in maniera responsabile.

DURABILITY MANAGMENT

Una visione di sostenibilità implica promuovere la durabilità e le prestazioni dell'involucro dell'edificio, dei suoi componenti e sistemi attraverso la progettazione, la selezione dei materiali e le pratiche di costruzione appropriate. Fattore fondamentale per ottenere ciò, sono le misure di controllo dell'umidità all'interno dell'abitazione. Non si rispecchiano particolari criticità in quanto:

- non è previsto l'utilizzo di moquette. I pavimenti di cucina, bagni, lavanderia e spa sono del tipo resistente all'acqua, così come il pavimento d'ingresso direttamente accessibile dal giardino;
- i serbatoi per accumulo dell'acqua sono collocati all'interno dell'autorimessa al piano interrato. Non risultano quindi all'interno, sopra o in prossimità di spazi abitabili.

Energy and Atmosphere (EA)

MINIMUM ENERGY PERFORMANCE

Fondamentale dal punto di vista della progettazione integrata di impianti termotecnici, di acqua calda sanitaria ed elettrici, questo requisito ha l'intento di stabilire il livello minimo di efficienza energetica per l'edificio proposto e i sistemi per ridurre gli impatti ambientali ed economici associati a un uso eccessivo della stessa. Lo studio per l'ottenimento di questo prerequisito e dei relativi crediti verrà ampiamente analizzato successivamente in quanto prevede l'impiego di un software dedicato: questo confronta un edificio di riferimento con il modello energetico dell'edificio di progetto. Sulla base del raggiungimento e/o del

superamento dei requisiti minimi proposti dalla ENERGY STAR si ottiene il MPR ed, eventualmente, i relativi crediti.

ENERGY METERING

Come per WE è necessario conoscere e controllare in tempo reale i consumi energetici. È intatti presente un contatore generale per la misura dei consumi elettrici dell'intero edificio. Non è previsto in progetto l'allaccio alla rete del gas.

EDUCATION OF HOMEOWNER, TENANT, OR BUILDING MANAGER

Le prestazioni di sostenibilità raggiunte dalla casa in progetto devono essere garantite addestrando gli occupanti sul corretto funzionamento dell'edificio e dei suoi componenti, e sulla manutenzione delle caratteristiche e delle attrezzature LEED. Al fine di responsabilizzare il proprietario e chi abita nello stabile occorre consegnare ad essi:

- il manuale per la manutenzione e gestione dell'edificio contenete tutte le caratteristiche di sostenibilità legate all'applicazione del protocollo;
- i manuali di tutte le componenti impiantistiche, degli infissi e degli elettrodomestici;
- documenti contenenti le informazioni generali sull'uso efficiente dell'energia,
 dell'acqua e delle risorse naturali.

Indoor Environmental Quality (EQ)

VENTILATION

Il protocollo LEED prevede la salvaguardi della salute degli individui che soggiornano nell'abitazione, pertanto diventa inderogabile il controllo della qualità dell'aria interna.

Il prerequisito, che richiede il rispetto delle sezioni 5 e 7 dell'ASHRAE 62.2 – 2010, risulta soddisfatto. In particolare, è prevista l'estrazione dell'aria esausta, con espulsione dell'aria in esterno, in tutti i bagni e nella cucina dell'edificio.

I sistemi sono in grado di garantire le portate minime richieste dalla normativa americana ed

in particolare:

- cucine: 47 litri/sec (\sim 170 m³/h)

- bagni: 23 litri/sec ($\sim 83 \text{ m}^3/\text{h}$)

Il progetto non prevede inoltre l'installazione di caldaie o forni a gas.

GARAGE POLLULANT PROTECTION

In accordo con quanto appena esposto, anche il garage necessità di accorgimenti per

garantire una buona qualità dell'aria. All'interno dell'autorimessa non è prevista la

collocazione di apparecchi e canali dell'aria di mandata. Per garantire un'elevata qualità

dell'aria anche nei locali riscaldati del piano interrato, confinati con l'autorimessa, il

progetto prevede:

l'installazione di un rilevatore di monossido di carbonio con allarme ottico e

acustico:

particolare attenzione alla sigillatura della porta di accesso dall'autorimessa alla

zona riscaldata mediante guarnizioni.

RADON-RESISTANT CONSTRUCTION

Tale prerequisito risulta assodato in quanto l'area di edificazione non un rischio radon

elevato. L'EPA divide le zone a seconda di tale rischio (zona 1 è quella con il rischio più

elevato): il territorio di interesse non è considerato zona 1. Inoltre, questo risulta avere una

concentrazione generalmente più bassa rispetto alla media nazionale.

AIR FILTERING

Sempre relativamente alla qualità dell'aria si prevede, per tutte le griglie di reintegro

dell'aria esterna, l'installazione di filtri di classe G4 come da indicazioni del protocollo.

78

Innovation (IN)

PRELIMINARY RATING

Al fine di massimizzare le opportunità di adozione integrativa ed economica di strategie di progettazione e costruzione ecologiche, in fase di progettazione è stato introdotto il protocollo LEED coinvolgendo sia la committenza che il team di progettazione. Qualora si decidesse di intraprendere il percorso di certificazione (non fermandosi solo a un preassestment) occorrerà definire dei responsabili per ogni credito che si intende ottenere.

5.4.2 I crediti

Una volta accertato il superamento dei Mandatory Requirement è possibile passare all'analisi delle singole aree tematiche per l'attribuzione dei crediti ad esse correlati. Questa fase valutativa prevede un'assegnazione basata sia su dati concreti estrapolati dal progetto, sia su delle ipotesi di scelte che verranno adottate in fase di cantiere e dalla committenza in futuro. L'effettivo numero di crediti maturato, e dunque seguito da una eventuale certificazione, saranno confermati da un Green Rater professionista responsabile di:

- fornire servizi di verifica in loco su un progetto di case registrato LEED;
- assemblaggio del pacchetto di presentazione del progetto e invio per la revisione della certificazione;
- verifica che la casa sia progettata e costruita secondo i rigorosi requisiti del sistema di classificazione attraverso la verifica in loco.

Esso inoltre deve essere coinvolto nel progetto dalla fase di progettazione (prima di una valutazione preliminare) e durante tutto il processo di costruzione. Oltre al Green Rater si prevede il coinvolgimento di un esperto indicato da GBCI (Green Business Certification Inc.), professionista specializzato in architettura, ingegneria e gestione degli edifici.

Integrative Process

INTEGRATIVE PROCESS – 2/2

Il concetto di progettazione integrata fa sì che, come accennato in precedenza, l'adozione del protocollo LEED sia in sinergia con tutti gli aspetti del progetto stesso. Pertanto, oltre al fatto che tutte le figure del team di lavoro posseggono competenze in merito alla sostenibilità, anche la committenza è stata coinvolta in merito al conseguimento della certificazione della GBC.

Per ottenere il massimo dei crediti in questo ambito, prima dell'avvio dei lavori di costruzione, si può inoltre ipotizzare di effettuare una giornata di formazione in cantiere per le maestranze al fine di comunicare gli obiettivi di sostenibilità del progetto e le misure da implementare per l'ottenimento della certificazione LEED.

Location and Trasportation (LT)

Questa particolare categoria di crediti si basa sul luogo in cui si trova il progetto, sulla sua connettività ai trasporti pubblici e sulla sistemazione di coloro che utilizzano modalità di trasporto alternative, al fine di abbattere l'impatto negativo della costruzione sull'ecosistema locale e dei mezzi di locomozione prossimi alla villa.

Per l'analisi di questo tema esistono due strade: quella prescrittiva e quella "di performance" (scartata in quanto prevede l'impiego di software dedicati che offrono una vasta gamma di capacità di analisi adattabili al raggiungimento della conformità del credito LEED, questi semplificano la valutazione del livello di certificazione in varie categorie). Con il percorso precriptive path si studiano singolarmente le varie opzioni e si assegnano i relativi crediti. L'intervento interessa un'area occupata da un edificio esistente, ben collegata al tessuto urbano ma non ai trasporti pubblici. Si considerano acquisiti 10 punti sui 15 totali disponibili per l'area (segue analisi dettagliata dei punti raggiungibili e raggiunti).

SITE SELECTION - 8/8

Il luogo in cui l'edificio sarà costruito e l'ambiente che circonda il luogo svolgono un ruolo importante nella sostenibilità complessiva dello stesso.

Secondo le seguenti opzioni si valuta l'ottenimento di tutti gli otto crediti:

- l'area selezionata risulta essere già precedentemente edificata (4 punti);
- l'intero perimetro dell'area è confinante con aree già precedentemente edificate (2 punti);
- il progetto risulta collocato in un'area con elevata densità di intersezioni stradali, così come definito dai requisiti del credito (1punto);
- entro 800 metri dall'area di intervento si individua uno spazio pubblico aperto ed accessibile con estensione pari ad almeno 3000 m². In particolare, ad una distanza di 450 metri è presente il Parco Culturale Claude Monet, un parco pubblico attrezzato con giochi per i bambini. (1 punto come riportato in FIG 20 si evidenziano la posizione dell'edificio e quella del parco).



Figura 20: posizione area abitativa e parco pubblico

COMPACT DEVELOPMENT - 0/3

Al fine di promuovere la vivibilità, la pedonabilità e l'efficienza dei trasporti, soprattutto in merito alla micro-mobilità (ovvero quella relativa alle brevi distanze) e per ridurre i rischi per la salute pubblica, incoraggiando l'attività fisica quotidiana associata a camminare e ad andare in bicicletta, questo credito è attribuibile in caso non superamento di un dato limite di densità di abitazioni:

- per i componenti residenziali situati a breve distanza: 12 o più unità abitative per acro di terreno edificabile disponibile per usi residenziali;
- per i componenti residenziali che non rientrano nelle distanze percorribili: 7 o più unità abitative per acro di terreno edificabile disponibile per usi residenziali;

Questo credito non è raggiungibile.

COMUNITY RESOURCE – 2/2

A favore della sostenibilità vi è la prossimità dei servizi presenti nell'intorno dell'area di intervento. In particolare, l'entrata principale dell'edificio è localizzata entro 800 metri di

distanza pedonale da più di 12 servizi esistenti ed accessibili al pubblico: ristoranti, bar, scuole di diverso ordine e grado, spazi espositivi, supermercati, sede del comune, casa di riposo.

Si ottengono due crediti.

ACCESS TO TRANSIT – 0/2

Come ormai assodato, tra gli obiettivi principali di sostenibilità vi è quello di abbattere le emissioni di CO₂ e degli inquinanti tutti. Diventa perciò fondamentale incoraggiare lo sviluppo di luoghi che presentano molteplici scelte di mezzi di locomozione alternativi all'autoveicolo. Questo credito è attribuibile dove ciò è verificato, ovvero: dove è promossa la micromobilità ed il trasporto pubblico. Non sono accessibili fermate del trasporto pubblico entro 400 metri di distanza pedonale dall'ingresso principale dell'edificio. La stazione ferroviaria si trova ad una distanza superiore agli 800 metri richiesti dal credito.

Questo credito non è attribuibile.

Sustainable Sites (SS)

HEAT ISLAND REDUCTION – 0/2

Isola di calore è il fenomeno che determina un microclima più caldo all'interno delle aree urbane cittadine, rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali. Questo fenomeno è determinato da una serie di concause che interagiscono tra loro:

- diffusa cementazione e superfici asfaltate che prevalgono sulle aree verdi;
- le emissioni di autoveicoli;
- gli impianti di riscaldamento e raffrescamento ad uso domestico;
- l'edificazione che limita il ricircolo d'aria
- basso rapporto superfici orizzontali e verticali che inibisce la dispersione di calore per irraggiamento.

Generalmente l'effetto isola di calore è proporzionale all'estensione dell'area urbanizzata, questa può alterare notevolmente il microclima locale.

È chiaro dunque che l'estensione del verde, e la riflettanza delle superfici diviene fondamentale per ovviare a tale problema.

Questo credito prevede l'impiego di un colore per la copertura piana che superi il valore minimo di riflettanza solare suggerito dalla ENERGY STAR. Il progetto prevede la

realizzazione di una copertura piana con finitura in ghiaia di colore chiaro. Questa soluzione non soddisfa i requisiti richiesti pertanto il credito non è raggiungibile.

È tuttavia possibile valutare soluzioni tecnologiche differenti per la copertura e per le pavimentazioni esterne qualora si optasse per la massimizzazione dei crediti ottenibili: come per esempio la realizzazione di un tetto verde, o l'uso di un colore che abbia una riflettanza tale per cui si supera il requisito richiesto.

RAINWATER MANAGEMENT – 1/3

Si è ampiamente discusso sulla necessità di implementare l'efficienza di gestione delle acque specialmente l'esigenza di sfruttare quelle meteoriche. Si cerca in particolare di limitare il deflusso delle acque attuando le seguenti strategie:

- mantenimento e progettazione di aree permeabili sistemate a verde;
- sistema di raccolta acque piovane dalla copertura dell'edificio e raccolta delle acque meteoriche in apposita cisterna di circa 9 m3.

Il protocollo LEED prevede l'attribuzione dei crediti relativi a tale tematica sulla base della percentuale di area permeabile rispetto all'area totale del sito di intervento (TAB 14):

Percentuale	Punti		
50-64%	1		
65-79%	2		
≥80%	3		

Tabella 14: crediti su percentuale area permeabile

Con l'implemento di una superficie equivalente relativa all'impego della vasca di raccolta delle acque meteoriche, si raggiunge una percentuale totale pari circa al 57%. Si considera quindi ottenibile 1 punto.

NONTOXIC PEST CONTROL - 1/2

Il credito premia le strategie del progetto che mirano a minimizzare i rischi di infestazioni di insetti e roditori e di conseguenza limitare il più possibile l'esposizione ai pesticidi.

Attualmente le strategie previste dal progetto sono:

- realizzazione dei muri controterra in cemento armato che è in grado di agire come barriera per l'ingresso di infestanti. (0,5 punti).
- gestione dell'acqua proveniente dalle coperture e raccolta della stessa in apposita cisterna per limitare la possibilità di accumulo di acqua a ridosso della fondazione (0,5 punti).

Eventualmente il punteggio massimo totale (2 punti) potrebbe essere raggiunto prevedendo strategie aggiuntive, quali ad esempio il trattamento del legno utilizzato per le strutture, la progettazione opportuna di tutti gli elementi impiantistici che attraversano le fondazioni al fine di consentirne l'accessibilità per l'ispezione e l'eventuale trattamento delle infestazioni.

Water Efficiency (WE)

TOTAL WATER USE – 5/12

In aggiunta a quanto detto nel paragrafo precedente, relativamente al deflusso delle acque meteoriche, questo particolare obiettivo valuta un approccio più generale relativamente al totale dell'acqua impiegata in ogni aspetto del progetto. L'acqua fresca e potabile è un bene prezioso, disponibile solo in quantità limitata. Pertanto, l'uso e il trattamento prudenti delle acque reflue è molto importante. I crediti in questa categoria hanno a che fare con la limitazione dell'uso dell'acqua, sia all'interno dell'edifici0 che all'esterno nell'area verde ad esso associata. Si ambisce a ritrovare soluzioni che minimizzino il consumo di questo ormai prezioso liquido.

In particolare, sono previste le seguenti strategie:

- l'installazione di vaschette di cacciata dei wc a doppio tasto con scarico completo di 4,5 litri e scarico ridotto di 3 litri;
- la realizzazione di una vasca di raccolta dell'acqua meteorica (circa 9 m3) sufficiente per la copertura totale del fabbisogno idrico dell'area verde. Si specifica che la progettazione dell'impianto di irrigazione sarà effettuata al termine della progettazione esecutiva, insieme alla progettazione delle aree verdi.

Eventualmente, per incrementare ulteriormente il livello di sostenibilità dell'edificio, sarà possibile prevedere eventuali sistemi per la riduzione del flusso dei rubinetti e delle docce. Similmente al caso precedente il punteggio raggiungibile è dettato dalla percentuale di miglioramento dei consumi rispetto a un caso di riferimento. È inoltre necessario specificare che il protocollo LEED richiede il raggiungimento di un punteggio minimo di 3 punti. Tale

punteggio risulta facilmente raggiungibile mediante l'impiego dell'acqua di recupero per l'irrigazione del verde. Sfruttando le strategie sopra elencate si stima una riduzione del 30% dei consumi rispetto al caso di riferimento. Si raggiungono complessivamente 5 punti.

Energy and Atmosphere (EA)

ANNUAL ENERGY USE - 15/29

Sicuramente di maggior interesse nell'ambito dell'ingegneria meccanica/energetica, questa categoria prevede una vera e propria analisi energetica dell'edificio. L'approccio suggerito dalla US-GBC, in accordo con la ENERGY STAR, relativamente a tale studio prevede l'utilizzo di un software dedicato (REM/RateTM), il quale permette di "costruire" virtualmente l'intero edificio e i suoi impianti (FIG 21).

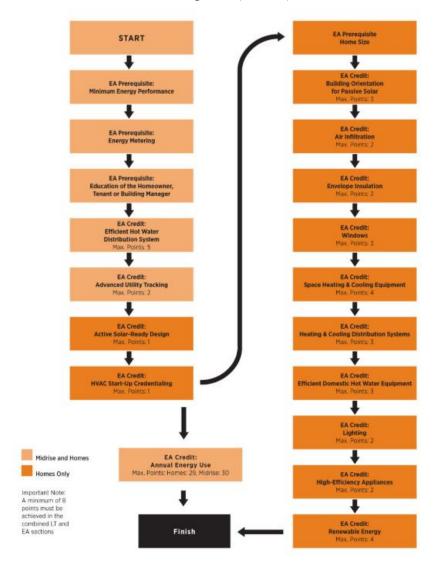


Figura 21: schema precriptve path

HERS INDEX

In analogo ai criteri descritti in precedenza, anche in questo caso si fa una valutazione di confronto.

Gli Stati Uniti hanno formula l'HERS index, un indice che misura l'efficienza energetica di una casa rispetta a una casa modello di riferimento.

Un Home Energy Rater (professionista addetto alla certificazione energetica certificato) valuta l'efficienza energetica di una casa, assegnandole un punteggio relativo delle prestazioni. Più basso è il numero, maggiore è il consumo energetico della casa. Il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti ha determinato che una casa di rivendita tipica ottiene 130 punti sull'indice HERS, mentre a una nuova casa standard viene assegnato un punteggio di 100. Una casa con un punteggio indice HERS di 70 è il 30% più efficiente dal punto di vista energetico rispetto a una nuova casa standard. Una casa con un punteggio dell'indice HERS di 130 ha un'efficienza energetica inferiore del 30% rispetto a una nuova casa standard.

Per calcolare il punteggio dell'indice HERS di una casa, un valutatore RESNET HERS certificato effettua una valutazione energetica sulla casa e confronta i dati con una "casa di riferimento" - una casa modello progettata delle stesse dimensioni e forma della casa reale, quindi il punteggio ottenuto è sempre relativo alla dimensione, alla forma e al tipo di casa presa in esame (FIG 22).

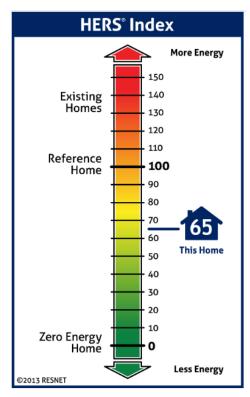


Figura 22: HERS index

L'attribuzione dei crediti si compie o sulla base della percentuale della riduzione dei consumi sulla casa di riferimento o sulla base dell'HERS INDEX, come riporta la seguente tabella (TAB 15):

	PERCENTACE	HERS
POINTS	REDUCTION	INDEX
1	1%	-
2	2%	-
3	3%	-
4	4%	-
5	5%	70
6	6%	68
7	7%	68
8	8%	67
9	9%	66
10	10%	65
11	12%	64
12	14%	63
13	16%	62
14	18%	60
15	20%	58
16	22%	56
17	24%	54
18	26%	52
19	28%	50
20	30%	45
21	32%	40
22	34%	35
23	37%	30
24	40%	25
25	50%	20
26	60%	15
27	70%	10
28	80%	5
29	90%	0

Tabella 15: crediti relativi al risparmio energetico percentuale e all' HERS index

Come accennato in precedenza la determinazione dei consumi annui o dell'indice di interesse, viene calcolata tramite un software dedicato (REM/RateTM), il quale è promosso dalla ENERGY STAR.

ENERGY STAR è la certificazione, sostenuta dal governo statunitense, per l'efficienza energetica; tale marchio fornisce informazioni semplici, credibili ed imparziali sui consumatori e le imprese che ne fanno affidamento. Collaborando con la US Environmental Protection Agency (EPA), ENERGY STAR offre soluzioni per implementare l'efficienza energetica, migliorare la qualità della vita e dell'aria e, dunque, proteggere il clima.

Essendo una certificazione prettamente statunitense, i dati di input da implementare sul programma (posizione geografica, area climatica, ecc) sono legati esclusivamente al suddetto territorio. È stato dunque necessario ricercare sul database di REM/rate un agglomerato urbano che avesse le stesse condizioni climatiche (temperature esterne di progetto invernali ed estive) dell'area italiana dove sorgerà l'edificio in questione. Inoltre, affinché il contributo del sole, sia relativo agli apporti solari sugli involucri, sia in merito al contributo energetico sui pannelli fotovoltaici e di solare termico, possa essere analogo a quello reale dell'area locale, occorrerà che la città americana scelta sia pressoché della stessa latitudine di quella italiana.

Seguirà la modellazione architettonica ed energetica dell'edificio da valutare:

- definizione delle geometrie del fabbricato (superfici, numero piani e geometria del perimetro);
- definizione degli involucri opachi (stratigrafie, esposizioni, resistenze e trasmittanze termiche);
- definizione dei componenti vetrati (esposizione, resistenze e trasmittanze termiche);
- definizione dei ricambi d'aria e delle infiltrazioni;
- definizione degli impianti (elettrico, riscaldamento e raffrescamento, acqua calda sanitaria);
- articolazione dei sistemi di distribuzione di acqua calda e dell'aria;
- studio del fabbisogno energetico annuo di elettrodomestici e luci;
- apporto energetico da fonti rinnovabili: quali solare termico e solare fotovoltaico.

Dai calcoli effettuati si evidenzia una buona prestazione energetica dell'edificio con una percentuale minima di riduzione dei consumi dell'edificio di progetto rispetto all'edificio di riferimento stimata pari ad almeno 20% con un HERS index di 58 (i risultati ottenuti riportano i valori del 24% e di 51, questi sono stati modificati in maniera cautelativa) (TAB 16-17), premiata con 15 punti. In figura sono riportati i risultati ottenuti con il programma REM/rate:

This home uses 24% less energy than the LEED Reference Home.

Source Energy	Consumption	(MMBtu/vr)

	LEED	
	Reference	As Designed
Heating	53.6	65.6
Cooling	12.7	9.7
Water Heating	47.2	1.0
Lights & Appliances	95.1	122.0
Photovoltaics	0.0	-41.6
Total	208.6	156.7

Tabella 16: percentuale energia risparmiata

Normalized, Modified End-Use Loads (MMBtu/yr)

	ENERGY STAR	As Designed	
Heating	48.1	43.4	
Cooling	11.0	8.7	
Water Heating	16.7	0.3	
Lights and Appliances	38.9	38.1	
Total	114.7	90.6	
HERS Index of Reference Design Home	81	64	HERS Index w/o PV
HERS Index Target (SAF Adjusted)	72	51	HERS Index
Size Adjustment Factor	0.89		

HERS Index w/o PV <= HERS Index of Reference Design Home AND HERS Index <= HERS Index Target to comply.

Tabella 17: HERS index

EFFICIENT HOT WATER DISTRIBUTION SYSTEM – 3/5

Si intende ridurre il consumo di energia per l'approvvigionamento idrico e i sistemi di acque reflue, aumentando l'efficienza della distribuzione di acqua calda. È possibile il conseguimento dei crediti osservando le seguenti opzioni:

- progettare e installare un sistema di distribuzione dell'acqua calda efficiente dal punto di vista energetico, basato sui requisiti di lunghezza massima del tubo o sui limiti di volume massimo del tubo. Si tracciano termicamente le tubazioni.
- si effettua test a realizzazione avvenuta per dimostrare che la quantità di acqua contenuta fra l'apparecchio idrosanitario più lontano e la rete di ricircolo sia inferiore ad 1 litro.
- si isolano tutte le tubature per la distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

Optando per le ultime due opzioni si ottengono tre punti.

ADVANCED UTILITY TRACKING – 0/2

Al fine di massimizzare l'implemento di efficienza energetica, attraverso il controllo continuo in tempo reale del consumo di energia e acqua, il credito richiede l'installazione di un sistema avanzato di monitoraggio (come un contatore digitale collegato con il sistema domotico che coinvolge direttamente chi abita l'edificio). Attualmente il progetto non prevede tale soluzione, pertanto non vengono attribuiti i relativi punti.

Nel caso si procedesse con il percorso di certificazione si può considerare l'installazione di tale sistema come miglioria al progetto. Sono da considerare eventuali extra-costi per la strumentazione e i componenti per la contabilizzazione dei consumi energetici e idrici in fase di esercizio.

ACTIVE SOLAR-READY DESIGN - 0/1

Si intende ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra progettando per massimizzare le opportunità di progettazione solare. Il credito non è perseguibile. Il progetto prevede già l'installazione di impianto fotovoltaico e impianto solare termico. La scelta progettuale è premiata dal punteggio raggiunto mediante il credito Annual Energy Use.

HVAC START-UP CREDENTIALING – 0/1

Questo credito premia la riduzione dei consumi di energia, garantendo che i sistemi di riscaldamento e raffreddamento funzionino alla massima efficienza. Per avere ciò, tutti i sistemi di riscaldamento, raffreddamento e ventilazione, devono essere certificati da un appaltatore HVAC accreditato da un Organismo di formazione e supervisione dell'installazione HVAC di qualità riconosciuta EPA (H-QUITO) (o equivalente come definito da USGBC). Il tecnico deve compilare un elenco di controllo promosso da ENERGY STAR for Homes, V3.

Il credito è considerato come non perseguibile, in quanto non è previsto il coinvolgimento di tale figura. Ciò comporterebbe un incremento degli oneri economici.

Materials and Resources (MR)

DURABILITY MANAGEMENT VERIFICATION – 0/1

Si intende promuovere una maggiore durata e alte prestazioni dell'involucro dell'edificio, dei suoi componenti e sistemi attraverso la progettazione, la selezione dei materiali e le pratiche di costruzione appropriate. Per fare ciò è necessario che un team di verifica ispezioni ogni misura elencata nella lista di controllo del costruttore del sistema di gestione ENERGY STAR for Homes, versione 3.

Il credito è considerato come difficilmente perseguibile, in quanto non è previsto il coinvolgimento di tale figura. Ciò comporterebbe un incremento degli oneri economici.

ENVIRONMENTALLY PREFERABLE PRODUCTS – 2/4

Si premia l'impiego di prodotti o componenti per l'edilizia che riducono al minimo il consumo di materiale, attraverso contenuto riciclato e riciclabile, andando ad annullare gli impatti negativi complessivi del ciclo di vita dei detti prodotti.

Prodotti preferibili per l'ambiente

Utilizzare prodotti che soddisfano uno o più dei seguenti criteri. Almeno il 90% in peso o volume di ciascun componente edilizio conforme (elencato nella Tabella), deve soddisfare uno dei requisiti di seguito (un singolo componente che soddisfa più di un criterio non guadagna credito aggiuntivo):

- 1. il prodotto contiene almeno il 25% di materiale di recupero, inclusi materiali recuperati, ricondizionati o riutilizzati. I sottoprodotti del legno possono essere conteggiati come materiale di recupero.
- 2. il prodotto contiene almeno il 25% di post-consumo o il 50% di pre-consumo.
- 3. i prodotti in legno devono essere certificati Forest Stewardship Council (FSC) o equivalenti approvati USGBC.
- 4. materiali a base biologica. I prodotti a base biologica devono soddisfare lo standard di agricoltura sostenibile della rete di agricoltura sostenibile. Il legno essere legalmente raccolto, come definito dal paese di esportazione e di destinazione. Escludere prodotti in cuoio, come pelle e altri materiali di pelle di animale.

5. calcestruzzo costituito da almeno il 30% di scorie utilizzate come sostituto del cemento e deve possedere un contenuto di riciclato del 50%, oppure solamente il 90% di contenuto di riciclato (TAB 18).

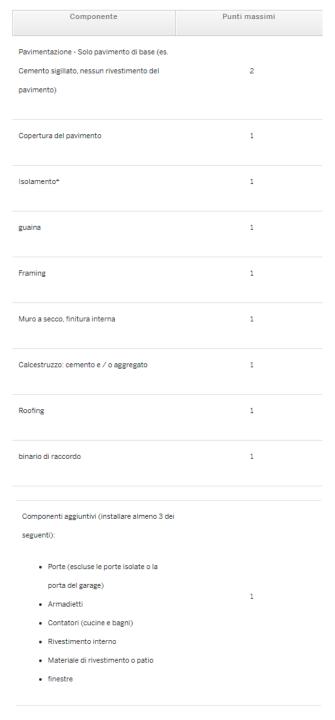


Tabella 18: crediti relativi ai materiali impiegati

Il team di progettazione ha già nel progetto esecutivo indirizzato le proprie scelte verso materiali sostenibili dal punto di vista ambientale. È quindi auspicabile un'attenta scelta del

costruttore in fase di acquisto dei materiali affinché essi rispondano ai seguenti requisiti 2 e 3.

Da una prima analisi preliminare si considerano ottenuti 2 punti.

Un ulteriore sforzo potrà essere fatto in fase di realizzazione dell'edificio in modo da ottenere il massimo punteggio disponibile richiedendo caratteristiche di sostenibilità ambientale per altri materiali fra i quali, a titolo di esempio: acciaio per strutture, massetti, igloo.

CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT – 1/3

Il credito richiede di implementare alcune misure per ridurre la quantità di rifiuti generata dal cantiere e destinata al conferimento in discarica. L'implementazione di questo credito introduce nella gestione del cantiere la formalizzazione di procedure per l'avvio al riciclo e riuso dei rifiuti che dovranno essere implementate, verificate e mantenute per tutta la durata delle lavorazioni.

La normativa vigente in materia di gestione dei rifiuti ed una adeguata pianificazione ed implementazione del piano di gestione permettono di pensare che sia ragionevole ottenere almeno 1 dei punti sui 3 disponibili. L'ottenimento del credito non comporta modifiche progettuali ma può prevedere un leggero aumento dei costi in fase di costruzione, per via delle misure da implementare previste dal piano di gestione.

MATERIAL-EFFICIENT FRAMING – 0/2

Si intende premiare i progetti che prevedono strutture efficienti e che quindi consentono una riduzione del materiale necessario per la costruzione pur non influenzando negativamente l'integrità delle strutture. Parallelamente a ciò si incrementano le prestazioni energetiche (maggiore spazio a disposizione per gli isolanti e riduzione dei ponti termici). Attualmente, da un'analisi preliminare, non si ritiene di assegnare nessun punto per il credito, , in quanto le scelte strutturali, estetiche e funzionali fatte dall'architetto non prevedono l'impiego di tali strategie.

Indoor Environmental Quality (EQ)

Come ribadito in precedenza sostenibilità significa anche garantire una salvaguardia della salute delle persone. Questa categoria del LEED for Homes intende appunto ovviare a questo.

ENHANCED VENTILATION – 1/3

Ci si propone al minimo i problemi di umidità e l'esposizione degli inquinanti all'interno dell'abitazione attraverso sistemi avanzati di scarico e ventilazione.

Non è prevista VMC (ventilazione meccanica controllata) nel progetto. L'impianto meccanico include l'estrazione dell'aria nei bagni e in cucina; in particolare è presente un ventilatore che lavora in continuo a basse velocità e che aumenti la portata estratta all'accensione della luce nei locali citati. Tale strategia di controllo dell'estrazione è conforme alle richieste del credito.

Si ottiene un punto.

CONTAMINANT CONTROL – 0/2

Attualmente il progetto non prevede strategie per il controllo dei contaminanti. Nell'ottica di una certificazione si potrebbero introdurre come miglioria alcune strategie che consentano l'ottenimento di alcuni punti disponibili. In particolare:

- piano di gestione della qualità dell'aria indoor sia in fase di costruzione che immediatamente prima dell'occupazione mediante ventilazione con aria fresca secondo le linee guida indicate dal protocollo;
- campagna di monitoraggio per la verifica della qualità dell'aria.

BALANCING OF HEATING AND COOLING DISTRIBUTION SYSTEM - 1/3

Con l'intento di migliorare il comfort termico e le prestazioni energetiche garantendo un'adeguata distribuzione del riscaldamento e del raffreddamento degli ambienti domestici, si compie un controllo del clima nelle diverse zone dell'edificio (1 punto).

Sono disponibili ulteriori 2 punti, ottenibili mediante test in campo della portata di aria in mandata e della differenza di pressione fra le camere da letto e il resto dell'edificio. Tali punti sono conteggiati come eventualmente disponibili. Il loro ottenimento comporta un extra-costo legato alle attività di verifica da parte di un Energy Rater qualificato.

ENHANCED COMPARTMENTALIZATION - 0/1

L'ottenimento del punteggio è legato alla verifica della tenuta all'aria dell'edificio mediante blower door test in accordo ai protocolli di test e verifica richiesti dal LEED. Tale test è utile per la verifica delle infiltrazioni d'aria, misurando la pressione interna ed esterna all'edificio (che deve essere completamente sigillato) ed il flusso d'aria generato da un ventilatore.

Il punto è conteggiato come potenzialmente ottenibile; sarà da prevedere un extra-costo legato alle attività di esecuzione del blower door test.

ENHANCED COMBUSTION VENTING - 2/2

Al fine di ridurre le emissioni di CO₂ si intende eliminare l'uso di caminetti o stufe a legna. Il progetto ottiene 2 punti in quanto non prevede l'installazione di questi.

ENHANCED GARAGE POLLUTANT PROTECTION – 1/2

All'interno dell'autorimessa è prevista l'estrazione dell'aria con portata superiore al minimo richiesto dal protocollo (~ 126 m3/h). Come per i bagni il funzionamento del ventilatore sarà previsto in continuo alla bassa velocità e aumenterà la portata all'accensione della luce. Il progetto ottiene 1 punto.

LOW EMITTING PRODUCTS – 0/3

Tra le emissioni da abbattere sono comprese quelle derivate dall'impiego di sostanze chimiche e sintetiche: quali vernici e rivestimenti, pavimenti, isolanti, adesivi e sigillanti, prodotti in legno composito.

Sono ottenibili fino a 3 punti. Il credito è valutato come potenzialmente ottenibile in quanto esistono in commercio molte soluzioni adottabili. In questa fase di progettazione non è possibile accertare l'ottenimento di questo obiettivo. A determinare la positività dello stesso saranno le scelte prese successivamente.

Innovation (IN)

INNOVATION – 1/5

La sostenibilità delle strategie di progettazione è in continua evoluzione. Ad influenzare ciò vi è una costante introduzione nel mercato di nuove tecnologie. Lo scopo di questa categoria del protocollo LEED è promuovere questi up-grade tecnologici a favore della sostenibilità. Per questo credito sono disponibili fino a 5 punti ottenibili mediante la combinazione di differenti strategie che includono:

- "innovazione" (dimostrazione di raggiungimento di performance ambientali non espressamente richieste dal protocollo);
- "crediti pilota" (ottenimento di uno dei crediti pilota disponibili sulla libreria dell'USGBC)
- "prestazione esemplare" (raggiungimento di prestazioni più elevate di quelle richieste dai crediti del protocollo).

Attualmente il progetto potrebbe ottenere 1 punto per il credito pilota "Acustic comfort" dal momento che le prestazioni acustiche dell'edificio sono state oggetto di analisi approfondite da parte del team di progetto.

LEED ACCREDITED PROFESSIONAL - 1/1

All'interno del team di progetto è presente un professionista accreditato LEED (LEED AP).

Regional Priority (RP)

REGIONAL PRIORITY - 3/4

Questa area tematica premia con punteggio aggiuntivo i progetti che soddisfano i requisiti di crediti ritenuti particolarmente importanti per l'area geografica in cui è collocato il progetto.

Il progetto, attualmente, ottiene 3 dei 4 punti disponibili.

Si riporta la TAB 19 con la checklist di tutti i crediti previsti dal protocollo LEED for Homes:

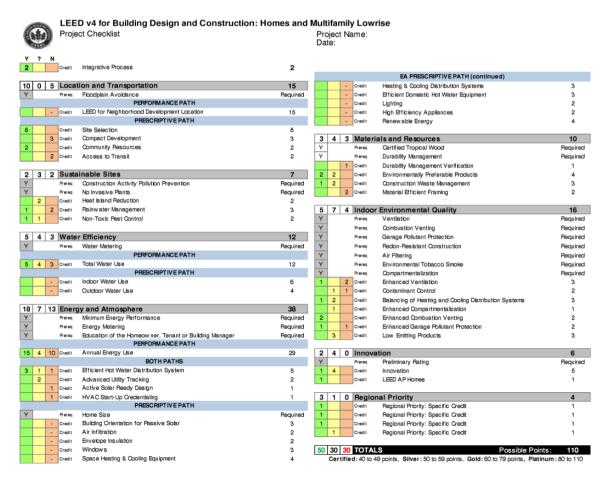


Tabella 19: riassunto crediti raggiunti

Come si può osservare il progetto raggiunge un punteggio di 50 crediti, avendo già la possibilità di ottenere la certificazione Silver. Inoltre, nell'analisi compiuta si è sottolineata la possibilità di implementare maggiormente il punteggio, apportando alcune accortezze che, tuttavia comportano un aumento del costo complessivo di progettazione e realizzazione della casa. Come si evince dalla TAB 20 sottostante:

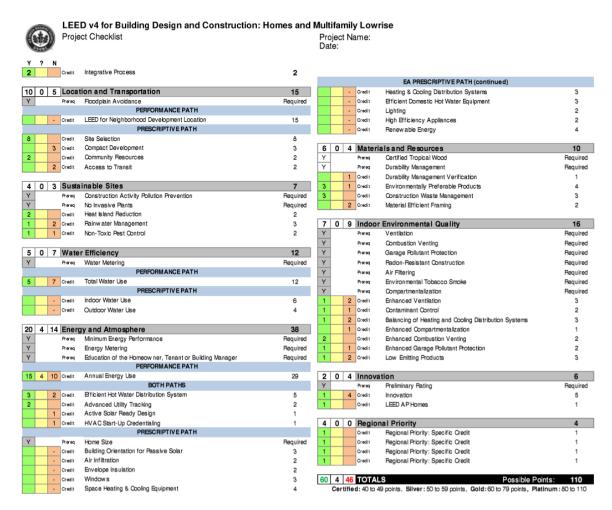


Tabella 20: crediti raggiungibili con accorgimenti e modifiche progettuali

L'analisi del protocollo di sostenibilità LEED, connessa sinergicamente con tutti gli aspetti della progettazione, ha permesso di ottenere un buon livello di sostenibilità del progetto. La progettazione integrata garantisce che l'intero team di progettazione si muova uniformemente verso un obiettivo comune. Tutte le scelte progettistiche sono state fatte in funzione del rispetto delle esigenze di sostenibilità e, più in generale, nel rispetto delle esigenze di ogni singolo settore di progettazione (edile e architettonico, meccanico, elettrico e domotico, sostenibilità ambientale e acustica).

6. ACUSTICA

6.1 Generalità

Il comfort ambientale si identifica con il benessere delle persone che vivono in un determinato ambiente (casa oppure ufficio). È una sensazione che dipende non solo da adeguate condizioni termo-igrometriche e di luminosità (comfort termico e visivo), ma anche dal giusto isolamento acustico, un elemento spesso trascurato nella progettazione.

Il comfort acustico può essere definito come la condizione in cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni/rumori e non subisca danni all'apparato uditivo provocati da una esposizione a fonti di rumore.

In gran parte degli edifici lo scarso comfort acustico è la fonte di disturbo più comune ed immediata; per questo è importante assicurare ciò durante la fase progettuale, costruttiva e di esercizio di un edificio nei confronti dei rumori provenienti dall'esterno, ma anche da quelli provenienti da appartamenti contigui.

Al progettista acustico è affidata la scelta di materiali, arredi, macchinari, infissi, rivestimenti ed altro ancora, che, inseriti all'interno dell'involucro edilizio, non siano causa di rumori e garantiscano il benessere acustico.

Nel caso di un ambiente confinato possiamo distinguere le fonti esterne all'edificio dalle fonti interne.

Le fonti esterne sono generalmente costituite dal traffico veicolare e dall'eventuale presenza, in prossimità dell'edificio, di attività produttive industriali. Il rumore prodotto da tali fonti si propaga per via aerea e poi penetra all'interno dell'edificio attraverso il suo involucro.

Le fonti di rumore interne possono essere presenti sia nell'ambiente oggetto di studio che in altri ambienti dello stesso edificio ad esso attinenti; tali fonti sono:

- gli impianti (ascensori, macchine per la climatizzazione, l'impianto idraulico, etc.);
- gli elettrodomestici;
- le apparecchiature radio-televisive.

In questo caso la propagazione avviene sia per via aerea che attraverso le parti solide della costruzione.

Al fine di soddisfare il comfort acustico, si prevede la predisposizione della Valutazione previsionale di impatto acustico e nella Valutazione previsionale di clima acustico, conformemente a quanto indicato dalla L.R. 20 marzo 1998, n. 12.

Le attività saranno svolte sulla base studio del clima acustico ante operam dell'area attraverso l'impiego di tecniche di rilievo sperimentale, per la definizione del rumore residuo, in riferimento al Piano di Classificazione Acustica del Comune ove sorgerà la nuova abitazione. Saranno inoltre verificate le condizioni di comfort interno degli ambienti con riferimento al rumore indotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo nonché l'isolamento acustico tra le zone che in futuro potrebbero costituire unità abitative separate.

6.2 Inquadramento normativo

6.2.1 Valutazione previsionale di impatto acustico

La valutazione previsionale di impatto acustico, necessaria in materia di inquinamento acustico, consiste nella valutazione dell'influenza delle sorgenti di rumore presenti e future nei confronti dei ricettori sensibili esistenti nei dintorni dell'area di intervento.

In merito a questa attività, la normativa vigente fa capo alle seguenti leggi, decreti ed allegati tecnici:

- Legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26/10/95 (principi fondamentali per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (valuta i limiti di emissione e immissione in caso notturno e diurno);
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" (metodologie da adottare e strumentazione da utilizzare per la misurazione del rumore in ambiente);
- Legge Regione Liguria n° 12 del 20/03/1998 "Disposizione in materia di inquinamento acustico" (norme per la tutela dell'ambiente esterno ed abitativo dall'inquinamento acustico);
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 142 del 30/03/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" (norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali esistenti e a quelle di nuova realizzazione);
- Decreto Legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" (competenze e procedure per l'elaborazione delle mappature acustiche, procedure per l'adozione dei piani di azione volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale);
- DGR n. 534 del 28/05/1999 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico" (criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico);
- Piano di Classificazione Acustica del comune di interesse (imiti massimi di immissione sonora):

• L_{Aeq} periodo diurno: 55 dB(A);

• L_{Aeq} periodo notturno: 45 dB(A).

6.2.2 Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi

La valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi consiste nella determinazione, a calcolo, dei requisiti acustici passivi relativa al progetto della unità residenziale unifamiliare. Questa attività fa riferimento alle seguenti norme:

- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- UNI EN ISO 12354-3:2017 "Acustica in edilizia" (calcolo dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata);
- UNI EN ISO 16283-3:2016 "Acustica" (misura dell'isolamento acustico normalizzato di facciata);
- UNI 8199:2016 "Acustica", UNI 10052:2010 "Acustica", UNI EN ISO 16032:2005
 "Acustica", UNI 11367:2010 "Acustica in edilizia" (misura della rumorosità interna degli impianti).

6.3 Descrizione attività

Come si evince dai paragrafi precedenti, le attività in merito al comfort acustico dell'abitazione non fanno riferimento a particolari esigenze della committenza, bensì alle sole istanze previste dalle leggi e normative vigenti.

È prevista pertanto una valutazione di impatto acustico e una valutazione del rispetto dei requisiti acustici passivi ante operam, implementando i dati relativi all'abitazione (geometria, involucri, misurazioni acustiche, ecc.) su un software dedicato a tale simulazione.

6.3.1 Valutazione previsionale di impatto acustico

La valutazione previsionale di impatto acustico consiste nella valutazione dell'influenza delle sorgenti di rumore presenti e future nei confronti dei ricettori sensibili esistenti nei dintorni dell'area di intervento. Questa attività è dedita alla valutazione dell'intensità sonora dei vari elementi che determinano lo stato dell'ambiente, e l'interazione di questi per la stima dell'impatto acustico. La caratterizzazione acustica del progetto prevede dunque la determinazione della situazione ante operam per la definizione del rumore residuo (livello di rumore che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante) sommata ad una previsione sperimentale di quelle che saranno le sorgenti sonore una volta realizzata l'opera.

In particolare, ci si riferisce ad una abitazione posta in un'area residenziale privata, chiusa al traffico pubblico e raggiungibile tramite strada di accesso riservata e situata in una zona collinare, nella parte alta dell'agglomerato urbano. Tale area è caratterizzata da lotti posizionati su dislivelli diversi, occupati da immobili residenziali privati circondati da giardini ed aree verdi. Per la valutazione post operam si fa riferimento all'installazione di 4 macchine per la climatizzazione poste in esterno al livello del piano interrato, di una macchina in copertura (ventilatore di estrazione) e di un'unità a lato della palestra.

Per la caratterizzazione del clima acustico dell'area in esame è stato eseguito un rilievo fonometrico in continuo della durata di 16 ore in corrispondenza del terrazzo al primo piano dell'edificio esistente con affaccio sul lato sud.

Gli strumenti impiegati per la misura (fonometro, preamplificatore, microfono e calibratore acustico) sono stati opportunamente tarati secondo le indicazioni della normativa D.P.C.M 16/03/1998.

In Tabella 21 si riporta il valore del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nel periodo di riferimento (diurno e notturno), L_{A,eq}, confrontato con il valore limite assoluto di immissione previsto per l'area di intervento.

Punti di misura	Tempo di riferimento	L _{A,eq} [dB(A)]	Limiti di immissione classe II [dB(A)]
P1	DIURNO	43,9	55
	NOTTURNO	36,9	45

Tabella 21: livello continuo equivalente

Si può osservare che i valori misurati sono conformi ai limiti previsti dalla normativa del comune di interesse.

In base a quanto detto in precedenza la *Valutazione Previsionale di Impatto Acustico* deve prevedere nel modo più accurato possibile gli effetti acustici derivanti dalla realizzazione del progetto. In tal modo è possibile apprezzare le soluzioni proposte per ottimizzare il comfort acustico nella abitazione e per non rompere l'equilibrio ambientale.

In tale valutazione si tiene conto delle seguenti installazioni (ipotesi di funzionamento contemporaneo):

- sorgenti preesistenti (secondo le misure sopra riportate);
- traffico indotto (trascurabile, in quanto ricostruzione di un edificio preesistente);
- impianti tecnologici:
 - n. 1 pompa di calore: 60 dB(A);
 - n. 2 pompe di calore: 68 dB(A);
 - n. 1 unità esterna split: 72 dB(A);
 - estrattore aria wc: 63 dB(A) (trascurabile per l'istallazione di un silenziatore);
 - unità esterna per la palestra: 61 dB(A) (trascurabile poiché non funzionante nel periodo notturno);



Figura 23: Area di intervento

- ricettori sensibili (aree dedite allo svolgimento della vita sociale della collettività): 10 m.

Al fine di mitigare l'impatto acustico si prevede l'installazione di una struttura costituita da pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti in grado di attenuare il livello di pressione sonora. I pannelli fonoassorbenti fonoisolanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- involucro esterno (da rivolgere verso il ricettore) in lamierato di acciaio o alluminio;
- coibentazione interna (materiale smorzante, lana minerale fonoassorbente, tessuto non tessuto in velo di vetro);
- involucro interno (da rivolgere verso la sorgente rumorosa).

Nelle tabelle 22 e 23 si riportano i risultati ottenuti dai contributi delle unità tecnologiche e dei limiti relativi in caso notturno e diurno:

Unità	Lw [dB(A)]	Ricettore [m]	Attenuazione barriera [dB(A)]	L _p [dB(A)]
Pompa di calore per il piano interrato	60	10	7	25
Pompa di calore per il piano terra	68	10	7	33
Pompa di calore per il piano primo	68	10	7	33
Unità esterna split	72	10	7	37
Lp				
Limite di emissione (classe II				

Tabella 22: Limiti livelli di emissione diurna

Unità	L _w [dB(A)]	Lw funzionamento 50% [dB(A)]	Ricettore [m]	Attenuazione barriera [dB(A)]	L _p [dB(A)]
Pompa di calore per il piano interrato	60	57	10	7	22
Pompa di calore per il piano terra	68	65	10	7	30
Pompa di calore per il piano primo	68	65	10	7	30
Unità esterna split	72	69	10	7	34
	'			Lp	36,7
Limite di emissione (classe II)					40

Tabella 23:Limiti livelli di emissione notturna

Si definisce livello differenziale di rumore come la differenza tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo. Il livello differenziale di rumore non deve superare i seguenti valori limite differenziali di immissione:

- 5 dB(A) per il periodo diurno (06.00-22.00);
- 3 dB(A) per il periodo notturno (22.00-06.00).

In particolare, nel caso di interesse (Tabella 24) il criterio differenziale risulta rispettato:

Tempo di riferimento	Punti di ricezione	L _A ante operam [dB(A)]	LA CALCOLATO post operam con impianti tecnologici [dB(A)]	Livello differenziale ΔL [dB(A)]	Valore limite [dB(A)]
DIURNO	R1	43,9	45,3	1,4	< 5
NOTTURNO	R1	36,9	39,8	2,9	< 3

Tabella 24: Livelli differenziali di rumore

6.3.2 Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi

La valutazione previsionale dei requisiti passivi prevede la verifica dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico delle facciate ($\mathbf{D}_{2m,nT,w}$).

Per facciata si intende la totalità della superficie esterna di un ambiente. Essa può essere composta da diversi elementi, per esempio una finestra, una porta, una parete, un sistema di aerazione, etc. La trasmissione sonora attraverso la facciata è dovuta alla trasmissione sonora attraverso ciascun elemento. Si presuppone che la trasmissione attraverso ogni elemento sia indipendente da quella attraverso gli altri elementi.

Si calcola dunque, l'indice di isolamento delle facciate normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, secondo la formula:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log\frac{T}{T_0}$$

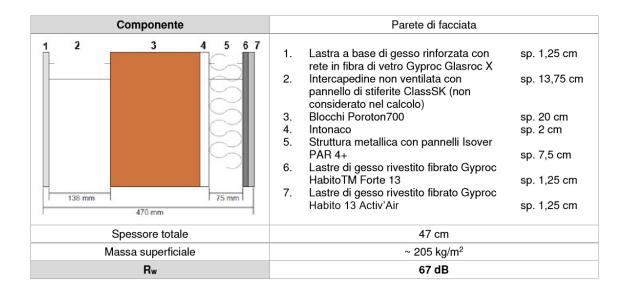
dove:

- L_{1,2m} è il livello di pressione sonora alla distanza di 2 m dalla facciata, in dB;
- L₂ è il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in dB;
- T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in s;
- T₀ è il tempo di riverberazione di riferimento, pari a 0,5 s.

Poiché si tratta di un edificio residenziale indipendente, non confinante con altre unità, le considerazioni in merito ai requisiti acustici passivi degli edifici sono relative ai soli componenti edilizi di facciata.

Di seguito si riportano le prestazioni acustiche caratteristiche, in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante \mathbf{R}_{w} (simulato mediante software, da certificato di misura acustica o dalle schede tecniche).

Componente	Serramento		
Facciata continua vetrata			
Rw serramento fisso ≥ 42 dB			
Rw serramento apribile	≥ 40 dB*		



Oltre alla valutazione dell'indice sopra descritto, si richiede inoltre l'installazione di pavimento galleggiante, per limitare i rumori impattivi, e a di applicare le cautele suggerite dalla regola dell'arte per ridurre la propagazione di rumorosità dovuta a impianti a funzionamento discontinuo (idrico sanitari).

Si riportano di seguito i risultati dei calcoli relativi agli ambienti selezionati per la verifica dell'isolamento acustico di facciata (Tabella 25).

Edificio / piano	Ambiente disturbante	Ambiente disturbato	D _{2m,nT,w}	Limite D.P.C.M. 5/12/97
piano terra	esterno	soggiorno/cucina	41,9 dB	
piano terra	esterno	camera da letto	40,9 dB	≥ 40 dB
piano terra	esterno	camera da letto	68,9 dB	

Tabella 25: Risultati verifica isolamento acustico

7 CENNI DI PROJECT MANAGEMENT E VALIDAZIONE PROGETTO

7.1 Generalità

Con **project management** si intende l'insieme delle attività di back office e front office aziendale, svolte tipicamente da una o più figure dedicate e specializzate dette *project manager*, volte all'analisi, progettazione, pianificazione e realizzazione degli obiettivi di un progetto, gestendolo in tutte le sue caratteristiche e fasi evolutive, nel rispetto di precisi vincoli.

Si tratta, in ambito ingegneristico o economico, dell'insieme di attività o sistemi, metodologie o approcci e strumenti con la funzione principale di raggiungere gli obiettivi del progetto restando all'interno del perimetro costituito dai classici vincoli determinati dal contesto del committente, solitamente il **costo**, il **tempo**, lo **scopo** e la **qualità**.

Gli obiettivi del progetto definiscono i risultati da raggiungere alla fine dello stesso, risultati necessari per il conseguimento dei benefici attesi dai committenti.

Una volta noto l'obiettivo del progetto è necessario quantificare i tempi e i costi che il raggiungimento di tale opera prevederà. I passi comuni alla maggior parte delle tecniche di pianificazione prevedono:

- identificare le attività elementari necessarie a produrre i prodotti rilasciati;
- assegnare tali attività ai relativi professionisti del settore;
- valutare le interrelazioni tra i diversi elementi del progetto;
- valutare la mole di lavoro necessaria al raggiungimento di ogni obiettivo e le risorse necessarie;
- calcolare i tempi necessari al completamento delle attività;
- determinare il costo di ciascuna attività;
- determinare il percorso temporale che il progetto compirà sulla base delle dipendenze esistenti tra le varie attività;
- determinare il costo totale dell'intero progetto.

La gestione di un progetto è solitamente demandata a un *project manager*, che a volte partecipa direttamente alle attività che lo compongono, ma principalmente si focalizza nel coordinamento e nel controllo delle varie componenti e dei diversi attori coinvolti con l'obiettivo di minimizzare la probabilità di insuccesso.

7.2 Attività relative al progetto

Sulla base del confronto avuto con il *Project Manager* del presente lavoro, si riportano di seguito le attività che hanno interessato tale figura, ed eventuali criticità o piccoli ostacoli incontrati.

Si possono distinguere due grandi scopi principali dell'attività manageriale:

- 1) coordinazione dei professionisti e dei tecnici legati alla realizzazione del progetto;
- 2) cura del rapporto con la committenza.
- 1) Come detto in precedenza, il ruolo del *project manager* è quello di assicurarsi che tutte le società e tutti i professionisti coinvolti nell'attività di progettazione vadano nella stessa direzione. Come un direttore d'orchestra, il manager fa in modo che si dia vita a un solo progetto e non ad un insieme di piani di lavoro mescolati tra loro.

L'attività di coordinamento ha garantito la creazione di un unico progetto, uniforme negli obiettivi, coerente nella forma degli elaborati, dei disegni e degli allegati tecnici che accompagnano il lavoro. Ci si è preoccupati di creare un'interfaccia trasparente, solida ed efficacie, affinché tutte le considerazioni progettuali potessero essere messe alla comune disposizione dei professionisti che collaborano alla realizzazione del lavoro.

Diviene dunque fondamentale il passaggio repentino di informazioni, in modo che tutte le parti interessate siano a conoscenza degli step intrapresi dai differenti team di lavoro. Le scelte compiute da questi saranno così congruenti con il resto delle attività e si convergerà uniformemente allo stesso traguardo.

In ultimo, il *project manager* ha l'obbligo di monitorare i tempi in funzione degli obiettivi ultimi. In questo caso particolare, le tempistiche son state dettate dall'ottenimento della autorizzazione paesaggistica rilasciata dal comune ove sorgerà l'unità abitativa. Pertanto, si è proceduto alla progettazione con una certa cautela prima dell'ottenimento di tale documento autorizzativo. Successivamente è stato possibile procedere con la progettazione ridefinendo i tempi e le scadenze.

2) Curare i rapporti con la committenza significa, oltre a soddisfare le richieste del cliente, anche rendere partecipe la stessa degli sviluppi del progetto.

Questo particolare aspetto del project management racchiude altresì un aspetto economico. È infatti compito del project manager fare un'indagine commerciale per la scelta delle società che parteciperanno alla creazione del progetto. La selezione dei tecnici professionisti è basata sulla presentazione delle aziende e degli studi tecnici di:

- un preventivo del lavoro che la società andrà svolgere. Questo deve essere coerente con il budget che la committenza mette a disposizione;
- la presentazione da parte dei tecnici delle modalità di progettazione che seguiranno.
 Queste dovranno essere coerenti con gli obiettivi del progetto, dovranno garantire la flessibilità e la capacità di coordinarsi con tutti i professionisti che collaboreranno nella stesura del lavoro.

Sempre nell'ottica di realizzare un progetto collettivo, il manager sottopone, prima alla committenza poi ai professionisti selezionati, una proposta del livello di dettaglio e del modello che il progetto acquisterà.

7.3 Verifica e validazione del progetto

Prima di procedere all'analisi della verifica e della validazione del progetto, è bene avere chiara la differenza tra i due aspetti. Si definisce **verifica** come l'insieme delle attività istruttorie e di controllo dei livelli progettuali eseguite in contraddittorio con il progettista, tese ad accertare la rispondenza degli elaborati e la loro conformità alla normativa vigente. Si definisce invece **validazione** l'atto formale a firma del RUP (responsabile unico del procedimento) che riporta gli esiti della verifica, questa deve fare preciso riferimento al rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica ed alle controdeduzioni del progettista.

7.3.1 L'attività di verifica

Tale attività ha luogo prima dell'inizio delle procedure di affidamento. Ovvero, è necessario che le scelte progettuali, i dimensionamenti siano verificati sulla base delle normative vigenti e sulla base delle esigenze del cliente, prima di procedere alla realizzazione del progetto stesso.

Al fine di accertare l'unità progettuale, i soggetti incaricati verificano la conformità del progetto esecutivo o definitivo, prima dell'approvazione e in contraddittorio con il progettista. Al contraddittorio partecipa anche il progettista autore del progetto posto a base della gara, che si esprime in ordine a tale conformità.

La verifica ha il ruolo di accertare:

- la completezza della progettazione;
- la coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti;
- l'appaltabilità della soluzione progettuale prescelta;
- i presupposti per la durabilità dell'opera nel tempo;
- la minimizzazione dei rischi di introduzione di varianti e di contenzioso;
- la possibilità di ultimazione dell'opera entro i termini previsti;
- la sicurezza delle maestranze e degli utilizzatori;
- l'adeguatezza dei prezzi unitari utilizzati;
- la manutenibilità delle opere, ove richiesta.

Essendo l'attività di verifica "in contradditorio", questa è incompatibile con lo svolgimento dell'attività di progettazione, del coordinamento della sicurezza della stessa, della direzione lavori e del collaudo.

7.3.2 La validazione del progetto

La validazione del progetto è l'atto formale che riporta gli esiti della verifica. La validazione è sottoscritta dal responsabile unico del procedimento (RUP) e fa preciso riferimento al rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica ed alle eventuali controdeduzioni del progettista. La validazione è dunque il naturale passaggio successivo alla verifica. Essendo obbligatoria la presenza di tale responsabile solo nella validazione dei progetti relativi ad appalti pubblici, nel caso di interesse questa non è necessaria.

È dovere del responsabile, in caso di dissenso sugli esiti della verifica, motivare specificatamente le proprie rimostranze.

L'attività di validazione rappresenta l'ultimo gradino prima dell'affidamento degli incarichi per i lavori. Rappresenta infatti un passaggio essenziale prima del bando o della lettera di invito per l'affidamento dei lavori.

Nel caso preso in esame, l'attività di validazione è stata affidata a dei professionisti terzi al progetto, consulenti individuati dalla stessa società che si è occupata del project management.

Un efficace coordinamento dei team di lavoro e un lucido passaggio di informazioni tra gli stessi ha permesso di ottenere un progetto senza la presenza di particolari criticità. Durante la disamina da parte del responsabile per la validazione non sono stati riscontrati eccezionali ostacoli, se non qualche piccolo dettaglio di forma nella stesura degli elaborati.

Ciò dimostra che le attività di progettazione sono state svolte con la massima professionalità da parte di tutti i professionisti coinvolti, i quali hanno compreso lo scopo finale al quale il progetto è volto. Si è dunque ottenuto un risultato ottimale e soddisfacente sulla base delle esigenze richieste dal cliente.

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 1: Schema distributivo configurazione futura.
- Allegato 2: Abaco delle stratigrafie.
- Allegato 3: Caratteristiche dei serramenti.
- Allegato 4: Riepilogo dati potenza termica.
- Allegato 5: Schema funzionale Acqua Calda Sanitaria.
- Allegato 6: Impianto di estrazione aria.
- Allegato 7: Impianto di illuminazione.
- Allegato 8: Schema verticale distribuzione ACS.
- Allegato 9: Impianto di climatizzazione (piano interrato, terreno e primo).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Monte A. elementi di impianti industriali vol.2. Ed. Libreria Cortina Torino
- [2] vimar.com/it/it/che_cosa_è_la_domotica
- [3] AICARR. Vademecum. Guida BACS.
- [4] enricomoro.it la sostenibilità ambientale
- [5] Pelizzaro P. *Strategie di resilienza urbana. Quattro casi eccellenti*. Domus EcoWorld Settembre 2019
- [6] da Silava J. Per uno sviluppo sempre più sostenibile. Domus EcoWorld Settembre 20197
- [7] Cresci P. Progettare per uomo e natura. Domus EcoWorld Settembre 2019
- [8] ONU. Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. Assemblea Generale 25 settembre 2015
- [9] tt.wikipedia.org/Leedership in energy and Environmental Design
- [10] gbcitalia.org